

Franziska Hupfer

Das Wetter der Nation

Meteorologie,
Klimatologie und
der schweizerische
Bundesstaat,
1860–1914



INTERFERENZEN

**Studien zur Kulturgeschichte der Technik
herausgegeben von David Gugerli**

**Publiziert mit Unterstützung der ETH Zürich
und des Schnitter-Fonds für Technikgeschichte**

Franziska Hupfer

Das Wetter der Nation

**Meteorologie, Klimatologie und
der schweizerische Bundesstaat, 1860–1914**

INTERFERENZEN 27

CHRONOS

Publiziert mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds
zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.



Informationen zum Verlagsprogramm:
www.chronos-verlag.ch

Umschlagbild: Ansichtskarte «Säntis Meteorologische Station».

Undatiert, zwischen 1893 und 1912. Vgl. S. 147

© 2019 Chronos Verlag, Zürich

Print: ISBN 978-3-0340-1502-8

E-Book (PDF): DOI 10.33057/chronos.1502

INHALT

Dank	9
Einleitung	11
Perspektiven und Methoden	13
Quellen und Literatur	18
Aufbau	19
Teil I: Neue Strukturen der Meteorologie	23
1 Nationale Institutionalisierung	25
Meteorologie als Staatsaufgabe?	26
Organisationsformen zwischen Wissenschaft und Staat	33
Auf der Suche nach einem Erfolgsrezept	37
Die Folgen einer zentralisierten Struktur	43
Die Meteorologische Zentralanstalt als staatliche Institution	51
2 Der regulierte Wetterbeobachter	59
Das meteorologische Personal	60
Konstanz und Fluktuation im Beobachtungsdienst	66
Hohe Qualitätsansprüche, schwierige Durchsetzung	72
Die Frage der Bezahlung	77
3 Internationale Kooperation	83
Wissenschaftliche und politische Strategien	84
Entwürfe für eine internationale Institution	88
Vereinbarungen mit beschränkter Wirkung	94
Zusammenarbeit ohne feste Institution	101
Teil II: Datenproduktion: Interessen, Verfahren und Funktionen	107
4 Logiken der klimatologischen Erhebung	109
Das Spektrum der Wetterbeobachtung	110
Beobachtungskontinuität als Ziel	116
Klima als Statistik des Wetters	122
Das nationale Klima darstellen	127

5	Die Erschliessung der dritten Dimension	135
	Beobachten auf 2500 Metern über Meer	136
	Von der Säntisstation zum Observatorium	142
	Eine «wissenschaftliche Ballonfahrt über die Schweizeralpen»	149
	Unbemannte Ballone als Forschungschance	155
6	Die Erforschung von Klimaveränderungen	165
	Projekte einer «Witterungsgeschichte»	166
	Brückners Klimazyklen	171
	Gletscher zu Klimaindikatoren machen	176
	Das Problem der «Summenwirkung»	186
Teil III: Im Zeichen der Nützlichkeit		195
7	Klimadaten für die Praxis	197
	Klima als Therapie	197
	Meteorologie, Waldnutzung und Waldschutz	201
	Das landwirtschaftliche Anwendungspotenzial	206
	Abflussmodellierung mit Niederschlagsdaten	212
	Dienstleistungen für die Wasserwirtschaft	218
8	Das Wetter vorhersagen	225
	Der Streit um Prognosen	226
	Wetterberichte als staatliche Aufgabe	230
	Synoptische Meteorologie	237
	Die öffentliche Resonanz der offiziellen Prognosen	243
	«Wetterpropheten» als Konkurrenz	249
9	Der Umgang mit der Hagelgefahr	257
	Gewitterbeobachtungen als neues Programm	258
	Analysen der räumlichen Verteilung von Hagel	265
	Wetterkanonen am Zürichsee	272
	Marginalisierung des Hagelschiessens	281
Schlusswort		287
	Praxisbezug und Wissenschaftsbezug	288
	Internationalisierung, Staatsentwicklung und Nationsbildung	290
	Ein transformiertes Wissensfeld	293

Quellenübersicht	299
Forschungsstand	305
Abbildungsnachweis	315
Bibliografie	319
Ungedruckte Quellen	319
Gedruckte Quellen und Literatur	320

Dank

Die vorliegende Dissertation ist an der Professur für Technikgeschichte der ETH Zürich entstanden. Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr. David Gugerli, dem Inhaber der Professur. Er hat das Projekt vertrauensvoll begleitet und mit hilfreichen Vorschlägen vorangebracht. Auch Prof. Dr. Patrick Kupper, meinem Zweitbetreuer, danke ich für seine tatkräftige Unterstützung, sowohl während seiner Zeit als Privatdozent an der ETH Zürich als auch nach seiner Berufung als Professor für Wirtschafts- und Sozialgeschichte an die Universität Innsbruck. Ich möchte zudem Prof. Dr. Sabine Höhler vom KTH Royal Institute of Technology in Stockholm dafür danken, dass sie die Arbeit als Korreferentin begutachtet hat.

Meine Dissertation ist Teil eines Forschungsprojekts, das der Schweizerische Nationalfonds von 2013 bis 2016 finanziert hat. Dieses Projekt mit dem Titel «Raumerschliessung und Forschungsförderung: Zur Interaktion zwischen Naturwissenschaft und Bundesstaat im 19. und 20. Jahrhundert» wurde an der Professur für Technikgeschichte der ETH Zürich von Patrick Kupper, David Gugerli und Bernhard Schär entworfen. Die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) hat die Ausarbeitung eines Finanzierungsgesuchs an den Schweizerischen Nationalfonds unterstützt. Bei der Umsetzung der zwei bewilligten Dissertationen profitierten Lea Pfäffli und ich von Synergien mit dem Sammelband, den die SCNAT im Hinblick auf ihr 200-Jahr-Jubiläum ermöglichte und der unter dem Titel *Die Naturforschenden: Auf der Suche nach Wissen über die Schweiz und die Welt, 1800–2015* von Patrick Kupper und Bernhard Schär herausgegeben worden ist. Nach Auslauf der Nationalfonds-Projektförderung hat die Professur für Technikgeschichte der ETH Zürich die Abschlussphase meiner Dissertation finanziert, wofür ich David Gugerli herzlich danke.

Während der gesamten Doktoratszeit erlebte ich die Professur für Technikgeschichte als ein inspirierendes Arbeitsumfeld, wofür ich allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern danken möchte. Sie haben mir mit Anregungen, Hinweisen und konstruktiver Kritik weitergeholfen. Profitieren konnte ich zudem vom Doktoratsprogramm des Zentrums «Geschichte des Wissens», das von der Universität Zürich und der ETH Zürich gemeinsam betrieben wird. Für die spannenden Diskussionen danke ich den Mitgliedern und den Koordinatoren. Bei meinen Recherchen haben mir immer wieder Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Burgerbibliothek Bern, des Schweizerischen Bundesarchivs und der ETH-Bibliothek Zürich (Hochschularchiv und Abteilung «Alte und Seltene

Drucke») geholfen, wofür ich mich bedanke. Dem Chronos Verlag danke ich für die gute Zusammenarbeit bei der Fertigstellung des Buches. Ein grosser Dank gilt auch allen, die Teile meines Manuskripts kommentiert haben: David Gugerli, Patrick Kupper, Bernhard Schär, Nick Schwery, Remo Grolimund, Manuel Kaiser, Robert-Jan Wille, Lisa Bollinger, Nadja Sutter, David Luginbühl, Lukas Hupfer und Stefan Schütz. Schliesslich möchte ich David Luginbühl ganz herzlich dafür danken, dass er mich während der gesamten Doktoratszeit ermutigend und unterstützend begleitet hat.

Einleitung

Als der Zürcher Physikprofessor Albert Mousson 1864 eine erste Bilanz zum neuen nationalen Wetterbeobachtungsnetz zog, führte er dessen Realisierung auf eine Kongruenz von wissenschaftlichen und staatlichen Interessen zurück. Innerhalb der Wissenschaft habe sich zusehends die Überzeugung durchgesetzt, dass Fortschritte im Bereich der Meteorologie nur über eine koordinierte, standardisierte, langfristig gesicherte und die gesamte Schweiz berücksichtigende Wetterbeobachtung zu erzielen seien. Dieser von «Freunden der Naturwissenschaften» immer klarer geäusserte Wunsch sei schliesslich in Erfüllung gegangen, weil auch aufseiten der Bundesbehörden das Verlangen aufgetaucht sei, «nach dem Beispiel der meisten Länder Europa's, von staatswegen mehr für die gründliche Kunde des Vaterlandes zu thun».¹ Die Kenntnis der Naturverhältnisse werde in neuerer Zeit als «Grundlage für manche auf die Wohlfahrt des Landes abzielende Massregeln» betrachtet, die es durch wissenschaftliche Untersuchungen zu ermitteln gelte, und zu diesen Naturverhältnissen gehörten neben der Beschaffenheit des Terrains und des Bodens sowie der Vorkommnisse von Pflanzen, Tieren und Mineralien auch die klimatischen Verhältnisse.²

Albert Mousson antizipierte in seinem Bericht nicht nur den Nutzen des meteorologischen Unternehmens für Staat und Wissenschaft. Er würdigte es auch als eine der vielen «Blüthen des republikanischen Lebens der Schweiz», das auf exemplarische Art und Weise bundesstaatliche Förderung und privates Engagement verbinde.³ Tatsächlich waren es nicht staatliche Beamte – und auch nicht die «Gelehrten» –, sondern Bürger aus den verschiedensten Berufen, die mit ihrer Tätigkeit als Beobachter die Basis des Unternehmens bildeten. Mousson erkannte in deren Partizipation ein Zeugnis von der in der gesamten Schweiz herrschenden «vaterländisch gemeinnützigen Gesinnung» und der sich verbreiternden «wissenschaftlichen Bildung».⁴ Im Wetterbeobachtungsnetz, so liesse sich analytisch formulieren, überkreuzten sich wissenschaftliche und staatliche Rationalitäten mit dem Projekt der Nation: Es integrierte Bürger aus unterschiedlichen Regionen der Schweiz in einer institutionalisierten Praxis, die nicht zuletzt darauf abzielte, das Klima dieser Nation wissenschaftlich zu ergründen und – so hatte es die meteorologische Kommission 1861 formuliert – «den Ein-

1 Mousson 1864, S. 201.

2 Ebd., S. 196.

3 Ebd., S. 197.

4 Ebd., S. 202.

fluss eines Gebirgslandes, wie die Schweiz, auf die allgemeinen meteorologischen Verhältnisse Europas zu ermitteln».⁵

Das Verhältnis von Wissenschaft, Staat und Nation ist Gegenstand dieser Arbeit. Sie erkundet dieses Verhältnis am Beispiel der meteorologisch-klimatologischen Wissensproduktion und zeigt die Veränderungen auf, die es erfuhr. Die Beobachtung und Erforschung des Wetters wurde seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in zahlreichen Fällen staatlich institutionalisiert und – gerade auch über internationale Kongresse und Vereinbarungen – nationalisiert. Ihre staatliche Alimentierung und Eingliederung in die Behördenapparate entwickelte sich zu einer Selbstverständlichkeit. In der Schweiz wurden die Grundlagen für einen amtlichen Wetter- und Klimadienst von der privaten Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft geschaffen. Die nationale Wissenschaftlervereinigung gründete 1860 eine Kommission, die unter dem Präsidium des eingangs zitierten Albert Mousson eine Koordinationsstelle für schweizweite Wetterbeobachtungen einrichtete. Diese Meteorologische Zentralanstalt wurde zunächst von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft mit Subventionen des Bundesstaats betrieben, dann 1881 in die eidgenössische Verwaltung integriert. Unter dem Namen «Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz» besteht sie bis heute. Ihre formative Phase wird im Folgenden als Fallbeispiel für die Entstehung wissenschaftlicher Einrichtungen innerhalb nationalstaatlicher Verwaltungen untersucht. Das heisst, die Studie ist rund um die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt aufgebaut. Der Ausbruch des Ersten Weltkriegs 1914, der sich innerhalb der Meteorologie insbesondere in einem Rückschlag für die internationale Kooperation manifestierte, begrenzt als Epochenbruch den Untersuchungszeitraum.

Wie für das politische Ordnungsmodell des Nationalstaats waren die Jahrzehnte von Mitte des 19. Jahrhunderts bis ins frühe 20. Jahrhundert auch für die Meteorologie und Klimatologie eine Gründungszeit, geprägt von einer institutionellen Konstituierung und Konsolidierung. Die Leitfragen beziehen sich auf die Verflechtungen zwischen diesen Prozessen und ihre Konsequenzen für die Produktion meteorologischen Wissens. Weshalb avancierte die wissenschaftliche Beobachtung und Erforschung des Wetters innerhalb der Landesgrenzen zu einer Aufgabe des schweizerischen Bundesstaats? Wie wirkten sich die Gründung der Meteorologischen Zentralanstalt und ihre Integration in die Bundesverwaltung auf das meteorologisch-klimatologische Wissensfeld und die Produktion von Wissen über Wetter und Klima aus? Dabei lautet die These, dass die Umwandlung des meteorologisch-klimatologischen Wissensfelds in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wesentlich von einem fortwährenden

5 Mousson 1862a, S. 498. Siehe auch das französischsprachige Original: Mousson 1861.

Vereinbarmachen wissenschaftlicher, staatlicher und nationaler Interessenlagen geprägt war. Aufgrund der Dynamik dieses Prozesses etablierte sich die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, die – so die Vermutung – für ihre Sammlung und Analyse von Daten eine Relevanz sowohl für die wissenschaftliche Forschung als auch für praktische Anwendungen glaubhaft machen konnte.

Perspektiven und Methoden

Die Analyse des Verhältnisses von Staat und Wissenschaften erfordert einen Ansatz, der die Wechselseitigkeit ihrer Beziehungen erfassen kann. Mit Niklas Luhmanns Systemtheorie, die Wissenschaft und Politik als autopoetische gesellschaftliche Teilsysteme behandelt, lassen sich zwar wissenschaftliche und politisch-staatliche Eigenlogiken eruieren.⁶ Eine systemtheoretische Betrachtung kann aber kaum Verflechtungen zwischen Wissenschaft und Staat respektive Politik verfolgen, weil sie von einer weitgehenden Geschlossenheit der Systeme ausgeht. Luhmanns Theorie einer funktionalen Differenzierung ist in der Wissenschaftssoziologie und Wissenschaftsgeschichte denn auch problematisiert worden, unter anderen prägnant von Karin Knorr-Cetina.⁷ Eine für die anvisierte Untersuchung fruchtbare Alternative bietet der Wissenschaftshistoriker Mitchell Ash. Er betrachtet Wissenschaft und Staat respektive Politik nicht als grundsätzlich getrennte Sphären, sondern geht vielmehr von einer engen Verzahnung aus. «Wissenschaft» definiert Ash als ein Ensemble von Ideen, Theorien und Institutionen, «Politik» bezieht sich in seinem Interaktionsmodell in der Regel auf staatlich-administratives Handeln im Sinne von «policy».⁸ In Beziehung setzt er die beiden Felder mit dem Analysebegriff «Ressourcen für einander» und greift damit auf Bruno Latours Auffassung zurück, wonach die Organisation von Ressourcen ein wesentlicher Faktor für die Entstehung wissenschaftlichen Wissens darstellt.⁹ Wie Latour begrenzt Ash den Ressourcenbegriff nicht auf Finanzielles, sondern schliesst auch kognitive, apparative, personelle, institutionelle oder rhetorische Unterstützung mit ein.¹⁰ Er geht davon aus, dass Ressourcen prinzipiell von beiden Seiten – vom wissenschaftlichen und vom staatlich-administrativen Feld – mobilisiert werden können.

6 Luhmann 1992.

7 Knorr-Cetina 1992. Als Überblick zur Kritik an der Theorie funktionaler Differenzierung siehe Nassehi 2004.

8 Ash 2006, S. 21–23. Siehe auch Ash 2002; Ash 2010; Ash 2017.

9 Siehe Ash 2002; Latour 1987, insbesondere der Teil zu «Counting allies and resources», S. 162–176. Zu Ashs Adaption von Latours Ressourcenbegriff siehe Ash 2017, S. 536–537.

10 Allerdings räumt Ash Dingen einen weniger wichtigen Status zu, als dies Latour in späteren Arbeiten tut.

Damit wendet sich Ash gegen die Rede von einer Indienstnahme der Wissenschaft und rückt stattdessen Interaktionen als Bedingungen von Handlungsmöglichkeiten in den Vordergrund.

Staat und Wissenschaft analytisch scharf zu trennen, wäre gerade für die Untersuchung einer entstehenden amtlichen Meteorologie problematisch. Vielmehr ist ein Verständnis von Staat und Wissenschaft angebracht, das zwar unterschiedliche Funktionsprinzipien berücksichtigt, aber vor allem Überlappungen greifbar macht. Eine solche Herangehensweise schlagen auch Axel Hüntelmann und Michael Schneider in ihren konzeptuellen Überlegungen zur Geschichte staatlicher, halbstaatlicher oder staatsnaher wissenschaftlicher Institutionen vor.¹¹ Sie machen deutlich, dass «Wissenschaft im Staat» sehr unterschiedliche Selbstverständnisse und Funktionen aufweisen konnte. Der Wissenschaftscharakter solcher Einrichtungen war oft nicht eindeutig und die Kategorien der Zurechnung nicht stabil. Dies ist im Hinterkopf zu behalten, wenn von Wissenschaft gesprochen wird. Anders als der bereits im 19. Jahrhundert verwendete Singularbegriff suggeriert, lässt sich das Prädikat «wissenschaftlich» nicht auf ein universelles und zeitlos gültiges Prinzip reduzieren. Dementsprechend wird im Folgenden genau zu ermitteln sein, welche situationsspezifischen Prägungen und Funktionen der Wissenschaftsbegriff jeweils aufwies. Zudem soll eine praxisgeschichtliche Perspektive verfolgt werden. Den konkreten Praktiken und materiellen Umständen im Herstellungsprozess wissenschaftlichen Wissens wird seit dem *practical turn* in den 1980er-Jahren viel Beachtung geschenkt. Einflussreich war dabei Bruno Latours Konzeptualisierung von «science in the making», die auch für diese Studie einen Orientierungspunkt bildet.¹²

Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt wird in dieser Untersuchung als Ausdruck und Katalysator einer Transformation des meteorologisch-klimatologischen Wissensfelds verstanden, die – so die leitende These – wesentlich vom fortwährenden Vereinbarmachen wissenschaftlicher, staatlicher und nationaler Interessenlagen geprägt war. Zur Überprüfung dieser These wird eine Analyse der Diskurse über die Relevanz der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt vorgenommen. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass die Gewichtung praktischer Nützlichkeit eine entscheidende Rolle im Verhältnis von Wissenschaft und Staat spielte. Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt positionierte sich als Informationsdienst, von dessen Tätigkeiten sowohl kantonale und bundesstaatliche als auch privatwirtschaftliche

11 Hüntelmann/Schneider 2010a. Siehe auch Schneider 2013.

12 Latour 1987, S. 4. Zum Programm einer Geschichte wissenschaftlicher Praktiken und zu ihren gesellschaftlichen Verwebungen siehe Pickering 1992.

Akteure einen praktischen Nutzen erwarten durften. Gleichzeitig zu diesem Nützlichkeitsanspruch lässt sich eine starke Orientierung an wissenschaftlichem Erkenntnistreben beobachten. Diese doppelte Referenz der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt soll im Folgenden spezifiziert werden. Dafür braucht es einen Analyserahmen, innerhalb dessen sich beide Diskursstränge untersuchen lassen. Hier kann an die Überlegungen des Soziologen David Kaldewey zur diskursiven Konstruktion von selbstzweckhafter Wahrheitssuche und praktischem Nutzen angeschlossen werden.¹³ Kaldewey plädiert dafür, praktische Nützlichkeit nicht einzig als eine Forderung zu betrachten, die von aussen an die Wissenschaft herangetragen wurde. Stattdessen betont er die Eigendynamik wissenschaftlicher Praxisdiskurse und ihre identitätsstiftende Funktion in Bezug auf Leistungsaspekte. Mit einem solchen kommunikationstheoretischen Zugang soll verständlich werden, wie die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt mit der ihr inhärenten Spannung von Praxisrelevanz und wissenschaftlichem Selbstzweck umging.

An den Aushandlungen über die Potenziale einer institutionalisierten Wetterbeobachtung und Wetterforschung waren nicht allein wissenschaftliche und staatliche Akteure beteiligt. Vielmehr handelte es sich um einen breiter gefassten Verständigungsprozess. Die öffentliche Resonanz meteorologisch-klimatologischer Wissensproduktion war ein wichtiger Faktor für deren staatliche Institutionalisierung, und diese wiederum veränderte das Verhältnis zwischen Wissenschaft, Staat und Öffentlichkeit. Solche gesellschaftlichen Interaktionen sind seit der kulturalistischen Wende der Wissenschaftsgeschichte vermehrt in den Blick genommen worden.¹⁴ Diese Perspektivenerweiterung wird im Folgenden umgesetzt, indem die Quellenbasis über bundesstaatliche und fachwissenschaftliche Materialien hinaus ausgeweitet wird. So soll der meteorologisch-klimatologische Wissensbestand in seiner kulturellen Prägung erfasst und auf seine gesellschaftliche Wirkung hin befragt werden können. Dadurch ergeben sich Anknüpfungspunkte zum Forschungsfeld der Wissensgeschichte, das sich in Abgrenzung zu einer eng geführten Geschichte wissenschaftlicher Disziplinen formiert hat und sich für die Zirkulation verschiedener Wissensformen interessiert.¹⁵ Im Weiteren kann die Studie auf neuere institutionengeschichtliche Zugänge zurückgreifen. Nachdem die Geschichtsschreibung zu wissenschaftli-

13 Kaldewey 2013.

14 Zu einer kulturhistorisch angeleiteten Wissenschaftsgeschichte siehe Dear 1995; Bödeker/Reill/Schlumbohn 1999; Landwehr/Stockhorst 2004, S. 146–169; Breidbach 2007; Brandt 2017. Damit rückten nicht nur gesellschaftliche Konstellationen, sondern auch historisch variable Sinnstiftungen in den Fokus.

15 Siehe Vogel 2004; Landwehr 2007; Sarasin 2011; Speich Chassé/Gugerli 2012; Frei/Bachem 2013; Greyerz/Flubacher/Senn 2013; Renn 2015; Müller-Wille/Reinhardt/Sommer 2017.

chen Institutionen für eine verengte Sichtweise auf das Innenleben der betreffenden Einrichtungen kritisiert worden war, entwickelten sich ab den 1990er-Jahren neue institutionengeschichtliche Perspektiven. Wichtige Denkanstöße für diese Neuorientierung lieferte der US-amerikanische Wissenschaftshistoriker Timothy Lenoir.¹⁶ Seither hat es sich in der Wissenschaftsgeschichte weitgehend durchgesetzt, Vorgänge der Institutionalisierung auf politische, kulturelle und soziale Dynamiken zu beziehen.¹⁷

Im Rahmen eines kulturhistorischen Zugangs zur Wissenschaftsgeschichte stellt sich auch die Frage nach dem Verhältnis von Wissenschaft und Nation neu. Die Forschung zu Nation und Nationalismus hat seit den 1990er-Jahren die Historizität und den Konstruktionscharakter der Nation hervorgehoben und intensiv analysiert. Aufbauend auf dieser Forschung wird im Folgenden die Nation als Vorstellung und Praxis verstanden, die seit dem 19. Jahrhundert die unterschiedlichsten Lebensbereiche prägte und kontinuierlich (re)konstruiert und repräsentiert worden ist. Die Ausdifferenzierung der modernen Naturwissenschaften erscheint auf den ersten Blick als Entwicklung, die dem Makrotrend der Nationalisierung gerade zuwiderlief. Zu ihren Charakteristika gehörten ein universalistisches Methodenverständnis, die Suche nach objektivem, universell gültigem Wissen und eine ausgeprägte inter- und transnationale Vernetzung. Dies gilt auch für die Meteorologie und die Klimatologie. Grenzüberschreitende Beziehungen blieben in diesem Forschungsbereich nicht nur wichtig, sondern gewannen sogar an Intensität. Sie erwiesen sich schon deshalb als Notwendigkeit, weil sich die Meteorologie und die Klimatologie mit Problemen auseinandersetzten, die sich einer nationalen Raumlogik entzogen. Wetter und Klima sind und waren stets Forschungsobjekte, die nationale Grenzen überschritten oder in ihren lokalen und regionalen Eigenheiten problematisiert wurden.

Wie Ralph Jessen und Jakob Vogel betonen, waren internationalistisches Ethos und Anspruch auf Universalität von Methoden und Wissen aber nur die eine Seite der modernen Wissenschaften. Die andere war ihre Verankerung in nationalstaatlichen Institutionenordnungen, ihre Integration in den nationalen Diskurs und die Produktion von Bildern der Nation, denen gerade aufgrund ihrer Wissenschaftlichkeit eine besondere Bedeutung zukam.¹⁸ Universalismus, Internationalisierung und Nationalisierung sind damit als Phänomene zu verstehen, die es in ihrer Gleichzeitigkeit und in ihren Verbindungen zu untersuchen gilt. Sebastian Conrad hat in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass die

16 Lenoir 1997.

17 Theoretische Überlegungen bieten vom Bruch 2000; Szöllösi-Janze 2005.

18 Jessen/Vogel 2002, S. 35.

Konstituierung nationaler Strukturen der Zunahme von internationalen Interaktionen nicht einfach vorausging, sondern die beiden Dynamiken nur in ihrer Wechselseitigkeit zu verstehen sind.¹⁹ Dies ist ein wichtiger Befund, wenn für die Meteorologie des späten 19. und frühen 20. Jahrhunderts die Gleichzeitigkeit von nationalem und internationalem Anspruch sowie von nationalen Raumbezügen und einer europäischen oder globalen Orientierung produktiv untersucht werden soll.²⁰ So war etwa die Vereinheitlichung der Praktiken innerhalb nationaler Räume verbunden mit international ausgehandelten Konventionen, die wiederum von nationalen Institutionen in ihren jeweiligen Räumen vermittelt und implementiert wurden.

Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt wird in dieser Studie als Untersuchungsobjekt verstanden, an dem sich die Verflechtung unterschiedlicher Raumbezüge exemplarisch analysieren lässt. Als Institution war sie Ergebnis und Agentur nationaler Vereinheitlichung und Integration. Sie definierte und implementierte nationale Standards, sie organisierte die Produktion von Daten, die die klimatischen Bedingungen abbilden sollten, unter denen sich das Leben von Schweizerinnen und Schweizern abspielte, sie erstellte eine nationale Klimatografie und organisierte einen nationalen Prognosedienst. Gleichzeitig partizipierte sie am Aufbau internationaler Strukturen und trat in diesem Zusammenhang als Repräsentantin einer schweizerischen Meteorologie auf, die sich in ihren Gemeinsamkeiten, Differenzen und Beziehungen zu anderen nationalen Meteorologien beschreiben liess. Indem sie diese Wechselwirkungen thematisiert, versteht sich diese Studie als Beitrag zur vertieften Erforschung der Beziehung von Wissenschaft und Nation, die insbesondere mit Blick auf die Naturwissenschaften noch wenig geklärt ist.

Pierre-Yves Saunier hat die Nation als «realisierte Kategorie» beschrieben.²¹ Dieser Begriff wird hier aufgegriffen, um deutlich zu machen, dass die nationale Rahmung der Meteorologie nicht nur als ideelles Konzept, sondern auch in ihren konkreten Folgen zu thematisieren ist. Die schweizerische Meteorologische Zentralanstalt repräsentierte als neue nationale Institution im Innern und gegen aussen eine schweizerische Meteorologie, die als solche mit anderen nationalen Meteorologien in Beziehung stand. Die Studie untersucht, wie der Nationalisierungsprozess die meteorologische Praxis rahmte und Meteorolo-

19 Conrads Begriff «Globalisierung des Nationalen» ist mit der These verknüpft, dass die Definition von Nation global ausgehandelt worden sei. Nationsdiskurse erscheinen somit nicht nur als Resultat binnennationaler Aushandlungen, sondern als Ergebnis globaler Prozesse. Siehe Conrad 2006, S. 316.

20 Zur Geschichte naturwissenschaftlicher Globalitätskonzepte siehe Schröder/Höhler 2005; Schröder 2011; Höhler 2015b.

21 Saunier 2013, S. 8.

gen zunehmend unter nationaler Perspektive arbeiteten. Zur Eruierung dieser Zusammenhänge wird ein besonderer Akzent auf den Vergleich als Werkzeug der historischen Akteure gelegt.²² Beim Aufbau und bei der Weiterentwicklung eines schweizerischen Beobachtungsnetzes spielte der Vergleich mit anderen nationalen Infrastrukturen eine zentrale Rolle. Die Institutionen entwickelten sich unter wechselseitiger Beobachtung. Ihre Repräsentanten verglichen Methoden und Ergebnisse und massen sich an den jeweils erzielten Leistungen. Vergleiche dieser Art, die unter dem Referenzpunkt der Nation angestellt wurden, trugen wesentlich zur nationalen Rahmung des meteorologisch-klimatologischen Wissensfelds bei.

Quellen und Literatur

Damit die Entstehung und Entwicklung der bundesstaatlich institutionalisierten Wetterbeobachtung und Wetterforschung als Beziehungs- und Verflechtungsgeschichte analysiert und in politische und gesellschaftliche Kontexte eingebettet werden kann, braucht es eine breite Basis gedruckter und ungedruckter Quellen. Das wichtigste Archiv für diese Studie ist das Schweizerische Bundesarchiv, wo Korrespondenzen, Sitzungsprotokolle und andere Materialien zur Zentralanstalt sowie zu ihrer Aufsichtskommission aufbewahrt sind. Daneben greift die Untersuchung auf das Archiv der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft sowie auf ausgewählte Bestände aus dem ETH-Archiv und mehreren kantonalen Archiven zurück. Bei den veröffentlichten Quellen umfasst der Korpus hauptsächlich wissenschaftliche und bundesstaatliche Publikationen, wobei zusätzlich auch Texte aus Verbandszeitschriften und der Tagespresse beigezogen werden.²³

Zahlreiche historische Forschungsarbeiten bieten Orientierungs- und Anregungspunkte für die vorliegende Studie. Indem im Folgenden die Institutionalisierung der Meteorologie und Klimatologie als ein wissenschaftliches und politisches Projekt untersucht wird, ergeben sich Schnittstellen verschiedener Forschungsbereiche der Wissenschaftsgeschichte, Umweltgeschichte, der Geschichte der Nationenbildung oder des modernen Staatsausbaus. Gerade die kulturhistorisch ausgerichtete Wissenschaftsgeschichte hat sich in den letzten Jahren vermehrt mit dem Zusammenhang von Wissenschaft und Politik beschäftigt. Dieses Untersuchungsfeld hat an Konjunktur gewonnen, ist aber bei wei-

22 Siehe zum Vergleich als «tool» der historischen Akteure Saunier 2013, S. 5.

23 Für eine eingehende Besprechung der verwendeten Quellen siehe das Kapitel «Quellenübersicht».

tem noch nicht ausgeschöpft. Das Verhältnis von Wissenschaft, Staat und Nation ist insbesondere mit Blick auf die Schweiz als sich formierender Nationalstaat noch wenig geklärt.²⁴

Aufbau

Die Auswertung ihres Quellenkorpus in Auseinandersetzung mit der Forschungsliteratur gliedert diese Untersuchung nicht chronologisch, sondern thematisch. Umrahmt von Einleitung und Schlusswort wird in drei Teilen je ein zentraler Aspekt der bundesstaatlichen Institutionalisierung von Wetterbeobachtung und Wetterforschung diskutiert: Teil I behandelt die strukturellen Veränderungen, Teil II den Bezug zu wissenschaftlichen Erkenntnisinteressen und Teil III die Gewichtung praktischer Nützlichkeit.

In Teil I wird gezeigt, wie ab 1860 eine neue organisatorische Struktur für meteorologische Beobachtungen entstand. Kapitel 1 untersucht, mit welchen Argumenten die Beobachtung des Wetters als eine Aufgabe des Bundesstaats ausgewiesen wurde. Die Gründung und spätere Verstaatlichung der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt wird als Prozess betrachtet, der nicht zwangsläufig verlief, sondern von situationsspezifischen Arrangements zwischen wissenschaftlichen und staatlichen Akteuren abhängig war. Dabei werden auch die Spezifika der schweizerischen Organisationsform im Vergleich zu anderen Staaten benannt. Kapitel 2 stellt die Standardisierungsbemühungen ins Zentrum und thematisiert damit die Beziehung zwischen der Zentralanstalt und den Beobachtern an den Stationen. Es weist nach, dass die Mitarbeit von Personen ohne fachliche Kenntnisse die Voraussetzung für eine landesweite Erfassung bildete und zugleich schwierig vereinbar war mit der Idealvorstellung einheitlicher, genauer und kontinuierlicher Beobachtungen. Zudem kommt zur Sprache, was der Statuswechsel der Zentralanstalt von einer Vereinsinstitution zu einer Behörde für die «freiwilligen Privatleistungen» bedeutete.²⁵ Kapitel 3 nimmt die Vernetzung mit Meteorologen und meteorologischen Institutionen anderer Staaten in den Blick. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts entstanden nicht nur Meteorologiebehörden innerhalb vieler Staaten, auch der grenzübergreifende Austausch verlief zunehmend über offizielle Kanäle. Es werden Motive für und gegen internationale Strukturen, Vereinbarungen und Projekte beleuchtet.

24 Ausführlich wird die thematisch relevante Forschungsliteratur im Kapitel «Forschungsstand» diskutiert.

25 Hagenbach-Bischoff 1881, S. 101.

In Teil II werden verschiedene Modi der meteorologisch-klimatologischen Datenproduktion in ihrem Verhältnis zu wissenschaftlichen Erkenntnisinteressen skizziert. Kapitel 4 widmet sich den Zielen und Auswirkungen des meteorologischen Beobachtungsnetzes, das mit der bundesstaatlichen Übernahme 1881 für «alle Zeiten» gesichert schien.²⁶ Da die Erhebung mit Stabilität konnotiert war, waren Veränderungen der Messbedingungen problematisch. Es wird verfolgt, welches Verständnis von Klima aus der statistischen Herangehensweise resultierte und wie die Zentralanstalt die schweizerischen Klimaverhältnisse darstellte. Kapitel 5 greift die Techniken des Datensammelns in höheren Atmosphärenschichten auf, um das Selbstverständnis der Zentralanstalt als Forschungseinrichtung zu untersuchen. Den Betrieb eines Gipfelobservatoriums und die Durchführung von Ballonaufstiegen verstand die vergleichsweise kleine schweizerische Institution als Beitrag zu einer theoretischen Erklärung der Wettervorgänge. Damit wandte sie sich – in Ergänzung zur Langzeitbeobachtung des Klimas – einer stärker physikalisch orientierten Meteorologie zu. Eine Geschichte der bundesstaatlichen Institutionalisierung hat sich auch mit der Frage auseinanderzusetzen, für welche Teile der meteorologisch-klimatologischen Wissensproduktion sich keine staatliche Zuständigkeit entwickelte. Kapitel 6 weitet in dieser Absicht den Fokus aus. Es beleuchtet, wie eine schweizerische Datengrundlage zu Klima- und Gletscherveränderungen entstand und welche Erklärungen daraus abgeleitet wurden. Gletschermessungen etablierten sich als Teil der Klimabeobachtung, wurden aber nicht in den Aufgabenbereich der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt aufgenommen.

Teil III untersucht den Anspruch der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, praktisch nützlich Wissen bereitzustellen. Welche potenziellen Anwendungsfelder sie für ihre Klimadaten identifizierte und zu bedienen versuchte, wird in Kapitel 7 gezeigt. Das Spektrum reichte dabei vom Kurwesen über die landwirtschaftliche Anbauplanung bis hin zur Wasserwirtschaft. Neben dem Verhältnis von Erwartung und Realisierung geht es auch darum, zu analysieren, wo die Zentralanstalt die Grenzen ihres Strebens nach praktischer Nützlichkeit zog, wie stark sie also jeweils Praxisrelevanz, aber auch Wissenschaftlichkeit akzentuierte. Kapitel 8 stellt dar, wie es dazu kam, dass sich Wetterprognosen trotz ihrer prinzipiellen Unsicherheit als wissenschaftlich akzeptiertes Verfahren etablierten. Erst sträubte sich die Meteorologische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, doch schliesslich führte die Zentralanstalt tägliche Wetterberichte mit Prognosen ein. Dies bildete den Auslöser für ihre Reorganisation als «amtliches ständiges Bureau» im Jahr 1881.²⁷ Beim Progno-

²⁶ Wolf 1891b, S. 25.

²⁷ *Bundesbeschluss* 1881, S. 22. Siehe auch *Botschaft des Bundesrates* 1880.

sedienst wird besonders deutlich, wie Nützlichkeitsversprechen gegenüber der Öffentlichkeit sowohl Chancen als auch Risiken bargen. Kapitel 9 rundet die Untersuchung ab, indem es anhand der Hagelthematik die ambivalente Position der Zentralanstalt zwischen Bedienung und Distanzierung von Erwartungen beleuchtet. Die Zentralanstalt begann zwar, Berichte zu Hagelschlägen zu sammeln, aber sah es nicht als ihre Aufgabe an, eine detaillierte Hagelstatistik zu führen. Auch die Hagelbekämpfungsversuche mit Kanonen verfolgte sie zunächst mit Interesse, kritisierte diese schliesslich jedoch als wissenschaftlich zu wenig abgestützt.

Teil I: Neue Strukturen der Meteorologie

1. Dezember 1863, 7 Uhr morgens: 88 Menschen in der Schweiz blickten konzentriert auf eine Quecksilbersäule und notierten daraufhin den abgelesenen, auf eine Kommastelle gerundeten Wert. Es war ihr erster Einsatz als Stationsinhaber des neu geschaffenen schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetzes. Dreimal täglich massen sie von nun an die Temperatur, die Feuchtigkeit und den Druck der Luft, bestimmten allfällige Niederschlagsmengen, erfassen die Windrichtung und Windstärke, beobachteten den Zug der Wolken und schätzten den Grad der Bewölkung. Alle Werte mussten die Beobachter fein säuberlich in Tabellen eintragen, die sie jeweils nach Monatsende an die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt in Zürich sandten. Durch die Schaffung nationaler, staatlich alimentierter Institutionen wie der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt nahm das meteorologisch-klimatologische Wissensfeld in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine neue Gestalt an. Mit einer institutionengeschichtlichen Perspektive kann gezeigt werden, unter welchen Bedingungen die Erhebung und Analyse meteorologischer Daten zu einem selbstverständlichen Teil der bundesstaatlichen Wissensproduktion wurde. Mit der nationalen Institutionalisierung der Wetterbeobachtung, der Regulierung von Beobachtern und aus der internationalen Kooperation entstanden neue Strukturen, die das zeitspezifische Verhältnis von Wissenschaft, Staat und Nation reflektieren.

1 Nationale Institutionalisierung

Die schweizerische Bundesversammlung bewilligte 1862 eine Subvention für das Projekt eines landesweiten meteorologischen Beobachtungsnetzes. Erstmals erklärte sich damit der Bundesstaat zuständig für die Förderung einer nationalen Datenerhebung zu Wetter und Klima. Zunächst auf Subventionen beschränkt, erweiterte sich diese Zuständigkeit in den folgenden Jahrzehnten auf den Unterhalt einer Meteorologiebehörde innerhalb der Bundesverwaltung. Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft suchte in den frühen 1860er-Jahren aktiv die Zusammenarbeit mit dem Bundesstaat. Sie ging eine Kooperation ein, um ein nationales meteorologisches Beobachtungsnetz mit qualitativ hochstehenden Instrumenten, einer zentralen Sammelstelle und jährlich erscheinenden Tabellenbänden zu verwirklichen. Die Wissenschaftlervereinigung profitierte von der finanziellen Unterstützung des Bundesstaats und richtete als Gegenleistung ihre Tätigkeiten an antizipierten oder formellen staatlichen Erwartungen aus. Für solche Verhältnisse hat der Wissenschaftshistoriker Mitchell Ash die Formulierung «Wissenschaft und Politik als Ressourcen füreinander» geprägt.¹

Im Folgenden werden das wissenschaftliche Projekt einer meteorologischen Datenerhebung und die Kompetenzerweiterung des schweizerischen Bundesstaats aufeinander bezogen. Die Institutionalisierung der Meteorologie wird also in den Kontext der Bundesstaatgeschichte gestellt. Dabei werden zuerst die sich im politisch-staatlichen Feld herausbildenden Interessen an der Wissensproduktion über Wetter und Klima untersucht und das Spektrum an verschiedenen Organisationsformen herausgearbeitet. Anschliessend wird erklärt, mit welchen Ambitionen die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft eine koordinierte Beobachtung des Wetters verknüpfte. Ihr dienten frühere Projekte als Orientierung, aber auch als Negativbeispiele, mit denen sie ihre eigenen Qualitätsansprüche kontrastierte. Ergänzend werden die Auswirkungen der Vereinheitlichung auf nationaler Ebene für periphere Projekte thematisiert. Weiter wird untersucht, weshalb sich trotz eines dezentralen Projektentwurfs eine zentralisierte Struktur herausbildete. Schliesslich zeigt ein letzter Teil des Kapitels, wie es der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt gelang, ihren zunächst auf das Sammeln und Publizieren von Daten beschränkten Aufgabenbereich nach und nach zu erweitern, sodass sie am Anfang des 20. Jahrhunderts als gesetzlich abgesicherte Dienstleistungs- und Forschungsanstalt dastand.

1 Ash 2002.

Meteorologie als Staatsaufgabe?

Wenn die 1815 gegründete Schweizerische Naturforschende Gesellschaft ihre mehrtägigen Jahresversammlungen abhielt, kamen gut situierte Männer mit teils unterschiedlichen politischen Positionen, aber einem gemeinsamen Interesse an den Naturwissenschaften zusammen. Die nationale Organisation, die sich als «Vereinigungspunkt für alle wahren Freunde der vaterländischen Natur» sah, stand in der Tradition der gelehrten Gesellschaften, wie sie in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts gegründet worden waren.² An ihre Versammlungen, die an wechselnden Orten stattfanden, lud die Vereinigung nicht nur ihre Mitglieder ein, sondern hiess immer auch einige Wissenschaftler aus dem Ausland, Repräsentanten anderer Gesellschaften, Museen oder Bildungseinrichtungen sowie Politiker als Gäste willkommen. Die Gründung des Bundesstaats im Jahr 1848 wurde von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, die sich als apolitische Vereinigung verstand, zwar nicht explizit als Erfolg gefeiert. Dennoch ist klar erkennbar, dass sie das Projekt eines Bundesstaats mitgetragen hat und Beziehungen zu dessen Funktionsträgern pflegte. Zum Beispiel betraute sie 1850 Bundesrat Friedrich Frey-Herosé mit der Organisation ihrer Mitgliederversammlung und wählte ihn zum Jahrespräsidenten.³ Frey-Herosé, der neben seiner politischen Tätigkeit 18 Jahre lang der Aargauischen Naturforschenden Gesellschaft vorstand, referierte in seiner Eröffnungsrede über organische Chemie und pries einleitend den neu geschaffenen Bundesstaat als Republik, in der eine «allgemeine Liebe zu den Wissenschaften» selbstverständlich sei.⁴ Diese «Liebe» zu fördern, lag 1850 indes nicht im Kompetenzbereich des noch kaum gefestigten Bundesstaats.

Frey-Herosé blieb der einzige Jahrespräsident der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, der in der Landesregierung sass. Bundesräte standen aber regelmässig auf der Gästeliste. 1860 nahm Giovanni Battista Pioda, Vorsteher des Eidgenössischen Departements des Innern, an der Zusammenkunft in Lugano teil. Mit der Einladung des Bundesrats unterstrich das Tessiner Organisationskomitee den gesamtschweizerischen Bedeutungsanspruch des Anlasses. Bundesrat Pioda erfüllte an der Naturforscherversammlung nicht nur die Rolle eines willkommenen Repräsentanten, sondern brachte auch ein Anliegen vor. Im Namen des Statistischen Bureaus, das er vor wenigen Monaten innerhalb seines Departements gegründet hatte, äusserte er den Wunsch nach einem

2 Kupper/Schär 2015a, S. 284. Siehe zu den Gelehrtenvereinigungen, die vielfach mit dem Ziel gegründet worden waren, mit neuem Wissen wirtschaftliche und gesellschaftliche Probleme besser lösen zu können, Im Hof 1984; Erne 1988.

3 *Protokolle der allgemeinen Sitzungen* 1849, S. 24.

4 Frey-Herosé 1850, S. 5.

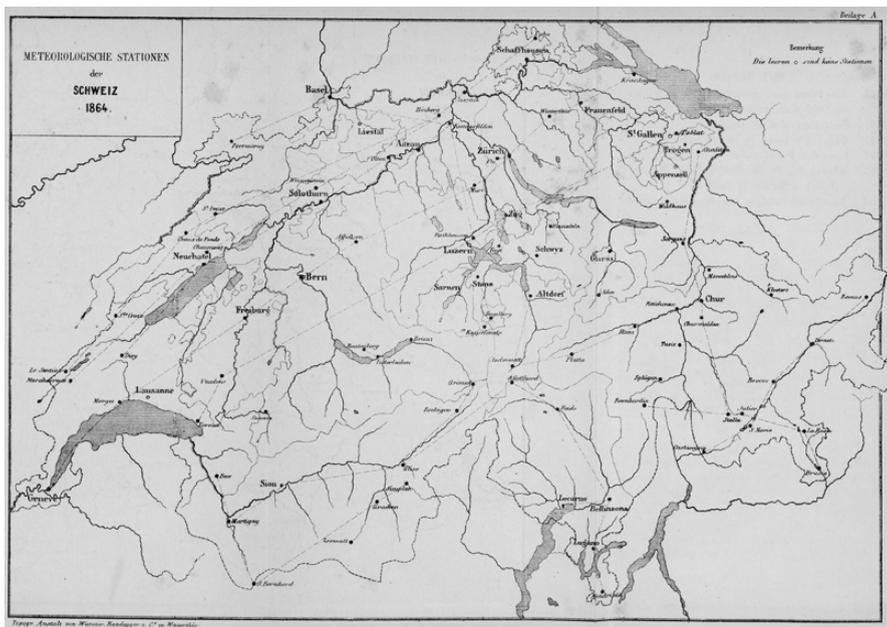


Abb. 1: Das schweizerische meteorologische Messnetz nahm im Dezember 1863 seinen Betrieb auf. Die Stationsorte sind auf dieser Karte von 1864 mit schwarzen Punkten markiert.

schweizweiten System meteorologischer Beobachtungen.⁵ Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft fasste Piodas Anfrage als ein Angebot finanzieller Unterstützung auf und setzte eine Kommission zur Ausarbeitung des Projekts ein.⁶ Pioda seinerseits erreichte, dass die Regierung bei der Bundesversammlung 8000 Franken für meteorologische Beobachtungen beantragte.⁷ Die Räte bewil-

5 Diese Intervention war in vorgängiger Absprache mit einigen Mitgliedern der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft erfolgt. Siehe das Protokoll der Jahresversammlung von 1860 in Fräschina 1860, S. 15.

6 Die 1860–1880 existierende Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft wurde meistens als «meteorologische Commission», teils auch als «schweizerische meteorologische Commission» bezeichnet. Die 1881 nachfolgende, vom Bundesrat gewählte Fachkommission war als «eidgenössische meteorologische Commission» gegründet worden. Die Bezeichnungen, beispielsweise in den Sitzungsprotokollen, variierten bezüglich «eidgenössisch» oder «schweizerisch», Gross- und Kleinschreibung sowie «Commission» und «Kommission». In der vorliegenden Untersuchung wird die Bezeichnung «Schweizerische Meteorologische Kommission» (bis 1880) respektive «Eidgenössische Meteorologische Kommission» (ab 1881) teils in vollständiger, teils in abgekürzter Form verwendet.

7 Siehe das Protokoll der Bundesratssitzung vom 8. 1. 1862 (BAR, E1004.1, Bd. 48). Die Mittel

ligten diese Subvention für das Jahr 1862 und erneuerten sie danach jährlich, wobei der Betrag bis 1880 schrittweise auf das Doppelte erhöht wurde.

Das war eine neue Form der bundesstaatlichen Naturwissenschaftsförderung. Ihren Anfang hatten die Aufwendungen des Bundes für naturwissenschaftliche Forschung 1855 genommen, als der junge Staat das Eidgenössische Polytechnikum gegründet hatte. 1859 setzten dann die Zahlungen an die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft ein: Als Erstes erhielt diese Subventionen, um geologische Karten zu erstellen.⁸ Der drei Jahre später gesprochene Bundesbeitrag für meteorologische Beobachtungen war der zweite Akt dieser Wissenschaftsunterstützung in Form der Vereinsförderung. Damit begann die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, Projekte in offiziellem Auftrag des Bundes durchzuführen. Ihre Bedeutung war dadurch nicht länger nur die einer nationalen Vereinigung der interessierten «Liebhaber der Natur» sowie der «wirklichen Gelehrten», sondern sie leistete nun auch Zuarbeit für den Bundesstaat.⁹ In dieser Rolle war die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft daran beteiligt, staatliche Strukturen aufzubauen. Bald subventionierte der Bund weitere Arbeiten der Naturforschenden Gesellschaft: ab 1863 im Bereich Hydrometrie oder ab 1878 im Bereich Erdbebenforschung. Obwohl es sich anfangs um kleine Summen handelte, markierte diese Zuweisung finanzieller Mittel einen Konsolidierungsschritt für den schweizerischen Bundesstaat, der mit der Wissenschaftsförderung seinen Zuständigkeitsbereich erweiterte und längerfristig gesehen vom so erzeugten Wissen profitierte.

Bei den bundesstaatlich mitfinanzierten Projekten der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft handelte es sich um naturbezogene Bestandsaufnahmen. Hier überlagerten sich wissenschaftliche und staatliche Interessen. Eine Schnittmenge existierte, weil sich das staatliche Wissensbedürfnis in vieler Hinsicht mit dem Streben der empirischen Wissenschaften deckte, möglichst umfassend Informationen zu sammeln. Der Historiker Peter Burke bezeichnet die Wissenschaftler des 19. Jahrhunderts treffend als «Vermessungsenthusiasten».¹⁰ Sie bemühten sich – wie ihre Vorgänger seit der Aufklärungszeit – um quantifizierte Wissensformen.¹¹ Zahlenförmige Informationen wiesen den Vorteil auf,

wurden im Rahmen eines Nachtragskredits im Februar 1862 von der Bundesversammlung genehmigt.

8 Die Bundesversammlung bewilligte 1859 den Vorschlag des Bundesrates, der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft für das Erstellen einer geologischen Karte der Schweiz 3000 Franken zur Verfügung zu stellen. Siehe Heim 1915a, S. 81.

9 Wytttenbach/Studer/Meisner 1816, S. 6. Zum Selbstbild der Vereinigung siehe Kupper/Schär 2015a.

10 Burke 2014, S. 78.

11 Zum «quantifying spirit» seit der Aufklärung siehe Frängsmyr/Heilbron/Rider 1990. Zur



Abb. 2: Für ihre Jahresversammlung 1880 entwarf die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft eine Einladungskarte, auf der sieben fleissige Zwerge für Helvetia wissenschaftliche Dienste erbringen.

dass sie sich tabellarisch ordnen und auch statistisch bearbeiten liessen.¹² Die Erhebung einheitlicher Daten und ihre vergleichende Bearbeitung etablierten sich als wesentliches Element wissenschaftlicher Erkenntnisstrategien. Dank dieses Verfahrens sollten auf induktivem Weg bislang verborgene Gesetzmässigkeiten der Natur sichtbar werden.

Von staatlicher Seite wurden den Bestandsaufnahmen ebenfalls wichtige Funktionen zugeschrieben. Sie waren mit einem Verständnis von Staatlichkeit verbunden, das sich massgeblich darüber definierte, das gesamte Territorium vollständig zu erfassen und zu durchdringen: Ein moderner Staat konnte nicht nur den genauen geografischen Verlauf der Grenzen seines Territoriums, die Zahl und Zusammensetzung der auf diesem Territorium lebenden Bevölkerung, sondern er verfügte auch über eine genaue, wissenschaftliche Kenntnis der naturbezo-

Quantifizierung als Vertrauentchnologie siehe Porter 1994; Porter 1995. Siehe auch aus wissenschaftssoziologischer Perspektive Heintz 2007.

¹² Als Überblick zur Konjunktur statistischen Denkens siehe Desrosières 2005.

genen Zustände.¹³ Der US-amerikanische Historiker Charles Maier beschreibt die zunehmende Aufmerksamkeit von Staaten für die Erschliessung der Gebiete innerhalb ihrer Grenzen als «Prozess der Territorialisierung».¹⁴ Um staatliche Interessen an einer administrativen Registrierung der Natur zu erfassen, kann auf den Begriff «Lesbarkeit» des Politikwissenschaftlers James Scott zurückgegriffen werden. Er hat Ende der 1990er-Jahre in seiner viel zitierten Studie *Seeing like a State* analysiert, wie Staaten danach strebten, Gesellschaft und Natur rationell zu verwalten.¹⁵ Seine These lautet, dass sich das Projekt der Moderne darin manifestiere, Gesellschaft und Natur lesbar zu machen.¹⁶ Die staatliche Förderung der Erfassung von Naturverhältnissen lässt sich im Anschluss an Scott also als einen Aspekt staatlicher Rationalisierungs- und Zentralisierungsbestrebungen deuten. Am frühesten zeigten sich diese bei Kartenprojekten. Karten stellten ein entscheidendes Instrument dar, um soziale, wirtschaftliche oder naturbezogene Verhältnisse innerhalb des Territoriums zu systematisieren.¹⁷ Viele der Erschliessungsprojekte zu Vegetation, Wasserhaushalt oder geologischen Bedingungen zielten auf eine gesteigerte Ressourcennutzung.¹⁸ Beim Lesbarmachen des Klimas ging es in erster Linie darum, sich eine genaue Kenntnis der «gegebenen Bedingungen» zu verschaffen.¹⁹

In der Schweiz operierten die Projekte zur Ermittlung der Zustände des Landes in einem heiklen Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Ob der Bund oder jeder Kanton selbst dafür sorgen sollte, dass sein Territorium erfasst und erforscht würde, wurde in einem längeren Prozess ausgehandelt. Schrittweise erlangte der Bundesstaat mehr Zuständigkeiten. Dennoch funktionierten die meisten Projekte, die naturbezogene Verhältnisse erfassen sollten, in der Schweiz des 19. Jahrhunderts föderalistisch-kooperativ. Oft beschränkte sich die Rolle des Bundes darauf, die kantonalen Behörden zur Zusammenarbeit anzuhalten. Das war beispielsweise bei den hydrometrischen Messungen der Fall: Viele Kantone besaßen eigene Pegelmessnetze, über die sich der Bundesrat

13 Siehe dazu Burke 2014, S. 143–151.

14 Siehe Maier 2000.

15 Scott 1998. Aufschlussreich ist insbesondere das Kapitel zur preussischen Forstplanung des 19. Jahrhunderts. Scotts Konzept der Lesbarkeit von Natur und Gesellschaft wird teilweise als zu schematisch und zu vereinfachend kritisiert. Allgemein zu Wissen als Ressource staatlicher Gestaltungsmacht siehe die Beiträge in Collin/Horstmann 2004.

16 Scotts Modernebegriff hat fundierte Kritik erfahren: Der Globalhistoriker Frederick Cooper kritisiert überzeugend, dass Scott unterschiedliche Phänomene zu stark vereinfacht, um sie als Versuche staatlicher Lesbarmachung darstellen zu können. In Kritik steht Scott auch deshalb, weil er jede Grossplanung a priori negativ bewertet. Siehe Cooper 2012, S. 239–242.

17 Siehe zur Schweiz Gugerli/Speich 2002.

18 Scott beleuchtet die preussische Forstplanung des 19. Jahrhunderts als paradigmatischen Fall. Siehe Scott 1998, S. 11–52.

19 Mousson 1864, S. 196.

1863 mit einer Umfrage einen Überblick verschaffte. Die Wasserstandsmessungen blieben Kantonssache, aber ein neu gegründetes und vom Bund finanziertes Hydrometrisches Zentralbureau sammelte und publizierte schweizweit deren Ergebnisse und arbeitete darauf hin, die Verfahren zu vereinheitlichen.²⁰

Einige wenige Kantone, namentlich Tessin, Thurgau und Bern, begannen in den 1840er- und 1850er-Jahren, meteorologische Beobachtungsstationen finanziell zu unterstützen.²¹ Der Kanton Tessin gewährte 1843 einen Beitrag für Meteorologie, mit dem Beobachtungen in Lugano und auf dem Gotthardpass finanziert wurden.²² Mitte der 1850er-Jahre unterstützte die Thurgauer Regierung die kantonale naturforschende Gesellschaft dabei, fünf Beobachtungsstationen zu betreiben, deren Ergebnisse in eine Agrarstatistik einfließen sollten.²³ Der Kanton Bern finanzierte ab 1859 acht meteorologische Stationen, die dann 1863 in das neue nationale Beobachtungsnetz integriert wurden. Die Ortswahl und die Ausrüstung der Stationen wurden der Naturforschenden Gesellschaft in Bern überlassen. Der nationalen Dachorganisation kam diese Aufgabe wenig später für das schweizweite Netz zu. Sowohl im bernischen als auch im nationalen Netz waren die Instrumente staatlich finanziert, während die Beobachter grossmehrheitlich unbezahlt arbeiteten. Wichtigster Unterschied war, dass die Naturforschende Gesellschaft in Bern für den grössten Teil der Publikationskosten der Berner Beobachtungsergebnisse aufkam, wohingegen die Druckkosten im nationalen Netz von bundesstaatlicher Seite getragen wurden.

Angesichts dieser kantonalen Initiativen drängt sich die Frage auf, weshalb in den 1860er-Jahren ein nationales meteorologisches Beobachtungsnetz und nicht weitere kantonale Netze nach dem Vorbild Berns geschaffen wurden. Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft argumentierte, die Kantonsgebiete seien zu klein, um Wetter- und Klimaphänomene gründlich zu erforschen.²⁴ Nur ein landesweites Beobachtungsnetz entsprach ihrem Bedürfnis nach einer grossflächigen Untersuchung. Heinrich Wild, der als Direktor des Berner Observatoriums astronomische und meteorologische Themen bearbeitete, konstatierte 1860, dass es der Meteorologie bisher kaum gelungen sei, «die beobachteten

20 Siehe die Umfrage Pioda 1863. Siehe zum Hydrometrischen Bureau, für das die Hydrometrische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft verantwortlich war, bis es 1872 in die Bundesverwaltung eingegliedert wurde, Epper 1907; Schinz 1915; Vischer 1988.

21 Für einen Überblick Mousson 1864, S. 200.

22 Wolf 1864 (1865), S. IV. Diese Beobachtungen blieben unveröffentlicht. Siehe Billwiller junior 1927b, S. 17.

23 Die Agrarstatistik kam jedoch nie zum Abschluss. Von den fünf Beobachtungsstationen wurden 1863 zwei in das eidgenössische Netz aufgenommen. Siehe zum meteorologischen Beobachtungsnetz im Kanton Thurgau Bürgi 2004.

24 Mousson 1864, S. 201.

Erscheinungen auf ihre nähern oder fernern Ursachen zurückführen».²⁵ Er begrüßte deshalb das Projekt der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, die Beobachtungen auszuweiten und so einen Grundstock an verlässlichen und standardisierten Daten zu schaffen. Die Initiatoren des schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetzes formulierten zudem eine spezifische Problemstellung: die Frage, wie topografische Gegebenheiten das Wetter beeinflussten.²⁶ Die schweizweiten meteorologischen Beobachtungen sollten also helfen, die Wirkung geografischer Faktoren auf das Wetter aufzudecken. Die stark gegliederte Schweiz schien dafür ein geeignetes Terrain – nach dem Präsidenten der Meteorologischen Kommission, Albert Mousson, sogar das beste.²⁷

Wissenschaftliche Fragen wie diejenige nach den Einflüssen der Topografie auf das Wetter bildeten nicht den einzigen Bezugspunkt der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Sie argumentierte, dass sich mit ihren Erhebungen zu den Naturverhältnissen die wirtschaftliche Produktivität verbessern lasse. Besonders prägnant erscheint dieser Anspruch in einer Rede, die der Geologe Albert Heim Anfang des 20. Jahrhunderts im Auftrag der Naturforschenden Gesellschaft vor schweizerischen Parlamentariern hielt. Er sagte: «In der allseitigen Erkenntnis des Landes nach Boden, Wasser, Klima, Pflanzen, Tieren, Menschen liegen die Wurzeln für den wirtschaftlichen Fortschritt und das Wohlergehen.»²⁸ Daraus leitete Heim ab, dass es die Aufgabe «jedes modernen Staates» sei, an der Erforschung der Natur mitzuarbeiten.²⁹ Im Fall der Meteorologie entsprach der schweizerische Bundesstaat dieser zugeschriebenen Verantwortlichkeit. Auf welcher argumentativen Grundlage unterstützte er die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft dabei, ein nationales Beobachtungsnetz aufzubauen? Bundesrat Pioda nannte die Volkswirtschaft im Allgemeinen und die Landwirtschaft im Besonderen als Nutzniesser meteorologischer Beobachtungen.³⁰ Er stellte damit das Argument der praktischen Relevanz ins Zentrum. Da viele Wirtschaftszweige direkt oder indirekt vom Wetter abhängig waren, bot die Förderung der Meteorologie dem jungen Bundesstaat eine Chance dar, seinen Einsatz für die «Wohlfahrt» des Landes zu demonstrieren.³¹ Der Dienst an der Öffentlichkeit stellte also die zentrale Legitimierung dafür dar, die Finan-

25 Wild 1860, S. 91.

26 Mousson 1861, S. 90; Mousson 1862a, S. 489–491. Die Ergebnisse des Beobachtungsnetzes wurden denn auch als Anhaltspunkte der sogenannten «orographischen Meteorologie», das heisst der sich mit den topografischen Strukturen der Erdoberfläche beschäftigenden Meteorologie, rezipiert. Siehe zum Beispiel Mühry 1865, S. 6.

27 Mousson 1864, S. 203.

28 Heim 1917, S. 34.

29 Ebd.

30 Siehe Pioda 1862, S. 482.

31 Ebd.

zierung der meteorologischen Wissensproduktion als notwendige Staatsausgabe auszuweisen.

Organisationsformen zwischen Wissenschaft und Staat

Ein meteorologisches Beobachtungsnetz war mit bedeutenden Kosten verbunden: Stationen mit Instrumenten auszurüsten, eine Sammelstelle mit genügend Personal zu unterhalten und Tabellenbände zu publizieren, waren teure Aufgaben. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts lässt sich in Europa eine Art Dominoeffekt beobachten, bei dem sich ein Staat nach dem anderen zu grösseren finanziellen Aufwendungen für meteorologische Beobachtungen bereitfand. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts flossen zwar bereits Staatsmittel in die Meteorologie, und viele astronomische Observatorien, die staatlich alimentiert wurden, stellten meteorologische Beobachtungen an.³² Grössere Beiträge für Beobachtungsnetze leisteten alle Staaten aber erst in der zweiten Jahrhunderthälfte. In einigen Ländern übernahmen es bestehende staatliche Observatorien, meteorologische Beobachtungsnetze zu koordinieren. Sie beschäftigten sich neben ihrem astronomischen Schwerpunkt mit Physik, Geodäsie, Geomagnetismus oder eben Meteorologie und galten als bestqualifiziert für präzise Messungen. Aus den Wissensbereichen, die sich in Observatorien überlappten, entwickelten sich zunehmend separierte Disziplinen. Dementsprechend wurde es schwieriger, die Wetterbeobachtung in bestehende Observatorien zu integrieren.³³ Ein zweiter Weg der Organisation bestand darin, dass wissenschaftliche Vereine meteorologische Beobachtungsnetze lancierten. Dieser Lösungsansatz war naheliegend, da viele Vereinsmitglieder bereits eigene Wetterbeobachtungen anstellten. Jedoch strapazierten die Koordinationsarbeiten und vor allem die hohen Kosten, die mit der Publikation der gesammelten Beobachtungen verbunden waren, die Kapazitäten der Vereine, sodass nach Alternativen gesucht wurde.

Angesichts dieser Entwicklungen, sowohl der disziplinären Spezialisierung von Observatorien als auch der finanziellen Überforderung von Vereinen, entstand ein politischer Handlungsraum für staatliche Massnahmen im Bereich der Meteorologie. Zwischen 1850 und 1900 schufen die meisten europäischen und

32 Neben der Astronomie befassten sich viele Observatorien mit Meteorologie, Geomagnetismus oder Ozeanografie. Für einen Überblick über Observatorien im 19. Jahrhundert Aubin/Bigg/Sibum 2010. Eine gute Fallstudie zum Observatorium des Collegio Romano bietet Mazzotti 2010.

33 Siehe zur Ausdifferenzierung der beobachtenden Wissenschaften ab Ende des 19. Jahrhunderts Locher 2006a. Zur zunehmenden Forderung nach einer Trennung von Meteorologie und Astronomie siehe Davis 1984, S. 380.

nordamerikanischen Staaten meteorologische Institute. Ein frühes Beispiel ist das 1847 gegründete Königlich Preussische Meteorologische Institut in Berlin.³⁴ Obwohl solche selbstständigen Staatsinstitute zur Regel wurden, bildeten die deutschen Staaten in den folgenden Jahrzehnten dennoch eine Ausnahme: Nach der Reichsgründung 1871 entstand keine nationale meteorologische Institution, sondern jeder Gliedstaat hatte für sich oder im Verbund mit Nachbarstaaten seine eigene Einrichtung. Die Deutsche Seewarte in Hamburg sammelte als imperiales Institut zwar Daten aus dem ganzen Reich, war den meteorologischen Einrichtungen der deutschen Staaten aber nicht übergeordnet. Erst 1934 entstand ein Reichswetterdienst.³⁵ Ansonsten etablierten sich meistens meteorologische Institutionen auf nationalstaatlicher Ebene. Dass sich dieses Modell schnell verbreitete, zeigt der Fall Italien. Der 1861 gegründete italienische Nationalstaat beschloss bereits 1863, eine meteorologische Behörde aufzubauen.³⁶ In Frankreich, wo verschiedene wissenschaftliche Vereine und ab den 1850er-Jahren zusätzlich das renommierte Pariser Observatorium Beobachtungen sammelten, gründete das Bildungsministerium 1870 ein neues Observatorium, das ausschliesslich der Meteorologie dienen sollte.³⁷ Viele Staaten gliederten ihre meteorologischen Anstalten den Landwirtschafts- oder Handelsministerien an. In den USA war während zweier Jahrzehnte, von 1870 bis 1891, das Kriegsministerium zuständig. Es übernahm ein Netz mit über 600 Beobachtungsstationen, das eine Stiftung betrieben hatte, und baute einen telegrafischen Prognosedienst auf.³⁸ Allerdings wurde das Fehlen einer «natürlichen Verbindung» zwischen Meteorologie und Militär als problematisch erachtet, sodass 1891 das Landwirtschaftsministerium das Weather Bureau übernahm.³⁹ Einige Jahrzehnte später entstanden in den meisten Ländern allerdings enge Beziehungen zwischen meteorologischen Behörden und dem Militär. Im Ersten Weltkrieg bauten die Krieg

34 Weitere Beispiele sind die k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien (1851 gegründet), das britische Meteorological Department of the Board of Trade (1854 gegründet) oder das Königlich-Niederländische Meteorologische Institut (1854 gegründet). Für einen Überblick über die Einrichtungen verschiedener Staaten Hellmann 1878; Hellmann 1880; Bayard 1899.

35 Zu den verschiedenen deutschen Landeswetterdiensten bis 1934 siehe Wege 2002, S. 29–61.

36 Zur Direzione di Meteorologia siehe Hellmann 1880, S. 58.

37 Das 1870 gegründete Observatorium zu Montsouris übernahm das Publikationsorgan der Meteorologischen Gesellschaft, nicht aber die Betreuung des Sturmwarnungsdienstes, den das Observatoire impérial de Paris ab 1855 mit telegrafierenden Stationen inner- und ausserhalb Frankreichs aufgebaut hatte. Siehe Davis 1984; Pelosse 1990; Locher 2008; Locher 2009a.

38 Siehe zur Einrichtung aus der Perspektive des Signal Service Corps Myer 1873. Vgl. auch europäische Berichte: Jelinek 1872; *Literaturbericht* 1876; *Über die Entwicklung und Zukunft des Wetterbureaus* 1887.

39 Der Secretary of War empfahl bereits 1881 eine Loslösung der Meteorologie von der Armee mit dem Argument, es bestehe keine «natürliche Verbindung». Siehe Fleming 2000, S. 328. Siehe zu den Entwicklungen in den USA auch Fleming 1990.

führenden Staaten ihre Wetterdienste bedeutend aus. In der Schweiz waren Meteorologie und Armee erst ab Beginn des Zweiten Weltkriegs enger verknüpft.⁴⁰ In der Schweiz erfolgte die Gründung einer staatlichen meteorologischen Anstalt vergleichsweise spät. Das hängt damit zusammen, dass die 1862 einsetzende staatliche Beteiligung in Form von Subventionen an die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft zunächst alle beteiligten Akteure zufriedenstellte. Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, die von der Naturforschenden Gesellschaft betrieben, aber grösstenteils vom Bundesstaat finanziert wurde, funktionierte ähnlich wie die anderswo direkt in die staatliche Verwaltung integrierten Einrichtungen. Von Anfang an versuchte die Naturforschende Gesellschaft, für das Beobachtungsnetz einen offiziellen Status einzufordern. Das funktionierte nicht immer. Als die Meteorologische Kommission 1863 eine amtliche Portofreiheit verlangte, lehnte das Postdepartement den Antrag ab mit der Begründung, «dass die Mitglieder der Kommission und die Beobachter nicht mit öffentlicher Autorität bekleidete Stellen und vom Bund oder den Kantonen erwählte Beamte» seien.⁴¹ Dieses Beispiel zeigt, dass die Grenzen der Staatlichkeit nicht eindeutig waren und Konflikte erzeugen konnten.

17 Jahre nach ihrer Gründung wurde die Meteorologische Zentralanstalt mit einem Bundesbeschluss verstaatlicht. Sie stand ab 1881 unter Oberaufsicht des Departements des Innern, ohne diesem aber direkt eingegliedert zu sein. Einen solchen Übergang von einer Vereinsinstitution zu einer Staatsanstalt hatten mehrere spätere Bundesinstitutionen mit der Meteorologischen Zentralanstalt gemein. Am auffälligsten sind die Gemeinsamkeiten mit dem Hydrometrischen Zentralbureau, das 1866 auf bundesrätliche Anregung hin von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gegründet worden war.⁴² Diese führte das Bureau mit finanzieller Unterstützung des Bundes, bis es 1872 in das neu geschaffene Eidgenössische Oberbauinspektorat eingegliedert wurde.⁴³ Als die Meteorologische Zentralanstalt 1881 verstaatlicht wurde, schrieb der Bundesrat, die Schweiz werde dadurch «auf die Höhe der Nachbarstaaten» gehoben.⁴⁴ Er argumentierte also mit dem Hinweis auf Entwicklungen in anderen Staaten dafür, dass die Institution nun einen amtlichen Status und wesentlich mehr Mit-

40 In der Schweiz wurde erst zu Beginn des Zweiten Weltkriegs ein Armeewetterdienst geschaffen, in dem die Berufsmeteorologen der Meteorologischen Zentralanstalt eine wichtige Rolle spielten.

41 Schreiben Eidgenössisches Departement des Innern (im Folgenden «EDI») an Postdepartement, 11. 9. 1863; Schreiben Postdepartement an EDI, 28. 9. 1863 (beide in BAR, E88 1000/1167, 95).

42 Pioda 1863; Kopp 1866.

43 1908 wurde das Bureau zur selbstständigen «Abteilung für Landeshydrographie», die ab 1915 «Abteilung für Wasserwirtschaft» hiess. Siehe Epper 1907; Collet 1918; Vischer 1988.

44 *Bericht des Bundesrates* 1881, S. 104.

tel erhalten sollte. Das Argument der drohenden Rückständigkeit hatte die Meteorologische Kommission bereits in den 1860er-Jahren bedient, um eine bessere Finanzierung einzufordern.⁴⁵

Die Bundesmittel verwendete die Meteorologische Zentralanstalt in ihren Anfangsjahren hauptsächlich dafür, die eingesandten Beobachtungen zu publizieren. 1881 kamen tägliche Wetterberichte mit Prognosen hinzu. Das Beobachtungsnetz konnte die Zentralanstalt nur betreiben, weil Vereine, Bildungseinrichtungen, kantonale Behörden oder einzelne Personen mithalfen, die Stationen zu finanzieren. Ein gutes Beispiel für die Mischfinanzierung des Netzes ist die meteorologische Station Luzern: Sie war 1880 auf Initiative von Xaver Arnet, der an der dortigen höheren Lehranstalt Physik lehrte, und auf Kosten der Naturforschenden Gesellschaft Luzern eingerichtet worden. In der Folge beteiligten sich der Kanton, die Stadt sowie die Korporation Luzern, die Gotthardbahn, die Dampfschiffverwaltung und die Ärztesgesellschaft an der Finanzierung der Stadtluzerner Beobachtungen.⁴⁶ Die Meteorologische Zentralanstalt publizierte die monatlichen Mittelwerte in ihren *Annalen* und zusätzlich veröffentlichte Xaver Arnet, der die Beobachtungen ehrenamtlich ausführte, tägliche Wettermeldungen und Zusammenfassungen zu jedem Quartal.

Auch in anderen Ländern brachten neu geschaffene Sammelstellen die heterogenen Organisationsstrukturen nicht zum Verschwinden. In Grossbritannien existierten bis in die 1870er-Jahre sogar mehrere eigenständige Beobachtungsnetze, obwohl es seit 1854 eine staatliche meteorologische Institution gab.⁴⁷ Deren Aufgabe beschränkte sich darauf, Beobachtungen zu sammeln und zu publizieren. Die Stationen, die Kopien ihrer Beobachtungstabellen an die staatliche Stelle sandten, gehörten dem Statistikamt, dem Observatorium von Greenwich oder der Meteorologischen Gesellschaft an. Auf eine Vereinheitlichung einigten sich die Beteiligten erst, als sie der erste Internationale Meteorologische Kongress 1873 dazu aufforderte. Katherine Anderson hat in ihrer Studie zur Meteorologie im viktorianischen England zudem gezeigt, dass die Frage nach dem richtigen Mass staatlicher Tätigkeit über Jahrzehnte virulent blieb.⁴⁸ Ein strittiger Punkt war vor allem der Prognosedienst, den viele meteorologische Einrichtungen als Aufgabe übernahmen, vereinzelt bereits in den 1860er-Jahren, vielerorts in den 1870er-Jahren, in der Schweiz sogar erst 1881. Ende des 19. Jahrhunderts hatten staatliche Meteorologiebehörden überall die Doppelaufgabe von Datensammeln und Prognosedienst inne. Damit waren die jeweiligen Staaten offiziell verantwortlich dafür, auf ihren Territorien Beobachtungen zu koordinieren, Resultate

45 Siehe zum Beispiel Schreiben Mousson an EDI, 24. I. 1866 (BAR, E88 1000/1167, 95).

46 Bachmann 1906, S. VIII.

47 Siehe zum Meteorological Department Anderson 2005.

48 Siehe das Kapitel «Weather in a Public Office» in Anderson 2005, S. 83–130.

zu publizieren und zusätzlich Prognosen auszugeben. Diese klare Zuweisung respektive Inanspruchnahme von Zuständigkeit stand am Ende eines längeren Transformationsprozesses, der ungefähr von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts dauerte. Im Laufe dieser Jahre etablierten sich meteorologische Anstalten als selbstverständlicher Teil staatlicher Wissensproduktion. Robert Billwiller, der 1881 gewählte Direktor der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, betrachtete eine staatliche Wetterbeobachtung sogar als einen Massstab für den Zivilisierungsgrad eines Landes.⁴⁹

Auf der Suche nach einem Erfolgsrezept

Seit der Zeit der Aufklärung beschäftigten sich private Beobachter mit Wettermessungen.⁵⁰ Die frühesten instrumentellen Aufzeichnungen in der Schweiz von Johann Jakob Scheuchzer in Zürich reichen bis ins Jahr 1708 zurück.⁵¹ Ab Mitte des 18. Jahrhunderts bauten in Europa verschiedene wissenschaftliche Gesellschaften oder Akademien meteorologische Messnetze auf. Die meisten Versuche, systematische Wetterbeobachtungssysteme über längere Zeit aufrechtzuerhalten, scheiterten in der Zeit bis 1850 allerdings. Zunächst werden hier aber nicht deren Etablierungsprobleme, sondern die verheissungsvollen Anfänge nachgezeichnet. Die Naturforscher, die meteorologische Beobachtungsnetze einrichteten, hatten nämlich ein innovatives Programm verfolgt. Sie hatten sich darum bemüht, erstens präzise Messungen an vielen verschiedenen Orten anzustellen und zweitens die Resultate zu vergleichen.⁵² Gegenüber den herkömmlichen Korrespondenzbeziehungen, die eine typische Methode der Naturforschung darstellten, legten sie grossen Wert auf die Vergleichbarkeit der Beobachtungen.⁵³ Dazu mussten die Messtechniken standardisiert werden. Die Ökonomische Gesellschaft Bern

49 Billwiller 1881, S. 435. Zu Billwiller (1849–1905) siehe Maurer 1905.

50 Zu frühen instrumentellen meteorologischen Beobachtungen in der Schweiz siehe das seit 2016 laufende Projekt «Swiss Early Instrumental Measurements for Studying Decadal Climate Variability (CHIMES)» des Geographischen Instituts der Universität Bern. Es hat zum Ziel, die schweizerischen Messreihen bis 1863 zu digitalisieren und für die wissenschaftliche Arbeit nutzbar zu machen, insbesondere für die Wetterrekonstruktion.

51 Pfister 1975, S. 21; Boscani Leoni 2013.

52 Susan Faye Cannon gab diesem Bestreben, die Variabilität von Naturphänomenen weltweit zu messen, den Namen «Humboldtian Science» und verwies dabei auf die stilbildende Funktion Alexander von Humboldts. Siehe Cannon 1978. Zu Gebrauchsweisen und Debatten rund um den Begriff siehe Dettelbach 1996; Nikolow 2015. Zum dominierenden Konzept einer vergleichenden Meteorologie um die Mitte des 19. Jahrhunderts siehe Gamper 2011.

53 Bereits um 1700 hatte der Zürcher Universalgelehrte Johann Jakob Scheuchzer Ärzte und Pfarrer dazu aufgefordert, Beobachtungen zu Temperatur, Hagel und Schneefall wie auch der örtlichen Tier- und Pflanzenwelt anzustellen und ihm mitzuteilen. Siehe Scheuchzer 1698. Zu Scheuchzers Korrespondenzbeziehungen siehe Boscani Leoni 2013; Senn 2013.

verteilte beispielsweise in den frühen 1760er-Jahren identische Instrumente an Personen in verschiedenen Regionen.⁵⁴ Die acht Stationen lieferten Luftdruck- und Temperaturmessungen sowie Pflanzenbeobachtungen, die im Publikationsorgan der Gesellschaft abgedruckt wurden.

Ähnlich verfuhr die Societas Meteorologica Palatina, eine Sektion der Mannheimer Akademie der Wissenschaften, die 1780 ein europaweites Beobachtungsnetz lancierte.⁵⁵ Sie übergab 39 Stationen einheitliche Instrumente und Formulare, in welche die Beobachtungen nach festgelegten Uhrzeiten eingetragen wurden. Die Kapuzinermönche des St.-Gotthard-Hospizes sandten ihre Messungen ebenso wie die Beobachter in Marseille, in Buda oder im norwegischen Eidsberg nach Mannheim, wo sie redigiert und publiziert wurden.⁵⁶ Ebenfalls ein europäisches Beobachtungsnetz strebte die Aargauische Naturforschende Gesellschaft in den 1810er-Jahren an.⁵⁷ Ihr Präsident, der Unternehmer Johann Rudolf Meyer, spendete meteorologische Instrumente, die gemeinsam mit einem Beobachtungsschema an Personen in Thun, Florenz, Paris, Weimar und einer Handvoll weiterer Städte verschickt wurden. Alle diese Projekte haben gemein, dass sie mit hohen Erwartungen begannen, jedoch nach einigen Jahren abgebrochen wurden, weil keine Resultate mehr eingesandt wurden. Die dauerhafte Einbindung von Beobachtern und die Durchsetzung einheitlicher Messverfahren stellten Herausforderungen dar, welche die genannten wissenschaftlichen Vereinigungen nicht bewältigen konnten. Wer nun in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ein meteorologisches Beobachtungsnetz initiierte, musste sich gegenüber den früheren Versuchen positionieren. Das heisst, es bestand ein Erklärungsbedarf, weshalb das neue Projekt erfolgreicher sein sollte als seine Vorgänger.

Als die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft 1860 die Organisation meteorologischer Beobachtungen beschloss, setzte sie sich in erster Linie mit ihrem eigenen früheren Beobachtungsnetz auseinander. Von 1826 bis 1837 hatte die Vereinigung zwölf über die Schweiz verteilte meteorologische Stationen betrieben.⁵⁸ Die Beobachter massen mit Instrumenten, die auf Kosten der Gesellschaft

54 Siehe den Projektbeschluss in *Auszüge einiger Berathschlagungen* 1762, S. L, sowie die publizierten Beobachtungen der auf die Kantone Bern, Freiburg und Waadt verteilten Stationen in den *Abhandlungen und Beobachtungen durch die Ökonomische Gesellschaft zu Bern gesammelt* (Bände 3 bis 12). Siehe zudem Pfister 2008.

55 Siehe Cassidy 1985; Wege/Winkler 2005; Lüdecke 2010.

56 Siehe Billwiller junior 1927b; Pfister 1984, Bd. 1, S. 51. Siehe auch die Stationsliste in Lüdecke 2010, S. 112 f. Siehe mit Fokus auf die Station Eidsberg Federhofer 2002.

57 Siehe zum ambitionierten Projekt der Gesellschaft, die zunächst den Namen «Naturhistorische Klasse der Gesellschaft für vaterländische Kultur» trug, die Beiträge von Hartmann 1911, S. XXIX f.; Hefty-Gysi 1953, S. 270–275; Ehrensberger 1986, S. 5 f.

58 Siehe zum Beschluss der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften (ab 1838 «Schweizerische Naturforschende Gesellschaft») von 1823 *Sitzung*

angefertigt worden waren.⁵⁹ Koordinieren sollte das Ganze eine Kommission. Doch diese war überfordert damit, die nötigen Umrechnungen der Resultate vorzunehmen. Zudem lieferten viele Stationen nur lückenhafte Aufzeichnungen, und einige brachen ihre Beobachtungen sogar ab. 1837 entschied sich die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft dafür, keine weiteren Beobachtungen mehr in ihrem Namen anstellen zu lassen, und löste die Kommission auf.⁶⁰ In ihrem Publikationsorgan veröffentlichte sie von den zwölf Beobachtungsreihen nur die Messwerte dreier Stationen.⁶¹ Zu Beginn der 1860er-Jahre suchte nun die neue Meteorologische Kommission nach Gründen, weshalb das in den 1820er-Jahren initiierte Projekt «so wenige Resultate» ergeben hatte.⁶² Der Erklärungsversuch umfasste vier Punkte: Erstens der häufige Wechsel der Projektleitung, zweitens der grosse Zeitaufwand, den die Rechenarbeiten für die Kommission mit sich brachten, drittens die hohen Publikationskosten und viertens die mangelnde Zuverlässigkeit der Beobachter.

Die neue Kommission konzentrierte ihre Kritik auf die Umsetzung und nicht auf die Grundkonzeption des früheren Beobachtungsnetzes, die sie als sinnvoll beurteilte. Sie stellte ihr eigenes Projekt als Wiederaufnahme des vor mehr als zwei Jahrzehnten abgebrochenen Versuches dar.⁶³ Um die ersten beiden Herausforderungen – eine stabile Leitungsstruktur und eine rasche Umrechnung der Messwerte – besser zu bewältigen, plante sie eine zentrale Sammelstelle. Deren Aufgabe bestand darin, über alle Stationen, deren Instrumente und die Beobachter den Überblick zu behalten und die eingesandten Beobachtungsergebnisse zum Druck vorzubereiten.⁶⁴ Mit dieser zentralisierten Struktur wollte die Meteorologische Kommission die Dynamik aufrechterhalten und verhindern, dass das neue Beobachtungsnetz wie das frühere als eine «lässig sich dahinschleppende Angelegenheit» endete.⁶⁵ Die Schwierigkeiten des Vorgängerprojekts in den 1830er-Jahren führten vor Augen, dass es für das Funktionieren eines Be-

den 22. Heumonats 1823, S. 34 f.; Sitzung den 26. Heumonats 1824, S. 11. Der Initiator, der Genfer Observatoriumsdirektor Marc-Auguste Pictet, starb kurz nach Projektbeginn.

59 Die Stationen befanden sich alle in Städten: Lausanne, Bern, Basel, Genf, Solothurn, Luzern, Aarau, Zürich, St. Gallen, Chur, Bellinzona und Schaffhausen. Siehe dazu *Notice sur les observations* 1826; *Première séance du 21 juillet* 1829, S. 18. Zu den Instrumenten siehe *Zweyte Sitzung den 28ten Heumonats* 1825; *Verhandlungen der Commission* 1825, S. 39 f. Zur Anleitung siehe *Notice sur la Onzième session* 1825.

60 Siehe das Sitzungsprotokoll: Agassiz et al. 1837, S. 7.

61 Siehe das Protokoll: Pfluger et al. 1836, S. 14 f. Siehe die publizierten Beobachtungen: *Mittel und Hauptresultate* 1838.

62 Mousson 1864, S. 198–200.

63 Rudolf Wolf, ab 1866 Präsident der Meteorologischen Kommission, schrieb von einer «Wiederaufnahme des Projectes von 1823». Siehe Wolf 1879, S. 302. Weitere Beispiele sind Billwiller 1894, S. 244; Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 5.

64 Siehe Mousson 1864, S. 297.

65 Ebd., S. 200.

obachtungsnetzes nicht genügte, standardisierte Instrumente zu verteilen. Es brauchte institutionelle Vorkehrungen. Doch diese erforderten weit mehr finanzielle Mittel als die instrumentelle Ausrüstung, was für die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft ein Problem war. Sie hatte, anders als zum Beispiel die französische Académie des sciences, kein nennenswertes eigenes Vermögen anhäufen können. Die Gesellschaft schlug 1860 deshalb das Modell vor, das bereits bei ihrem laufenden Projekt zur geologischen Kartierung der Schweiz angewendet wurde. Die Projektleitung sollte bei der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft liegen, während die Bundesbehörden die Finanzierung zu übernehmen hätten.⁶⁶

Der Bundesstaat verfügte laut Artikel 21 seiner Verfassung über das Recht, «im Interesse der Eidgenossenschaft oder eines großen Theiles derselben, auf Kosten der Eidgenossenschaft öffentliche Werke zu errichten oder die Errichtung derselben zu unterstützen».⁶⁷ Anders als beim meteorologischen Vorgängerprojekt in den 1820er-Jahren, wo auf eidgenössischer Ebene ausser der Militäraufsichtsbehörde noch keine Verwaltungsinstanz existierte, waren nun die Befugnisse zur staatlichen Förderung wissenschaftlicher Projekte vorhanden. Der Bundesstaat machte indes zurückhaltend Gebrauch von dieser Kompetenz. So fielen auch die bundesstaatlichen Aufwendungen für die meteorologischen Beobachtungen im europäischen Vergleich bescheiden aus.⁶⁸ Trotz ihrer Knappheit waren es aber die Finanzen, die den Unterschied zum ersten meteorologischen Projekt in den 1820er-Jahren ausmachten. Die staatliche Subvention entschärfte das Problem der hohen Publikationskosten, das die Meteorologische Kommission in Bezug auf das Vorgängerprojekt hervorgehoben hatte. Der vierte von der Kommission

66 Siehe Mousson 1862b, S. 484.

67 Schweizerische Bundesverfassung 1848, Art. 21. Siehe zu den durch Artikel 21 ermöglichten Kompetenzen Gugerli/Speich 2002, S. 66 f.

68 Der Präsident der Schweizerischen Meteorologischen Kommission behauptete, mit der geplanten Organisationsstruktur könne kostengünstig erreicht werden, was anderswo «ungeheure Mittel» erfordere. Siehe Mousson 1863a. Ein Vergleich der aufgewendeten Mittel verschiedener Staaten lässt sich nur schwer rekonstruieren. Als das Internationale Meteorologische Komitee 1877 eine Umfrage durchführte, um die Ausgaben für meteorologische Beobachtungen zu ermitteln, gab die Schweizerische Meteorologische Kommission eine der niedrigsten Jahressummen an. Allerdings sind die aufgeführten Angaben mit Vorsicht zu geniessen, und es ist zu berücksichtigen, dass viele andere Staaten zu diesem Zeitpunkt bereits Prognosedienste betrieben. Siehe Appendix 5, Question 21, in: *Report of the proceedings* 1879. Siehe auch die von Fierro zitierte Zusammenstellung des französischen Bureau Central Météorologique von 1883. Nach dieser wendeten Belgien, Österreich-Ungarn, Italien, Grossbritannien, Russland und Frankreich Anfang der 1880er-Jahre wesentlich höhere Beiträge (zwischen 100 000 und 600 000 französischen Francs) für die Meteorologie auf als der schweizerische Bundesstaat. Obenaus schwanen die USA mit 1 750 000 französischen Francs. Dagegen bewegten sich die Ausgaben Dänemarks, Schwedens, Spaniens und Norwegens mit 20 000 bis 30 000 französischen Francs auf ähnlichem Niveau wie dasjenige der Schweiz. Siehe Fierro 1991, S. 200.

Abb. 3: Albert Mousson (1805–1890), der erste Präsident der Meteorologischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, setzte sich mit früheren Beobachtungsnetzen und ihren Problemen auseinander. Undatierte Fotografie von Albert Mousson, um 1870.



aufgeführte Grund des Scheiterns, die mangelnde Zuverlässigkeit der Beobachter, blieb hingegen weiterhin ein Problem.

Grosses Gewicht legte die Meteorologische Kommission auf die Qualität der Instrumente und achtete darauf, dass diese genau kalibriert und korrekt installiert wurden.⁶⁹ Gemeinsam mit der strikten Einhaltung der Beobachtungszeiten sollte so das Ziel «vollkommener Vergleichbarkeit» erreicht werden.⁷⁰ Dies war wichtig, weil die Kommission den Hauptwert des Netzes darin sah, Vergleiche zwischen meteorologischen Beobachtungen aus verschiedenen Teilen der Schweiz zu ermöglichen. Im Rahmen einer Meteorologie, die sich als vergleichend vorge-

69 Die Instrumente stellten die Werkstätten Hermann & Studer in Bern und Geißler in Bonn her. Im zweiten Beobachtungsjahr wurden alle Instrumente geprüft und mit Normalinstrumenten verglichen. Siehe Wolf 1865 (1866), S. III. Friedrich Hermann und Hermann Studer, die 50 Barometer, 60 Psychrometer, 60 Regenmesser und 30 Windfahnen angefertigt hatten, übernahmen auch die Einrichtung aller Stationen, wofür sie von März bis Dezember 1863 quer durch die Schweiz reisten. Pro Station beliefen sich die Kosten für die Anschaffung der Instrumente auf 210 Franken. Siehe Mousson 1864, S. 241–247. Siehe darin auch den Vertrag mit der Werkstätte sowie das «Bedingungsheft betreffend die Construction der Instrumente für die schweizerischen meteorologischen Stationen» (S. 268–275).

70 Mousson 1864, S. 223.

hende Wissenschaft verstand, erlangten einzelne Beobachtungen erst im Kontext von anderen Beobachtungen ihre eigentliche Relevanz.⁷¹ Erst aus dem Vergleich von Beobachtungen würden sich neue Erkenntnisse ableiten lassen, so die Erwartung, die den Standardisierungsbemühungen zugrunde lag. Es ging also darum, die lokale Beschränktheit von Beobachtungen zu überwinden. Dass sich die Kommissionsmitglieder Homogenität als Leitziel setzten, erklärt sich aus der Frustration, die sie und ihre Kollegen angesichts der Beobachtungen der vergangenen Jahrzehnte empfanden. Zwar lag eine Fülle an Beobachtungen vor, aber diese konnte kaum vergleichend ausgewertet werden.⁷²

Unzufrieden war die Meteorologische Kommission auch mit den noch laufenden Beobachtungen, die im Kanton Graubünden angestellt wurden. Seit 1856 existierte dort ein meteorologisches Beobachtungsnetz, das Christian Gregor Brügger, Medizinstudent und begeisterter Botaniker, initiiert hatte.⁷³ Schnell hatte er auf dem Kantonsgebiet über 30 Personen dazu motivieren können, zweimal täglich Temperatur, Niederschlagsart, Bewölkungsgrad und Windrichtung zu notieren. Aus den Resultaten, die ihm zugeschickt worden waren, hatte er Mittelwerte berechnet. Nachdem Brügger 1859 nach Zürich umgezogen war, hatten einige Stationen weiterbeobachtet. Die monatlichen Mittelwerte, die Brügger aus den ihm zugesandten Aufzeichnungen berechnet hatte, wurden – mit einigen Jahren Verzögerung – von der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens publiziert. Für seine Arbeit war Brügger 1858 von Ludwig Friedrich Kämtz gelobt worden. Der Professor aus Dorpat, der ein meteorologisches Lehrbuch verfasst hatte und Ehrenmitglied der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft war, hatte sich über das Bündner Netz anerkennend geäußert.⁷⁴ Ganz anders lautete 1862 das Urteil der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Sie bewertete die Beobachtungen der – seit 1856 gezählt – insgesamt rund 90 Standorte als zu uneinheitlich und deshalb unbrauchbar für wissenschaftliche Arbeiten. Die Meteorologische Kommission kam zum Schluss, Brüggers Beobachtungsnetz habe nur Resultate «von sehr beschränkter und bedingter Wichtigkeit» hervorgebracht.⁷⁵ Sie bemängelte die Thermometer, die Brügger bei einem Churer Goldschmied bestellt, selbst geeicht und den Beobachtern zum Kauf empfohlen hatte.⁷⁶ Deshalb liess die Kommission diejenigen 19 Stationen des

71 Siehe zum Beispiel die Überlegungen in Sidler 1878, S. 12.

72 Mousson 1864, S. 200.

73 Siehe dazu Hupfer 2015. Zu Brüggers botanischen Tätigkeiten, insbesondere zu seiner umstrittenen Benennungspraxis und seiner Kontroverse mit August Gremli siehe Scheidegger 2017, S. 266–328.

74 Kämtz betonte, dass im Bündner Netz «alle Beobachtungen mit verglichenen Instrumenten nach demselben Plane gemacht» würden. Siehe Kämtz 1858.

75 Mousson 1862b, S. 484.

76 Siehe Rundschreiben Brügger an Beobachter, 25. 3. 1859 (StAGR, B 562); Schreiben Pfarrer

bündnerischen Netzes, die 1863 in das schweizerische Beobachtungsnetz integriert wurden, komplett neu ausstatten. Der Fall der Bündner Stationen zeigt, dass es für Akteure fernab der akademischen Zentren schwierig war, ihre Arbeit anschlussfähig zu machen. Die Meteorologische Kommission verwies Brüggers Beobachtungsnetz auf eine niedrige Qualitätsstufe und betonte den höheren Wert ihres eigenen Projekts. Ihr Argument war, dass Homogenität nur mit einer zentralisierten Koordination erreicht werden könne.⁷⁷ Diese Zentralisierung sollte sich sowohl als Erfolgsrezept als auch als Crux des Projekts erweisen.

Die Folgen einer zentralisierten Struktur

Die institutionellen Strukturen zur Koordination des neuen meteorologischen Beobachtungsnetzes beschränkten sich zunächst auf ein Minimum. Die Zentralstelle war ausschliesslich dazu vorgesehen, die Beobachtungen zu archivieren und zu drucken. Betreuung, Kontrolle und Berechnung sollten zum Wesentlichen die Kommissionsmitglieder übernehmen, die für je einen der insgesamt neun meteorologischen «Kreise» zuständig waren.⁷⁸ Die Schaffung solcher Kreise passte zur föderalistischen Struktur der Schweiz mit einer schwachen Zentralisierung der politischen Gewalt. Noch entscheidender war, dass mit dieser Organisationsform die Kosten tief gehalten werden konnten, da die Kommissionsmitglieder unentgeltlich arbeiteten. Der Plan der Meteorologischen Kommission ging dahin, eine meteorologische Sammelstelle als Unterabteilung des Statistischen Bureaus zu organisieren.⁷⁹ In Preussen hatte dies bereits funktioniert: Dort war 1847 eine meteorologische Abteilung innerhalb des bestehenden Statistischen Bureaus eingerichtet worden, anstatt eine neue, eigenständige Institution zu bilden.⁸⁰ Der schweizerische Bundesstaat seinerseits hatte 1860 ein Eidgenössisches Statistisches Bureau gegründet und im Bundeshaus untergebracht. Wäre die Sammelstelle des meteorologischen Beobachtungsnetzes nun

Brüsch an Brügger, 15. 5. 1859 (StAGR, B 565). Einzig die Instrumente der Station Chur und eines der Station Castasegna wurden nicht ersetzt. Siehe Mousson 1864, S. 292.

77 Die Kommission führte ein Verzeichnis mit Angaben zu allen Stationen, insbesondere den Vergleichswerten gegenüber Normalinstrumenten. Siehe dazu Schreiben Mousson an EDI, 24. 1. 1864 (BAR, E88 1000/1167, 95). Siehe auch Mousson 1864, S. 200.

78 Siehe Mousson 1864, S. 207, 265–267. Siehe zudem Heinrich Wilds Äusserungen zur ersten Sitzung der Meteorologischen Kommission am 7. April 1861 in Schreiben Wild an die Direction des Innern des Kantons Bern, 12. 5. 1861 (StABE, AE 83).

79 Siehe Mousson 1862a, S. 495 f.; Schreiben Mousson an EDI, 26. 4. 1862; 9. 11. 1862 (beide in BAR, E88 1000/1167, 95).

80 Siehe zum Preussischen Statistischen Bureau, von dem sich die meteorologische Abteilung in den 1880er-Jahren löste, Schneider 2013. Allgemeiner zum Prozess der Institutionalisierung amtlicher Statistik auf nationaler Ebene in Westeuropa siehe Randerad 2010.

darin eingegliedert worden, hätte dies ihren «offiziellen» Charakter gestärkt.⁸¹ Doch die Integration ins Statistische Bureau scheiterte, obwohl die Bundesversammlung grünes Licht gegeben hatte.⁸² Als noch junger, unterfinanzierter Verwaltungszweig, der in seinen Anfangsjahren gleich mehrere Führungswechsel durchlebte, war es für das Statistische Bureau schwierig, überhaupt seine primären Funktionen zu erfüllen.⁸³ Eine Erweiterung erschien deshalb als inopportun. Statt im Bundeshaus wurde die meteorologische Sammelstelle schliesslich in der Sternwarte des Eidgenössischen Polytechnikums in Zürich eingerichtet. Der Direktor der Sternwarte, Rudolf Wolf, hatte sich dazu bereit erklärt, die Oberleitung zu übernehmen.⁸⁴ Unter seiner Aufsicht machten zwei Assistenten sowie einige temporär beigezogenen Hilfskräfte die eingesandten Beobachtungen druckbereit.⁸⁵ Die Personal- wie auch die Publikationskosten konnten mit der bundesstaatlichen Subvention gedeckt werden, die für das erste Beobachtungsjahr 10 000 Franken betrug. Die Bundesversammlung hatte die Subvention an die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft unter der Bedingung bewilligt, dass auch die Kantone einen Beitrag leisteten. Deshalb forderte der Bundesrat die Kantonsregierungen dazu auf, die Kosten für die Ausstattung der Stationen auf ihrem Gebiet zu übernehmen.⁸⁶ Die meisten Kantone entsprachen dieser Forderung, sodass die Einrichtung des Beobachtungsnetzes zu rund 30 Prozent kantonal finanziert werden konnte. Knapp 10 Prozent der Kosten übernahmen zudem Einzelpersonen und Vereine, der Rest fiel dem Bund zu.⁸⁷ Die kantonalen Zahlungen und privaten Spenden waren einmalige Beiträge, diejenigen des Bundes hingegen liefen weiter.

Einen grossen Arbeitsaufwand stellte die Umrechnung der Beobachtungen dar, die sogenannte Reduktion. Damit die Messungen vergleichbar wurden, mussten sie auf Werte unter Normalbedingungen umgerechnet werden. Zunächst passte man die Temperaturwerte an, falls das verwendete Instrument eine Messabweichung aufwies. Weiter musste die relative Luftfeuchtigkeit mit einer Formel bestimmt werden. Anschliessend konnte es an die Berechnung der Mittelwerte gehen. Ursprünglich hatte die Meteorologische Kommission vorgesehen, dass diese zeitintensive Arbeit vom Statistischen Bureau erledigt würde.⁸⁸ Nachdem

81 Mousson 1864, S. 235.

82 Siehe Schreiben Mousson an EDI, 27. 11. 1863; Mousson 1864, S. 235.

83 Siehe zum Eidgenössischen Statistischen Bureau, das von Herbst 1862 bis 1865 führungslos war, *Bericht des Bundesrates* 1873; Jost 2016.

84 Siehe zu Wolf Glaus 1993.

85 Zu den Arbeiten unter Wolfs Oberleitung siehe Wolf 1864 (1865), V; Wolf 1866 (1867), S. V.

86 Pioda 1862.

87 Siehe die Kostenübersicht in Mousson 1864, S. 305.

88 Als sich bei den Verhandlungen die Erfolgsaussichten verringerten, forderte die Kommission nur noch, dass zwei Drittel – statt alle – der Tabellen vom Statistischen Bureau berechnet

sie diesen Plan begraben hatte, musste die Kommission feststellen, dass die Bundessubvention höchstens ausreichte, um den Arbeitsaufwand für ungefähr einen Drittel der Umrechnungen zu bezahlen. So wurden die Beobachter zu Rechnungsarbeiten angehalten.⁸⁹ Eigentlich wollte die Meteorologische Kommission die Umrechnungen nur Personen anvertrauen, die geübt waren im Rechnen und wissenschaftlichen Arbeiten. Die meisten Beobachter erfüllten diese Bedingung nicht. Dennoch übertrug ihnen die Kommission diese Aufgabe. Die Beobachter erhielten Hilfstafeln, die es möglich machen sollten, die Rechnungen ohne Verständnis der «wissenschaftlichen Gründe» auszuführen.⁹⁰ Zudem riet ihnen die Kommission, die Messwerte unverzüglich umzurechnen, damit sich bis Ende Monat nicht eine «langwierige und ermüdende Arbeit» aufstae.⁹¹ Mehr als die Hälfte der Beobachter führte die Umrechnungen tatsächlich durch, den Rest erledigten Kommissionsmitglieder und Hilfskräfte der Meteorologischen Zentralanstalt.⁹² Als langjähriger Mitarbeiter wirkte zum Beispiel der Hausmeister der Sternwarte, Heinrich Fluck, der die unbearbeitet eingesandten Messungen umrechnete. Zwischenzeitlich wurden auch Lehramtskandidaten des Polytechnikums beschäftigt, denen die Rechnungsarbeit zur «wissenschaftlichen Uebung» dienen sollte.⁹³

In ihrem letzten Bericht hielt die Meteorologische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 1881 fest, sie habe das Beobachtungsnetz mit den «geringst möglichen finanziellen Mitteln» aufgebaut und betrieben.⁹⁴ Die Möglichkeiten des Wetterbeobachtungssystems waren in den Anfangsjahren finanziell sehr eingeschränkt. Heinrich Wild, Mitglied der Meteorologischen Kommission, monierte, alle europäischen Staaten würden «für Gewehre und Kanonen so viel Mittel aufwenden», dass «für Zwecke der Wissenschaft fast nichts mehr übrig» bleibe.⁹⁵ Zum Problem wurde die Budgetknappheit besonders beim Druck der Beobachtungsergebnisse, der Hauptaufgabe der Meteorologischen Zentralanstalt. Vom ersten Jahr konnte die Zentralanstalt nur die Einzelwerte von 33 Stationen vollständig publizieren. Die Beobachtungen der 55 anderen

würden. Später senkte sie ihren Anspruch sogar auf einen Drittel, sodass eine vollzeitlich angestellte Arbeitskraft genügt hätte. Siehe Schreiben Mousson an EDI, 9. 11. 1862 (BAR, E88 1000/1167, 95).

89 Siehe Mousson 1863b, S. 105.

90 Siehe Mousson 1864, S. 229. Siehe auch die Anleitung in Mousson 1863c, S. 12.

91 Mousson 1863c, S. 12.

92 Siehe Schreiben Mousson an EDI, 26. 10. 1863 (BAR, E88 1000/1167, 95). Von den Kommissionsmitgliedern übernahmen insbesondere Emile Plantamour und Charles Dufour viel Rechnungsarbeit. Siehe Wolf 1866 (1867), S. IV und Wolf 1872 (1874), S. IV.

93 Schreiben Mousson an EDI, 28. 12. 1865 (BAR, E88 1000/1167, 95).

94 Wolf/Billwiler 1881, S. 105.

95 Wild 1868, S. 22.

Année 1863
 Mois Décembre

OBSERVATIONS

Canton

Jour.	Heure.	Thermomètre.		Baromètre.		Direction et force du vent.	Direction des nuages.	Quant. de nuages.	Caractère du temps.	Ombromètre.	Hydromètre.		Remarques.
		Sec.	Humide.	Therm.	Hauteur.						Nuit.	Jour.	
1	7	+0.4	-0.2	10.0	706.4	N.O.	S.	10	Brouillard		Clim. 6. 100		
	1	+3.8	+1.6	10.5	706.7	N.O.	S.	4	et clair				
	9	-0.4	-1.2	11.2	706.0	N.O.	E.	0					
2	7	-0.6	-1.4	9.0	703.2	0.	S.	6	Poussé	lieu	hauteur de la neige		
	1	-0.1	-0.5	8.8	706.3	S.E.	S.	10	A brouillard	neige 15m. 76	N. 9, 10		
	9	-2.1	-2.2	9.7	698.5	S.E.	-	0					
3	7	-0.1	-1.4	7.9	704.7	0.	-	0					
	1	+0.8	+2.4	9.0	699.0	0.	S.	5	Brouillard	E.O.			
	9	+0.8	+0.5	10.0	698.0	0.	S.	10					
4	7	-0.6	-1.2	7.5	701.3	N.1	N.	10	neige				
	1	+1.9	+0.2	7.2	704.8	N.1	N.	8	et vent				
	9	+1.8	-1.8	9.0	707.8	N.1	N.	3					
5	7	+5.2	+0.2	7.6	707.1	N.3	N.	2	Clair				
	1	+6.2	+3.8	8.2	707.0	N.O.	N.O.	9	et vent		Vente fauvie		
	9	+0.5	-0.6	9.3	709.5	N.O.	N.	2					
6	7	-0.2	-2.4	7.7	708.2	N.O.	-	0	Clair				
	1	+3.4	+0.9	8.4	707.7	S.E.	N.	5					
	9	-0.4	-1.4	9.2	707.0	S.E.	-	0					
7	7	+3.9	+0.9	8.4	708.1	0.1	-	0	Fog				
	1	+6.6	+1.8	8.8	709.2	0.2	-	0	Clair		Vente fauvie		
	9	+3.8	+0.5	10.5	711.2	S.	-	0					
8	7	+1.3	-1.7	8.9	711.3	N.O.	-	0	Fog				
	1	+1.8	-0.6	9.0	710.8	0.	-	0	Clair				
	9	+1.4	-1.2	9.8	710.1	0.	-	0					
9	7	+4.8	+0.5	8.0	708.7	N.O.	S.	5					
	1	+6.3	+3.8	9.3	707.2	0.	S.	9	Poussé				
	9	+5.6	+1.6	10.8	706.6	0.	S.	3					
10	7	+1.0	-1.0	9.6	705.5	0.	-	0	Clair				
	1	+9.6	+3.9	10.5	708.1	0.1	N.	4			Vente fauvie		
	9	+8.4	+4.4	11.5	707.6	0.1	N.	3					
11	7	+5.8	+3.6	10.3	707.7	0.1	N.	3	Clair				
	1	+10.8	+4.7	11.9	708.7	N.O.	N.1	N.	2		Vente fauvie		
	9	+8.2	+4.4	13.0	705.0	N.O.	N.1	N.	3				
12	7	+14.0	+7.1	12.2	702.5	N.O.	N.	9	Pannation				
	1	+15.7	+2.8	13.6	702.5	N.O.	N.	4	Clair et vent	2.5	Vente fauvie		
	9	+13.2	+7.2	15.4	702.7	N.O.	-	0					
13	7	+12.2	+6.0	13.4	703.9	N.O.	N.	2					
	1	+12.7	+5.6	14.9	704.8	N.O.	N.	1	Clair		Vente fauvie		
	9	+8.3	+4.4	15.9	706.0	N.O.	-	0					
14	7	+12.0	+6.2	14.8	706.0	N.2	N.	3					
	1	+12.9	+6.3	15.7	706.0	N.2	N.	1	Clair		Vente fauvie		
	9	+8.3	+3.8	15.3	707.6	N.2	-	0					
15	7	+6.0	+2.0	14.0	706.3	S.O.	-	0	Fog				
	1	+11.1	+4.2	14.3	706.4	N.O.	-	0	Clair		Vente fauvie		
	9	+6.1	+2.1	15.3	707.0	0.	-	0					
16	7	+4.8	+1.0	14.0	703.0	0.	-	0	Fog				
	1	+4.6	+2.4	15.2	703.7	0.	-	0	Clair				
	9	+0.6	-0.8	15.0	703.1	0.	-	0					

Abb. 4: Die Inhaber der schweizerischen meteorologischen Stationen trugen ihre Beobachtungen in Monatstabellen ein. Originalbeobachtungen aus Faido zum ersten Monat (Dezember 1863), festgehalten vom Telegrafbeamten Antonio Jemetta.

ORIGINALES.

Station

Suido

Observateur

Tomella

Jour.	Heure.	Thermomètre.		Baromètre.		Direction et force du vent.	Direction des nuages.	Quant. de nuages.	Caractère du temps.	Ombre-mètre.	Hydromètres.		Remarques.
		Sec.	Humide.	Therm.	Hauteur.						Nature.	Densité.	
17	7	+2.2	+1.0	13.0	697.9	S	S.	10					
	1	+1.3	+0.8	13.1	697.0	S	S.	10	Pluie à intervalles				
	9	+1.8	+1.2	13.7	697.9	S.O.	S.	10	à l'après-midi				Hauteur de la neige M. 6. 02
18	7	+3.2	-0.4	16.5	699.2	S.O. 1	S	9					
	1	+3.3	+1.4	11.5	699.9	S.O.	S.	7	Pluie	10.2			
	9	+2.4	+0.6	12.1	703.9	S.O.	S	7					
19	7	+1.2	-0.6	10.5	707.5	0.	0.	0					
	1	+3.0	+0.7	11.0	707.0	0.	0.	0	Fris clair				
	9	+1.0	-1.4	11.5	707.2	0.	0.	0					
20	7	+1.8	-0.3	9.5	707.2	0.	0.	0					
	1	+4.4	+1.0	11.0	707.4	N.O.	0.	0	Fris clair				
	9	+2.1	-0.4	10.5	707.5	0.	0.	0					
21	7	+1.3	-1.0	9.5	708.8	N.O.	0.	0					
	1	+2.8	+0.0	10.0	708.0	0.	0.	0	Clair				
	9	+0.4	-1.6	10.2	708.1	0.	N.	1					
22	7	+2.0	+1.8	8.2	700.0	0.	N.	1					
	1	+4.0	+1.4	9.4	698.2	0.	S.O.	2	mité avec pluie				Pluie 5-9.5
	9	+3.0	+1.2	10.3	698.3	N.O.	N.	4					
23	7	-0.2	-0.8	8.5	702.2	2.N.	0.	0					
	1	+2.2	-2.2	8.2	702.0	2.N.	0.	0	Clair	3.0			
	9	0.4	-3.89	9.0	707.7	1.N.	N.	2					
24	7	+7.2	+2.6	8.6	701.0	2.N.	N.	3					
	1	+10.4	+4.8	8.4	701.0	2.N.	N.	3	Clair				Vente fauvie
	9	+7.5	+3.2	9.6	701.6	2.N.	N.	1					
25	7	-0.0	-0.2	8.2	707.3	S.E.	0.	0	Fris				
	1	+1.5	+0.4	9.2	708.1	S.E.	0.	0	Clair				
	9	+1.2	-0.6	9.5	706.7	0.	0.	0					
26	7	+1.2	-0.8	8.0	704.4	0.	0.	0	Fris				
	1	+2.0	+0.3	9.0	703.1	0.	0.	0	Clair				
	9	-0.2	-1.8	9.8	702.6	0.	0.	0					
27	7	-1.2	-2.8	8.1	698.7	0.	0.	0					
	1	+2.8	+2.4	9.4	698.4	E.N.	N.	3	Clair				Vente fauvie
	9	+9.6	+4.8	9.6	696.7	2.N.	N.	2					
28	7	+6.5	+1.5	8.8	697.8	2.N.	N.	2					
	1	+4.8	-0.4	9.6	702.5	2.N.	0.	0	Clair				Vente forte fauvie
	9	+0.5	-0.8	10.2	703.7	N.O.	N.	1					
29	7	-1.2	-2.4	8.2	701.0	0.	N.	1					
	1	+0.9	+0.2	9.5	702.5	S.O.	0.	0	Clair				
	9	-0.2	-1.2	10.2	703.3	0.	N.	4					
30	7	+6.6	+1.7	8.5	699.6	2.N.	N.	0					
	1	+8.2	+2.4	9.5	699.1	2.N.	N.	2	Clair				Vente fauvie
	9	+4.6	+1.3	10.6	699.6	N.	0.	0					
31	7	+2.2	-0.8	8.5	692.3	0.	0.	0	Clair				
	1	+2.6	-0.4	9.6	697.5	S.O.	0.	0	avec nuages				
	9	+0.6	-0.6	11.1	698.1	0.	0.	10					

1863. Décembre.

Observations météorologiques.

Faido: Jemetta.

Jour	Température de l'air.				Baromètre réduit à 0°.				Humidité relative en Centièmes.				Direction et force du vent.			Quantité de nuages.			Hydrométéores.		Caractère du temps.								
	7	1	9	Moyenne	7	1	9	Moyenne	7	1	9	Moyenne	7	1	9	7	1	9	Quantité	Autre									
1	0.4	3.8	-0.4	1.3	705.3	704.5	704.7	704.8	88	62	88	79	NO	NO	NO	0	10	4	0		brum. cl.								
2	-0.6	-0.1	-2.1	-0.9	702.2	699.8	697.4	699.6	86	93	99	92	O	SE	SE	6	10	0		giv. nei.	brm. nei.								
3	-0.1	3.8	0.8	1.3	703.8	698.0	696.9	699.6	78	77	93	82	O	O	O	0	5	10			brum.								
4	-0.6	1.9	1.8	1.0	700.5	704.0	706.8	703.8	90	70	60	73	N	N	N	1	10	8			nei. vent								
5	5.2	6.2	0.5	4.0	706.2	706.1	708.4	706.9	28	63	80	57	N	N	N	0	2	9			changt.								
6	-0.8	3.4	-0.4	0.7	707.3	706.7	706.0	706.7	75	59	84	72	NO	O	SE	SE	0	5	0		clair								
7	3.9	6.6	3.8	4.8	707.1	708.2	710.0	708.4	52	35	48	45	O	1	O	2	8	0	0		id.								
8	1.8	1.8	1.4	1.5	710.3	709.8	708.9	709.7	45	57	53	51	NO	O	O	O	0	0	0		id.								
9	4.8	6.8	5.6	5.6	706.8	706.1	705.3	706.1	35	64	48	47	NO	O	O	O	5	9	3		nuag.								
10	1.0	9.6	8.4	6.3	704.4	703.9	706.3	704.9	63	33	48	48	O	O	1	O	1	0	4	2		clair							
11	5.8	10.8	8.2	8.3	706.3	704.8	703.5	704.8	67	31	51	49	O	1	NO	1	NO	1	3	2	3		id.						
12	10.0	15.7	13.2	13.0	701.1	701.0	701.0	701.0	64	35	38	45	NO	2	NO	3	NO	1	9	4	0		2.5	pluie	vent				
13	12.2	12.7	8.8	11.2	702.4	703.1	704.2	703.2	33	26	47	35	NO	2	NO	3	NO	2	1	0				clair					
14	12.0	12.9	8.8	11.2	704.3	704.2	705.8	704.8	36	30	38	34	N	2	N	2	N	2	3	1	0			id.					
15	6.0	11.1	6.1	7.7	704.7	704.7	705.2	704.9	44	23	44	37	SO	NO	1	O	0	0	0	0					très-clair				
16	4.8	4.6	0.6	3.3	703.4	702.0	701.4	702.3	44	67	73	61	O	O	O	O	0	0	0						id.				
17	2.8	1.8	1.8	2.0	696.4	695.5	696.4	696.1	69	90	89	82	S	S	SO	SO	10	10	10						10.2	neige	nei.pluie.		
18	3.2	5.3	2.4	3.6	698.0	698.6	702.5	699.7	32	43	69	48	SO	1	O	1	SO	9	7	7						nuag.			
19	1.2	3.0	1.0	1.7	706.3	705.7	706.0	706.0	69	61	57	62	O	O	O	O	0	0	0								très-clair		
20	1.8	4.4	2.1	2.8	706.1	706.3	706.2	706.2	64	48	57	56	O	NO	O	O	0	0	0								id.		
21	1.3	2.8	0.4	1.5	704.7	703.9	703.0	703.9	59	53	63	58	NO	O	O	O	0	0	1								clair		
22	2.0	4.0	3.0	3.0	699.0	694.1	698.1	695.4	96	59	70	81	O	O	NO	1	8	4									pluie	changt.	
23	-0.2	2.2	-0.4	0.5	700.0	699.1	700.7	699.9	90	27	58	58	NO	2	NO	2	N	1	0	0	2							3.0	id.
24	7.2	10.4	7.5	8.4	699.2	700.0	702.5	700.6	39	35	44	39	N	2	N	2	NO	2	3	3	1							id.	
25	-0.0	1.5	1.2	0.9	706.3	707.1	705.6	706.3	85	80	69	78	SE	SE	O	O	0	0	0									23.7	très-clair
26	1.2	2.0	-0.2	1.0	703.8	702.0	701.5	702.3	65	71	74	70	O	O	O	O	0	0	0									id.	
27	-1.2	8.8	9.6	5.7	697.8	697.8	695.6	696.9	73	21	42	45	O	NE	N	2	0	3	2									clair	
28	6.5	4.8	0.5	3.9	696.8	699.4	702.6	699.6	32	23	75	43	N	2	NO	3	NO	2	0	1								id.	
29	-1.2	0.9	-0.2	0.1	705.1	704.4	702.2	703.9	76	86	81	81	O	SO	O	O	1	0	4									id.	
30	6.8	8.2	4.6	6.4	698.4	698.0	698.4	698.3	33	27	51	37	N	1	N	2	N	0	2	0								id.	
31	2.2	2.6	0.6	1.8	697.3	696.4	696.9	696.8	49	51	78	59	O	SO	O	O	0	0	10									id.	
Moyenne	3.18	5.59	3.19	3.88	702.95	702.88	702.77	702.70	60.0	51.6	63.4	58.3																	

1. Brume le matin. Direction des nuages S. — 2. Neige 10-7^h 10^{mm}. Dir. d. nuag. S. — 3. Dir. d. nuag. S. — 4. Neige le mat. Dir. d. nuag. N. — 5. Dir. d. nuag. N, NO, N. — 6. Dir. d. nuag. 1^h N. — 9. Dir. d. nuag. S. — 10. Id. N. — 11. Id. N. — 12. Pluie le matin. Dir. d. nuag. N. — 13. Dir. d. nuag. N. — 17. Neige 7-2^h 2^{mm} avec pluie. — 18. Dir. d. nuag. S. — 22. Pluie 5-9^h s. 27. Dir. d. nuag. N. — 28. Dir. d. nuag. N. Vent fort. — 29. Dir. d. nuag. N. — 30. Id.

Abb. 5: Die meteorologischen Beobachtungen aus Faido von Dezember 1863 in gedruckter Form.

Stationen veröffentlichte sie nur auszugsweise.⁹⁶ Dieser Modus, den die Meteorologische Kommission selbst als «Ungleichbehandlung» problematisierte, barg die Gefahr, die Beobachter vor den Kopf zu stossen.⁹⁷ Ab dem zweiten Jahrgang der *Schweizerischen Meteorologischen Beobachtungen* liess sie deshalb von allen Stationen gewisse Messwerte weg.⁹⁸ Eine weitere Entlastung brachte die Einführung eines neuen Publikationsschemas in den 1870er-Jahren. Ab 1874 wurden von rund 12 Stationen die vollständigen Beobachtungen, von den restlichen nur noch die Monats- und Jahresmittel sowie einige Extremwerte gedruckt.⁹⁹ Obwohl diese Zweiteilung der «Ungleichbehandlung» im ersten Beobachtungsjahr nahekam, bot sie weniger Angriffsfläche, weil sie dem Schema entsprach, das der Internationale Meteorologische Kongress 1873 als Norm festgelegt hatte. Zu den favorisierten Stationen des Netzes zählten über die Jahrzehnte hinweg Basel, Bern, Genf, Lugano, Neuenburg und Zürich.¹⁰⁰ An diesen Orten war bereits vor 1863 beobachtet worden. Zudem gehörten alle Stationen ausser Lugano einer wissenschaftlichen Institution an. Vor allem das Observatorium Genf hatte sich in Sachen Meteorologie einen guten Namen gemacht. In Rücksicht auf die etablierten Institutionen benannte die Meteorologische Kommission die neu geschaffene Sammelstelle «Centralanstalt» (später «Zentralanstalt»). Sie entschied sich gegen die Bezeichnung «Centralstation» mit der Begründung, Bern und Genf dürften aufgrund ihrer wissenschaftlichen Bedeutung «am ehesten diesen letztern Namen beanspruchen».¹⁰¹ Das Genfer Observatorium nahm sich im schweizerischen Beobachtungsnetz viele Freiheiten heraus. Die Station hielt sich bis 1883 nicht an die Beobachtungszeiten, die 1863 festgesetzt worden waren.¹⁰² Obwohl Genf damit den Grundsatz der Einheitlichkeit verletzte, sanktionierte dies die Meteorologische Kommission nicht – zu schwach war ihre Position. Einzig Heinrich Wild, der Berner Observatoriumsdirektor, kritisierte, dass die

96 Von den um 7, 13 und 21 Uhr abgelesenen Barometerständen wurde zum Beispiel nur derjenige von 13 Uhr publiziert, damit die Monatstabellen von drei Stationen auf eine Seite passten. Siehe *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 1 (1864); Schreiben Mousson an EDI, 26. 5. 1864 (BAR, E88 1000/1167, 95); *Rapport de la commission météorologique* 1865, S. 51.

97 Siehe Schreiben Mousson an EDI, 27. 6. 1864 (BAR, E88 1000/1167, 95); Mousson 1864, S. 238.

98 Siehe *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 2 (1865); Schreiben Mousson an EDI, 17. 3. 1865; Schreiben Mousson an EDI, 17. 7. 1865 (beide in BAR, E88 1000/1167, 95); Mousson 1866, S. 210.

99 Siehe die *Schweizerischen Meteorologischen Beobachtungen* ab Jahrgang 1874; Wolf 1874, S. 85.

100 Zu den Stationen, deren Beobachtungen in extenso publiziert wurden, zählten im Zeitraum 1874–1914 zeitweise auch die Stationen Altdorf, Altstätten, Bevers, Castasegna, Chaumont, Gäbris, Grächen, Rigi-Kulm, Säntis, St. Bernhard, St. Gotthard, Sils Maria, Sitten und Trogen.

101 Mousson 1864, S. 234 f.

102 Siehe die Jahrgänge 1864–1883 der *Schweizerischen Meteorologischen Beobachtungen*. Siehe auch Maurer/Billwiller/Hess 1910, S. 179.

Genfer Resultate vollständig abgedruckt würden, ohne dass sich die Station an den vorgeschriebenen Modus hielt.¹⁰³

Wild äusserte wiederholt Kritik an der Schweizerischen Meteorologischen Kommission, der er selbst angehörte. Bereits ganz zu Beginn löste die Frage, wo die meteorologische Sammelstelle eingerichtet werden sollte, einen Konflikt zwischen ihm und der Kommissionsmehrheit aus. Nachdem sich die von allen priorisierte Eingliederung in das Statistische Bureau als nicht realisierbar herausgestellt hatte, schlug Wild als Lokalität die Berner Sternwarte vor, deren Direktor er war. Unter seiner Leitung war die Meteorologie zu einem wichtigen Arbeitsfeld der kantonalen Anstalt geworden. Seit 1861 verfügte sie über selbst registrierende Apparate, die je den Verlauf von Temperatur, Luftdruck, Windstärke oder Niederschlag automatisch aufzeichneten.¹⁰⁴ Dank dieser teuren, vom Kanton finanzierten Ausrüstung erlangte die Berner Beobachtungsanlage den «Rang einer ersten Station der Schweiz», so die Bezeichnung der Schweizerischen Meteorologischen Kommission.¹⁰⁵ Wild leitete zudem das ebenfalls kantonal finanzierte Berner Beobachtungsnetz mit acht Stationen, das seit 1859 existierte. Die Schweizerische Meteorologische Kommission plante ihr Netz zwar nach dem Vorbild des bernischen, entschied sich aber dagegen, die Centralstation Bern auch zum Mittelpunkt des schweizerischen Netzes zu machen.¹⁰⁶ Die Wahl fiel auf die Sternwarte des Polytechnikums in Zürich. Die Kommissionsmehrheit begründete ihren Entscheid damit, dass die Zürcher Sternwarte mehr Platz biete und sich der dortige Direktor Wolf bereit erklärt habe, auch die Leitung der meteorologischen Sammelstelle zu übernehmen.¹⁰⁷ Ein nicht explizit geäussertes, aber wohl mitentscheidender Umstand war, dass es sich beim Polytechnikum um eine eidgenössische Anstalt handelte, die dem Anspruch des Projekts besser entsprach als eine kantonale Einrichtung.

Auch wenn die bernische meteorologische Zentralstelle nicht auch zur schweizerischen wurde, so hatte sie dennoch einen Sonderstatus inne. Sie erledigte die Sammlung und Kontrolle aller im Kanton Bern angestellten Beobachtungen, sie

103 Schreiben Wild an Direction des Innern des Kantons Bern, 11. 7. 1864 (StABE, AE 83).

104 Ab Mitte der 1850er-Jahre waren meteorologische Messungen eine zentrale Tätigkeit der Sternwarte in Bern. Die selbst registrierenden Apparate funktionierten folgendermassen: Zu festlegbaren Zeiten drückte ein mit einer Uhr verbundener und von einer Batterie betriebener Hebelapparat in ein Papier ein und schob danach den Papierstreifen weiter, sodass eine fortlaufende Verlaufskurve von Temperatur, Luftdruck, Niederschlagsmenge, Windstärke oder Windrichtung aufgezeichnet wurde. Siehe Wild 1866, S. 1–3.

105 Siehe die Äusserungen des seit 1866 amtierenden Kommissionspräsidenten Rudolf Wolf in Schreiben Wolf an Direction des Innern des Kantons Bern, 5. 9. 1868 (StABE, AE 83).

106 Zur Rolle des Berner Netzes als organisatorisches Vorbild siehe Mousson 1864, S. 202.

107 Siehe Schreiben Mousson an EDI, 27. 11. 1863 (BAR, E88 1000/1167, 95). Zur Sternwarte des Polytechnikums, deren Bau im Herbst 1863 abgeschlossen wurde, siehe Oechsli 1905, S. 291–293. Zu Rudolf Wolf (1816–1893) siehe Billwiller 1894.

inspizierte die Stationen auf ihrem Gebiet, reparierte Instrumente und suchte Nachfolger für zurückgetretene Beobachter. Die dabei anfallenden Kosten von über 2000 Franken jährlich wurden nicht aus der Bundessubvention für das schweizerische Beobachtungsnetz, sondern vom Kanton Bern bezahlt.¹⁰⁸ Wild betonte 1864, dass die Meteorologische Zentralanstalt in Zürich bezüglich der Berner Stationen «weiter gar Nichts als den Druck» besorge.¹⁰⁹ Er war unzufrieden damit, dass die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt die eingesandten Berner Originaltabellen erst nach längerer Zeit retournierte. So war es unmöglich, die ihm zufolge häufigen Anfragen über die Wetterverhältnisse der vergangenen Monate direkt zu beantworten. «Es ist uns bereits mehrfach vorgekommen, dass wir zu dem Ende genöthigt waren, um Auskunft hierüber nach Zürich zu schreiben», berichtete er der Berner Regierung.¹¹⁰ Wild beantragte, die Berner Beobachtungen eigenständig in Bern drucken zu lassen. Eine eigene Publikationsreihe hätte es Wild auch ermöglicht, einen «Tauschhandel» mit meteorologischen Anstalten weltweit zu eröffnen. Die Berner Regierung lehnte Wilds Wunsch indes aus Kostengründen ab.

Die Entwicklungen der folgenden Jahre lassen sich als Zentralisierung beschreiben: Die Berner Stationen wurden ab 1866 direkt von Zürich aus betreut, womit die Centralstation Bern als Zwischenhierarchie wegfiel.¹¹¹ Auch die anfangs gebildeten meteorologischen Kreise, in denen je ein Kommissionsmitglied für die Überwachung der Stationen zuständig war, verloren ihre Funktion.¹¹² Mit dem Argument der besseren Praktikabilität übernahm die Zentralanstalt in Zürich alle «regelmässigen Geschäfte», sodass sich die Rolle der Meteorologischen Kommission auf die eines Beratungsgremiums beschränkte.¹¹³

Die Meteorologische Zentralanstalt als staatliche Institution

Die Verstaatlichung der Meteorologischen Zentralanstalt per 1. Mai 1881 stellte deren Existenz auf eine dauerhafte Grundlage. Dass die Zentralanstalt ein Beobachtungsnetz betrieb und Resultate veröffentlichte, war nun in einem Bundes-

108 Siehe Schreiben Wild an Direction des Innern des Kantons Bern, 11. 7. 1864 (StABE, AE 83).

109 Ebd.

110 Ebd.

111 Die Stadtberner Station behielt indes eine «unabhängige Stellung», das heisst, sie sandte ihre Beobachtungen druckbereit nach Zürich. Siehe Wolf 1865 (1866), S. IV.

112 Zur nur teilweisen Umsetzung und späteren Aufhebung der arbeitsteiligen Struktur siehe Schreiben Wolf an EDI, 29. 9. 1876 (BAR, E88 1000/1167, 95). 1880 schrieb die Zentralanstalt, nur mit einer zentralisierten Leitung könne dafür gesorgt werden, dass die Vorschriften exakt eingehalten würden. Siehe Wolf/Billwiller 1880, S. 398 f.

113 Wolf 1879, S. 302.

beschluss als Aufgabe verankert. Damit war auch die Finanzierung längerfristig abgesichert.¹¹⁴ An die Stelle der provisorischen, weil jährlich zu bewilligenden Bundessubvention trat ein Finanzierungsmodell mit einem garantierten Kredit, über den die Zentralanstalt als «amtliches ständiges Bureau» verfügen konnte.¹¹⁵ Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft stellte die staatliche Übernahme ihrer Institution als «naturgemäße[n] Entwicklungsgang» dar.¹¹⁶ Die «Fortführung im gleichen Geiste» schien ihr gesichert, da die Mitglieder des neuen Aufsichtsgremiums, die der Bundesrat auf eine Amtszeit von drei Jahren wählte, mehrheitlich der bisherigen Meteorologischen Kommission angehört hatten.¹¹⁷ Als ihr Verdienst beanspruchte die Gesellschaft, eine funktionierende und entwicklungsfähige Struktur geschaffen zu haben.¹¹⁸ Zu einer Bundesinstitution geworden, erfüllte die Meteorologische Zentralanstalt ihre angestammten Aufgaben wie bisher. Die Verstaatlichung brachte aber eine grosse Neuerung: Zu den Dienstleistungen der Zentralanstalt gehörten nun auch offiziell die täglichen Wetterberichte, die sie 1880 provisorisch und ohne reglementarische Grundlage eingeführt hatte.¹¹⁹ Die Wetterkarten in diesen Berichten stützten sich auf Daten, die meteorologische Institutionen verschiedener europäischer Länder nach Zürich telegrafierten. Weitere Bestandteile des Wetterberichts waren eine Tabelle mit aktuellen Messwerten aus der Schweiz sowie ein kurzer Beschrieb der Wetterlage, dem die Zentralanstalt auch eine Prognose für den kommenden Tag anfügte.

Während der Bundesbeschluss von Dezember 1880 die Meteorologische Zentralanstalt zu täglichen Wetterberichten berechtigte, war wissenschaftliche Forschung nach wie vor keine offizielle Aufgabe. Dies entsprach der ursprünglichen Zwecksetzung der Zentralanstalt, der aufgetragen worden war, Beobachtungen zu sammeln und zu publizieren, nicht aber sich mit wissenschaftlichen Fragen zu beschäftigen. Zudem stellte die Zentralanstalt offiziell auch keine eigenen meteorologischen Beobachtungen an. Für die Station Zürich war nicht sie, sondern die Sternwarte des Polytechnikums verantwortlich, in der die Zentralanstalt untergebracht war. Als die Zentralanstalt kurz nach ihrer Verstaatlichung neue Räumlichkeiten bezog, weil im Sternwartegebäude nicht mehr genügend Platz

114 Als vom National- und Ständerat festgelegte Regelung hatte der Bundesbeschluss – anders als heutige Verfügungen mit derselben Bezeichnung – einen rechtsetzenden Charakter.

115 *Bundesbeschluss* 1881, S. 22. Siehe auch *Botschaft des Bundesrates* 1880.

116 Hagenbach-Bischoff 1881, S. 110.

117 Ebd., S. 111. Wie sich die Kräfteverhältnisse dadurch veränderten, dass nicht mehr die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, sondern der Bundesrat die «Commission von Fachmännern» berief, wird in Kapitel 8 behandelt.

118 Siehe die im Januar 1881 verfasste Einleitung zum Jahrgang 1878 der *Schweizerischen Meteorologischen Beobachtungen*: Wolf 1878 (1881), S. I.

119 *Reglement* 1879 (1881), S. III.



Abb. 6: Die Meteorologische Zentralanstalt war von 1863 bis 1880 im zweiten Obergeschoss der Sternwarte des Polytechnikums in Zürich untergebracht.

war, beabsichtigte sie, am neuen Ort eine eigene Beobachtungsstation einzurichten. Damit wäre die dem Netz zugehörige meteorologische Station von der Sternwarte in die Zentralanstalt transferiert worden. Doch die Meteorologische Kommission lehnte das Bestreben der ihr unterstehenden Institution ab, eigene Beobachtungen anzustellen.¹²⁰ Die Kommission beschied, die Zentralanstalt müsse sich auch zukünftig auf ihre Funktion als Sammelstelle beschränken. Die Zürcher Beobachtungen lieferte somit weiterhin die Sternwarte.

In den folgenden Jahrzehnten erweiterte die Meteorologische Zentralanstalt ihre Aufgaben dennoch beträchtlich. Sie vermehrte ihre Tätigkeiten nach und nach und dehnte den Bereich, was zu beobachten wert wäre, immer weiter aus. Es gelang ihr auch, dafür die nötigen finanziellen Mittel zu erhalten.¹²¹ Unter an-

¹²⁰ Siehe Protokoll der Sitzung der meteorologischen Kommission, 23. 5. 1881 (BAR, E88 1000/1167, 99).

¹²¹ Zur Krediterhöhung von 1885 siehe *Botschaft des Bundesrates* 1885; *Bundesbeschluss* 1885. Zur Krediterhöhung von 1891 siehe *Botschaft des Bundesrates* 1891.

derem baute sie ein zusätzliches Netz von Regenmessstationen auf, organisierte Gewitterbeobachtungen und führte Ballonaufstiege durch. Neben diesen neuen Tätigkeiten, die zusätzliche Kosten verursachten, stiegen auch die Ausgaben für das 1863 definierte und 1880 bestätigte Kerngeschäft: den Unterhalt des Beobachtungsnetzes und die Publikation der Resultate. In den 1880er-Jahren boten die vom Departement des Innern gemieteten Räume – eine umfunktionierte, ehemals vom Zentralanstaltsdirektor Robert Billwiller bewohnte Wohnung – zunächst genügend Platz für die fünf Mitarbeiter.¹²² 1889 zog die Zentralanstalt in das neu errichtete Physikgebäude des Polytechnikums um.¹²³ Somit war sie zwar nicht organisatorisch, aber räumlich in die eidgenössische Hochschule integriert. Genau genommen handelte es sich um eine Reintegration, da sich die Zentralanstalt bereits bis 1880 in einem Polytechnikumsgebäude befunden hatte. Den Einzug ins neue Physikgebäude 1889 versuchte die Zentralanstalt als Gelegenheit zu nutzen, ihren Wissenschaftscharakter zu stärken. Heinrich Friedrich Weber, Physikprofessor am Polytechnikum und Mitglied der Meteorologischen Kommission, wirkte an diesem Plan entscheidend mit. Weber war der Ansicht, die Zentralanstalt solle ihre Tätigkeit nicht länger nur auf «den Mechanismus der statistischen Zusammenstellung» beschränken, sondern sich auch «wissenschaftlichen Beobachtungen» widmen. Ohne diese müsste man sich, so eines seiner Argumente, vor «besuchenden Freunden» schämen.¹²⁴

Für die Einrichtung der neuen Lokalität arrangierte das Eidgenössische Departement des Innern einen ausserordentlichen Kredit von fast 20 000 Franken, mit dem der Zentralanstaltsdirektor Robert Billwiller auch selbst registrierende Instrumente anschaffte.¹²⁵ Die Station Zürich ging damit von der Sternwarte an die Zentralanstalt über. Brisant war, dass Billwiller die Meteorologische Kommission vor ein *Fait accompli* stellte, obwohl ihr die Entscheidungskompetenz über diesen Ausbauschnitt zugefallen wäre, den sie Anfang der 1880er-Jahre noch abgelehnt hatte.¹²⁶ Die Kommission gab nach einigen Diskussionen ihre

122 Das Departement des Innern mietete für die Zentralanstalt einige Räume im Privathaus, in dem Robert Billwiller seine Mietwohnung hatte. 1863–1880 war die Zentralanstalt im zweiten Obergeschoss der Sternwarte des Polytechnikums untergebracht gewesen. Siehe *Bericht des Bundesrates* 1882, S. 75; *Botschaft des Bundesrates* 1891, S. 999.

123 Die Zentralanstalt konnte sich im obersten Stockwerk des südlichen Flügels des Physikgebäudes einrichten. Siehe Billwiller 1887 (1888), S. VII.

124 Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 12. 1. 1889 (BAR, E88 1000/1167, 96).

125 Die Station Zürich ging per 1891 von der Sternwarte an die Zentralanstalt über. Zusätzlich zu den selbst registrierenden Apparaten (ein Anemograf und ein Waagebarometer) wurden eine Thermometerhütte und ein Ombrometer aufgestellt. Siehe Billwiller 1891 (1893), S. V f.

126 Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 12. 1. 1889 (BAR, E88 1000/1167, 96).



Abb. 7: 1889 zog die Zentralanstalt in das neue Physikgebäude des Polytechnikums um.

nachträgliche Zustimmung.¹²⁷ Um in den Jahressbänden Platz für die stündlichen Aufzeichnungen von Zürich zu schaffen, veröffentlichte die Zentralanstalt die Resultate der Berner Registrierapparate nur noch gekürzt. Auch diese Massnahme, mit der die Meteorologische Zentralanstalt ihre eigene Bedeutung steigerte, erzeugte in der Meteorologischen Kommission zunächst Protest, wurde letzten Endes aber durchgewinkt. Somit schwang sich die Zentralanstalt zur schweizerischen Hauptstation auf.

Robert Billwiller und sein Mitarbeiter Julius Maurer, der ihm 1905 als Direktor nachfolgte und anschliessend fast drei Jahrzehnte im Amt blieb, waren hauptsächlich mit den Arbeiten beschäftigt, die durch das Beobachtungsnetz und

¹²⁷ Bericht der Subkommission an EDI, 3. 1. 1889 (BAR, E88 1000/1167, 141); Schreiben Hagenbach-Bischoff an die Mitglieder der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 11. 4. 1889 (BAR, E88 1000/1167, 99).

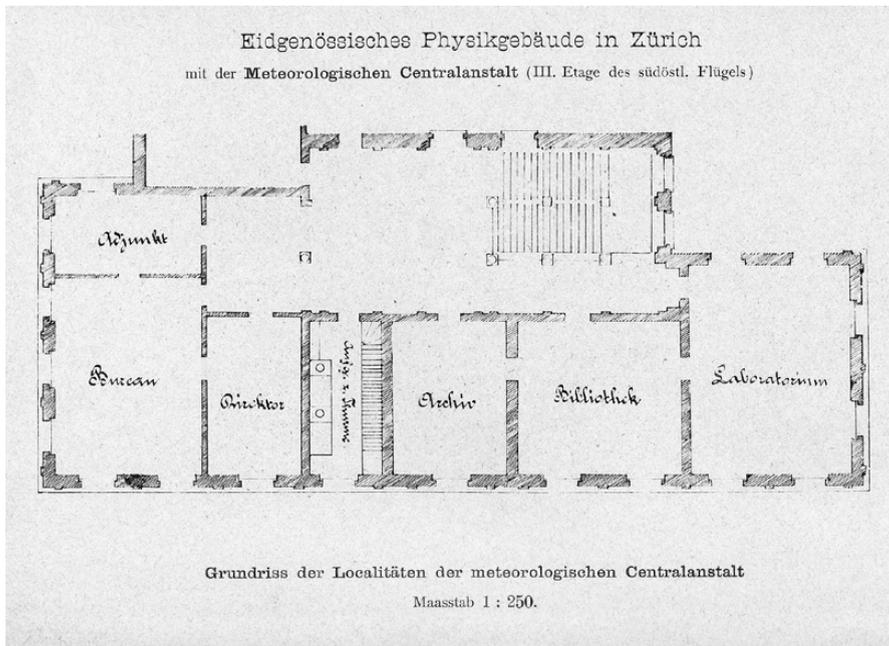


Abb. 8: In ihren Räumlichkeiten im Physikgebäude des Polytechnikums richtete die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt ein eigenes Laboratorium ein. Grundriss der Räumlichkeiten im Masstab 1:250.

die Wetterberichte anfielen. Wenn sie Zeit fanden, bearbeiteten sie aber auch wissenschaftliche Fragestellungen.¹²⁸ Dafür existierte streng genommen keine gesetzliche Grundlage. Dennoch verstand sich die Zentralanstalt nicht nur als Sammelstelle und Prognoseproduzentin, sondern zugleich als wissenschaftliches Institut. Formell in den Aufgabenkatalog integriert wurde die «Förderung der theoretischen Meteorologie und Klimatologie» erst mit dem Bundesgesetz zur Zentralanstalt von 1901.¹²⁹ Doch auch danach fehlte es der Zentralanstalt ihrer

128 Robert Billwiller forschte beispielsweise zur Temperaturverteilung in Hochdruckgebieten, zur Periodizität von Winden auf Bergspitzen und zum Talwind im Oberengadin. Siehe das Publikationsverzeichnis in seinem Nachruf in Maurer 1905, S. XIII–XVII. Julius Maurer stellte unter anderem Untersuchungen zur Wärmestrahlung der Atmosphäre und zu Gletschern an. Er beschäftigte sich intensiv mit meteorologischen Instrumenten, insbesondere mit Sonnenscheinautografen. Siehe das Publikationsverzeichnis in seinem Nachruf in Mörikofer 1938, S. 454–461.

129 *Bundesgesetz* 1901, S. 896.

eigenen Wahrnehmung nach an personellen Ressourcen, um neben dem Tagesgeschäft auch Forschung zu betreiben. Der Direktor Robert Billwiller und auch sein Nachfolger Julius Maurer verlangten wiederholt danach, den Personalbestand zu erhöhen, damit sie selbst nicht mehr derart stark durch «mechanische Arbeiten» in Anspruch genommen würden.¹³⁰ Die Bundesversammlung bewilligte in kleinen Schritten zusätzliches Personal und hob auch die Plafonierung des jährlichen Budgets auf, das sie ursprünglich auf maximal 25 000 Franken festgesetzt hatte.¹³¹ In der Zeit von 1880 bis 1914 verfünffachten sich die Budgets der Zentralanstalt.¹³² Das verdeutlicht, dass sich die Institution in den ersten fünf Jahrzehnten ihres Bestehens, wenn auch nicht rasant, doch signifikant vergrösserte.

130 *Bericht der Kommission des Nationalrathes* (17. Dezember) 1891, S. 806. Siehe auch *Bericht der Kommission des Nationalrathes* (3. Juni) 1891, S. 444.

131 Rund die Hälfte der 25 000 Franken waren für Personalkosten vorgesehen. Siehe *Bundesbeschluss* 1881; *Botschaft des Bundesrathes* 1891; *Bundesgesetz* 1901.

132 1880 hatte die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft für die Meteorologische Zentralanstalt einen Bundesbeitrag in der Höhe von 15 000 Franken erhalten. 1914 betrug die Ausgaben der Zentralanstalt 80 770 Franken. Siehe Hagenbach-Bischoff 1880, S. 59; Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission vom 18. 7. 1914 (BAR, E3001-01 2004/492, 267).

2 Der regulierte Wetterbeobachter

Ohne den «Zuzug freiwilliger Thätigkeit» hätte die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt ihr Erhebungsprogramm nicht bewältigen können – weder in ihrer Zeit als Einrichtung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft noch nach ihrer bundesstaatlichen Übernahme im Jahr 1881.¹ Um nachvollziehen zu können, welche Konsequenzen die Schaffung des nationalen Beobachtungsnetzes und dessen staatliche Übernahme für die Beziehungen zwischen den Beteiligten hatte, muss die Rollenaufteilung innerhalb des meteorologischen Beobachtungsnetzes erkundet werden, das heisst das Verhältnis zwischen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt und ihren Beobachtern. Deren Aufgabe war es, mehrmals täglich sowohl mithilfe von Messinstrumenten als auch mit blossem Auge Beobachtungen anzustellen, die Resultate in Tabellen zu übertragen und nach Monatsende an die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt in Zürich zu senden. Bei der Ausführung dieser Vorgänge wurden die Beobachter aus der Distanz von der Zentralanstalt angeleitet. Auch nachdem der Bund die Zentralanstalt 1881 verstaatlicht hatte, waren es vorwiegend Freiwillige, die auf den Stationen beobachteten. Die Zentralanstalt arbeitete darauf hin, die Techniken zu vereinheitlichen und das Verhalten der Beobachter zu disziplinieren. Die Gründung eines nationalen Beobachtungsnetzes war also mit einer umfangreichen Standardisierung verbunden, die aber auf zahlreiche Schwierigkeiten stiess und trotz vieler Erfolge ein unabgeschlossener Prozess blieb.

In diesem Kapitel wird geklärt, wer die Ausrichtung des Projekts bestimmte, wer die Beobachter waren, aus welchen Motiven sie an Projekten mitarbeiteten und aus welchen Gründen einige von ihnen die Messreihen abbrachen. Beleuchtet werden weiter die Strategien, mit denen die Zentralanstalt die Verwirklichung ihres Ideals «vollkommener Vergleichbarkeit sämtlicher Stationen» anstrebte.² Dabei wird auch erörtert, inwiefern die Meteorologische Kommission und die Meteorologische Zentralanstalt ihre Qualitätsansprüche gegenüber den nicht vollständig kontrollierbaren Beobachtern durchsetzen konnten. Abschliessend wird gezeigt, dass die Frage, ob die Leistungen der Beobachter vergütet werden sollten, mit der staatlichen Übernahme der Zentralanstalt eine neue Bedeutung erlangten. Die Entlohnung der Beobachter war wiederholt Gegenstand von Verhandlungen, aber auch im frühen 20. Jahrhundert wurde ihre Tätigkeit nicht oder nur bescheiden bezahlt.

1 Das Zitat stammt aus Schreiben Wolf an EDI, 7. 10. 1877 (BAR, E88 1000/1167, 158).

2 Mousson 1864, S. 223.

Das meteorologische Personal

Im Laufe des 19. Jahrhunderts veränderte sich die naturwissenschaftliche Forschung dahingehend, dass sie sich disziplinar ausdifferenzierte und zunehmend von Fachleuten dominiert wurde.³ Akademisch und fachspezifisch ausgebildete Personen erlangten in einem längerfristigen Prozess eine dominierende Position. Um als Forscher anerkannt zu werden, wurden eine akademische Laufbahn und eine institutionelle Anbindung zunehmend zur Voraussetzung. Dies bedeutete allerdings nicht, dass per se alle anderen aus der Wissensproduktion ausgeschlossen wurden. Dies geht oft vergessen, wenn auf das wissenschaftsgeschichtliche Narrativ der Professionalisierung rekurriert wird. Für die laborgestützten Disziplinen mag stimmen, dass Personen ohne Fachausbildung immer seltener in den Forschungsprozess involviert waren. Die Beteiligung von Freiwilligen verschwand in diesen Wissenschaftszweigen fast ganz. In den sogenannten Feldwissenschaften – den Disziplinen, die ihr Forschungsmaterial im Freien gewannen – war die Veränderung der sozialen Strukturen komplexer gelagert. Obwohl sich auch hier staatlich finanzierte Institutionen herausbildeten, blieb die Beteiligung von nicht fachspezifisch ausgebildeten Personen weit verbreitet.⁴ Klar separierte Identitäten – bezahlte Berufswissenschaftler einerseits und niedriggestellte Laien andererseits – bildeten sich erst allmählich heraus.⁵ Es ist also genauer zu untersuchen, wie sich die Feldwissenschaften der neuen Ordnung von beruflich verfasster und institutionenzentrierter Wissenschaft anpassten. Was generell für die Geschichte feldwissenschaftlicher Disziplinen gilt, zeigt sich auch bei der Meteorologie: Die Sozialstrukturen sind wenig erforscht.⁶ Der Blick auf die soziale Konfiguration ist aber wichtig, um den Wandel der Wissensproduktion zu verstehen.

An den Spitzen der meteorologischen Zentralanstalten, die ab Mitte des 19. Jahrhunderts gegründet wurden, standen ausgebildete Wissenschaftler. So war der erste Leiter der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Rudolf Wolf,

3 Für einen Überblick Knight 2009; Burke 2014.

4 Zur Partizipation breiter Bevölkerungskreise an der Naturgeschichte, Ornithologie, Biologie und Zoologie im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert siehe Barrow 2000; Alberti 2001; Charvolin/Micoud/Nyhart 2007; Scheidegger 2011; Mahr 2014; de Bont 2015; Guillemain/Richard 2016; Scheidegger 2017.

5 Zur historisch sich wandelnden Figur des Wissenschaftlers siehe Daston/Sibum 2003.

6 Zur Feldbeobachtung siehe den Osiris-Band zu «Science in the Field» Kuklick/Kohler 1996. Siehe zudem Kohler 2002; Benson 2009; Vetter 2011b; Nielsen/Harbsmeier/Ries 2012; Kohler/Vetter 2016. Aufschlussreiche Fallstudien bieten Lie 2002; Vetter 2004; Vetter 2008. Spezifisch zur Meteorologie siehe Vetter 2011c. Grundlegende Überlegungen zu Partizipationsformen bieten Vetter 2011a; Pandora 2016. Zur Wetterbeobachtung im 17. und 18. Jahrhundert siehe Janković 2000. Zur gegenwärtigen Beteiligungsstruktur in der Meteorologie siehe Endfield/Morris 2012.

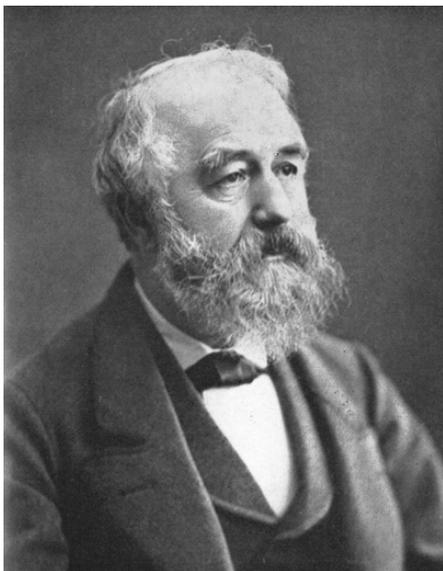


Abb. 9: Rudolf Wolf (1816–1893), der erste Leiter der Meteorologischen Zentralanstalt. Undatierte Fotografie.



Abb. 10: Robert Billwiler (1849–1905), zunächst Assistent und von 1881 bis zu seinem Tod 1905 Direktor der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. Undatierte Fotografie.

Abb. 11: Julius Maurer (1857–1938) wurde 1881 Adjunkt der Zentralanstalt und 1905 deren Direktor – ein Amt, das er fast drei Jahrzehnte lang ausübte. Undatierte Fotografie.



ein Professor für Astronomie und zugleich Direktor der Sternwarte des Polytechnikums. Er führte die Meteorologische Zentralanstalt von 1863 bis 1880. Ihm folgte sein ehemaliger Assistent, Robert Billwiller. Nach dessen Tod 1905 wurde Julius Maurer Direktor. Maurer, bislang oberster Assistent der Zentralanstalt, hatte bei Rudolf Wolf studiert und später zu atmosphärischer Strahlung promoviert.⁷ Ab 1881 wurden die Direktoren und ihre Assistenten als Staatsbeamte angestellt. In der Zeit davor, als noch die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft verantwortlich war, hatte Rudolf Wolf für die Leitung der Meteorologischen Zentralanstalt keinen zusätzlichen Lohn erhalten, aber seine Assistenten waren aus der Bundessubvention bezahlt worden. Ausschliesslich ehrenamtlich arbeiteten die Mitglieder der Meteorologischen Kommission, die das Beobachtungsnetz organisiert hatte und anschliessend als Aufsichtsgremium über die Arbeit der Zentralanstalt wirkte. Dennoch entsprachen auch sie dem Typus des Berufswissenschaftlers, weil sie alle hauptberuflich als Professoren arbeiteten.⁸

Die Schaffung staatlicher meteorologischer Einrichtungen brachte eine neue Berufsgattung hervor: den amtlichen Meteorologen. Er kümmerte sich um die Koordination und Auswertung der meteorologischen Datenerhebung. Dabei blieb er aber auf die Hilfe von Beobachtern angewiesen, die ihm regelmässig nach seinen Vorgaben Daten lieferten. Freiwillige ohne Fachausbildung spielten somit weiterhin eine wesentliche Rolle bei der meteorologischen Wissensproduktion. Es wäre schlicht zu teuer gewesen, die Stationen mit ausgebildeten Naturwissenschaftlern zu besetzen. Der Vorsteher des norddeutschen Beobachtungsnetzes, Wilhelm Jacob van Bebber, schrieb 1885 denn auch: «Schon zu der Beschaffung des Beobachtungsmaterials ist man genöthigt, die Mithilfe vieler in Anspruch zu nehmen, die weit ausserhalb der streng wissenschaftlichen Kreise stehen».⁹ Van Bebber und andere amtliche Meteorologen sahen die Beteiligung von Freiwilligen als eine Schwäche ihrer Disziplin an, da der Ruf des Amateurhaften ihr Streben nach wissenschaftlicher Anerkennung behinderte. Sie hätten lieber sogenannte selbst registrierende Instrumente verwendet, die ab den 1860er-Jahren zur automatischen Aufzeichnung von Luftdruck, Temperatur, Niederschlag oder Windstärke entwickelt wurden. Diese Instrumente versprachen mechanische Objektivität und repräsentierten das Ideal einer subjektfreien Beobachtung, was in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die massgebliche Komponente

7 Maurer (1857–1938) war ab 1881 als Adjunkt auf der Meteorologischen Zentralanstalt angestellt, 1882 erhielt er die Promotion und 1905 trat er die Nachfolge des im Alter von 56 Jahren verstorbenen Robert Billwillers an. Siehe Mörikofer 1938.

8 Von den insgesamt sieben Mitgliedern der ab 1860 eingesetzten Kommission lehrten fünf an kantonalen Hochschulen oder am Polytechnikum, zwei an Kantonsschulen.

9 Bezold 1885, S. 313.

des wissenschaftlichen Objektivitätsverständnisses war.¹⁰ Die Aufzeichnungsgeräte waren aber so teuer, dass ein verbreiteter Einsatz nicht infrage kam.¹¹ Erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde der Plan, «den Beobachter durch eine Apparatur zu ersetzen», realisiert.¹²

Unter den 88 Beobachtern, die im Dezember 1863 ihre Arbeit für das schweizerische meteorologische Netz aufnahmen, waren 25 Lehrer, 21 Geistliche, 11 Ärzte oder Apotheker, 9 Gastwirte, 4 Wissenschaftler, 3 Telegrafisten, 3 Uhrmacher und 2 Kaufleute. 9 weitere fielen in die Kategorie «andere Berufsarten».¹³ Lehrer und Geistliche machten also mehr als die Hälfte der Beobachter aus. Die Meteorologische Kommission war der Ansicht, dass sich Vertreter dieser beiden Berufe «wegen der Regelmässigkeit ihrer Lebensweise» am besten für die Beobachtungstätigkeit eigneten.¹⁴ Die bildungsbürgerliche Schicht generell assoziierte die Kommission mit Zuverlässigkeit sowie «Charakter und Bildung». In einem Schreiben, mit dem die Kommission bei kantonalen und lokalen naturforschenden Gesellschaften nach potenziellen Beobachtern fragte, wurden explizit Geistliche, Ärzte, Lehrer und Apotheker als bevorzugte Berufsgruppen aufgeführt.¹⁵ Dementsprechend waren die insgesamt neun Gastwirte, die 1863 eine meteorologische Station übernahmen, keine Wunschbesetzungen. Sie alle waren in höher gelegenen und daher wenig besiedelten Regionen tätig, wo die Zahl der Personen, die sich für Forschungsprojekte interessierten, beschränkt war. Obwohl die Kommission anfangs Bedenken hatte, stellte sich insbesondere der Pächter des Berghauses auf dem San-Bernardino-Pass als sehr zuverlässiger Beobachter heraus.¹⁶ Er und seine Familie führten die Station über 50 Jahre lang. Umgekehrt bot ein bildungsbürgerlicher Beruf keineswegs eine Garantie für die Tüchtigkeit der Beobachter, wie sich dies die Kommission erhofft hatte.¹⁷ Wichtiger für den Erfolg von Stationen war es, dass im selben Haushalt Personen lebten, die bereit waren, den Stationsinhaber bei Abwesenheit zu ersetzen. In den Betrieb

10 Die selbst registrierenden Instrumenten waren ein Versuch, die Natur ohne Interventionen von Personen automatisch einzufangen. Siehe zur Neudefinition von Objektivität mit dem Bemühen, menschliche Einflüsse zu eliminieren, Daston/Galison 1992. Zur historischen Entwicklung des Konzepts der Objektivität allgemein siehe Daston/Galison 2007. Siehe zudem zu Objektivitätszuschreibungen für wissenschaftliche Apparate Crary 1990.

11 Die Meteorologische Kommission schrieb 1862 in einem Bericht an die Bundesversammlung, der einzige Nachteil der Aufzeichnungsgeräte sei der hohe Preis. Siehe Mousson 1862a, S. 494.

12 Schüepp 1964, S. 31. Das schweizerische meteorologische Messnetz wurde in den 1970er-Jahren automatisiert.

13 Siehe Mousson 1864, S. 216.

14 Ebd.

15 Zirkular von Mousson, 26. 3. 1861 (BBB, GA SANW, 221).

16 Mousson hatte Gastwirte als eine Berufsgruppe bezeichnet, die wenig Interesse «an bindenden und nichtseinbringenden Beobachtungen» zeige. Siehe Mousson 1864, S. 212.

17 Siehe Mousson 1863b, S. 105.

der meisten meteorologischen Stationen waren also Familienmitglieder oder Angestellte eingebunden. Sie halfen mit, die Messungen an 365 Tagen im Jahr um 7, 13 und 21 Uhr durchzuführen. Die Zuarbeit nicht speziell ausgebildeter und nie namentlich genannter Helferinnen und Helfer ist ein typisches Phänomen der Wissenschaften im 19. und 20. Jahrhundert. Es hat in der jüngeren Wissenschaftsgeschichte unter dem Stichwort der «invisible hands» vermehrt Beachtung erhalten.¹⁸ Damit verknüpft ist auch die Frage nach der Rolle von Frauen. Im schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetz waren die Stationsinhaber anfangs ausschliesslich Männer. Später übernahmen auch Frauen Beobachtungsposten, meistens in Nachfolge ihrer Ehemänner oder Väter.¹⁹ Um die Jahrhundertwende betrug der Frauenanteil unter den Inhabern meteorologischer Stationen 7 Prozent, 1914 8 Prozent.²⁰ Diese offiziellen Beobachterinnen sind mitgemeint, wenn in dieser Studie von den «Beobachtern» in der männlichen Form die Rede ist.

Pfarrer und Lehrer, die 1863 mehr als die Hälfte der Stationen innehatten, blieben die grössten Berufsgruppen im meteorologischen Netz. Um die Jahrhundertwende machten sie 40 Prozent aus. Ansonsten weitete sich das Profil der Beobachter immer weiter aus. In den Verzeichnissen zeigt sich ein zunehmend breites Spektrum an Erwerbstätigkeiten, die nicht zu den klassischen bildungsbürgerlichen Berufen wie Arzt, Apotheker, Gymnasiallehrer oder Pfarrer gehörten. Als Beobachter tätig waren unter anderen Bahnhofsvorstände, Gemeindepolizisten, Postbeamte, Aufseher von Strafanstalten oder Bankangestellte.²¹ Die wachsende Mittelschicht aus Beamten und Angestellten war ab Ende des 19. Jahrhunderts häufig vertreten. Dagegen stellten Selbstständige aus Handwerk und Gewerbe Ausnahmen dar. Damit unterschied sich die soziale Zusammensetzung wesentlich von derjenigen kollektiver Forschungsprojekte im 18. und frühen 19. Jahrhundert. Lange Zeit hatten finanziell gut gestellte «Liebhaber der Natur» den Grundpfeiler der Wissenschaft gebildet. Auch wenn es in der Schweiz keine Fürstenhöfe gab, waren es Vermögende gewesen, die wissenschaftliche Sammlungen angelegt und in vielen Bereichen selbst Forschung betrieben oder finanziert hatten.²² Dabei waren meteorologische Beobachtungen ein beliebtes Betätigungsfeld der Vermögenden gewesen.

18 Siehe Hentschel 2008.

19 Als Tochter eines früheren Stationsinhabers wirkte zum Beispiel Nina Arnet in Luzern. Nach dem Tod ihres Vaters, Xaver Arnet, führte sie die Station 1906–1919. Witwen, die Stationen ihrer Ehemänner übernahmen, waren unter anderen Ursula Fluor in Sils Maria, Katharina Fischer in Guttannen und Christina Bellig auf dem San-Bernardino-Pass.

20 Siehe *Verzeichnis* 1901; *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, Jg. 51 (1914).

21 Siehe *Verzeichnis* 1901.

22 Zur Naturforschung im 18. Jahrhundert siehe Holenstein/Steinke/Stuber 2013.

Der im vorangehenden Kapitel erwähnte Aarauer Seidenbandfabrikant Johann Rudolf Meyer hatte in den 1810er-Jahren ein Netz von quer über Europa verteilten Beobachtungsstationen konzipiert und deren Ausrüstung bezahlt. Am Ende des 19. Jahrhunderts waren solche finanziell unabhängigen Forscher ohne Fachausbildung keine zentralen Akteure mehr. Das tägliche Beobachten der meteorologischen Phänomene erledigten – wie oben beschrieben – zum grössten Teil Vertreter des Bildungsbürgertums sowie der kleinbürgerlichen Kreise. Ein prägnantes Beispiel für die zunehmende soziale Heterogenität ist, dass im Beobacherverzeichnis von 1901 ein Hotelbesitzer, ein Hotelsekretär sowie ein Portier figurierten.²³ Innert weniger Jahrzehnte fand also eine Ausweitung auf zusätzliche soziale Schichten statt.

Die Meteorologische Kommission und die Zentralanstalt schrieben ihren Beobachtern eine patriotische Haltung zu, zumal diese bereit waren, ein nationales Projekt mitzutragen. Nicht alle Beteiligten unterstützten jedoch auch den schweizerischen Bundesstaat, einige standen diesem ablehnend gegenüber. Ihre Beteiligung schien dennoch möglich, weil das nationale Beobachtungsnetz trotz der engen Verbindung zum Bundesstaat in erster Linie als wissenschaftliches Projekt mit apolitischem Status wahrgenommen wurde. Damit sich bundesstaatskritische Personen beteiligten, brauchte es zuweilen diplomatisches Fingerspitzengefühl und die Überwindung von Skepsis gegenüber Katholiken durch den ersten Präsidenten der Meteorologischen Kommission, Albert Mousson. Der protestantische Zürcher Professor am Polytechnikum und Sohn des ersten eidgenössischen Bundeskanzlers sorgte sich, dass in katholischen Kantonen, wo eine verbreitete Opposition gegen den Bundesstaat bestand, nicht genügend loyale Mitarbeiter für ein bundesstaatlich finanziertes Projekt gefunden würden.²⁴ Als mehrere Walliser Geistliche Interesse zeigten, eine meteorologische Station zu übernehmen, befürchtete er, dass diese womöglich nicht zuverlässig mithelfen, sondern dem Unternehmen «nach besten Kräften heimlich schaden» würden.²⁵ Um Intrigen auszuschliessen, bat er Bundesrat Giovanni Battista Pioda, beim Bischof von Sitten eine «förmliche Bewilligung» für die Beteiligung von Priestern in seinem Bistum einzuholen.²⁶ Mousson hielt es für klüger, wenn der katholisch getaufte Vorsteher des Departements des Innern an den Bischof herantreten würde, statt er selbst als «protestantische[r] Zürcher-

23 Siehe die Berufsangaben in *Verzeichnis* 1901. Zu sozialer Heterogenität als Merkmal vieler Feldwissenschaften siehe Kuklick/Kohler 1996, S. 6.

24 Albert Moussons Vater, Jean-Marc Mousson, war ab 1798 Generalsekretär der Regierung der Helvetischen Republik gewesen und hatte anschliessend 1803–1830 als erster, von der Tagsatzung eingesetzter Bundeskanzler geamtet.

25 Schreiben Mousson an EDI, undatiert, eingelangt am 21. 7. 1862 (BAR, E88 1000/1167, 95).

26 Bischof von Sitten war zu dieser Zeit Pierre Joseph Preux. Siehe Schreiben Mousson an EDI, undatiert, eingelangt am 21. 7. 1862 (BAR, E88 1000/1167, 95).

professor». Drei Priester aus Zermatt, Grächen und Glis und die Patres auf dem Simplon übernahmen dann tatsächlich eine Station.

Konstanz und Fluktuation im Beobachtungsdienst

Was waren die Motive der unbezahlten Beobachter, sich für Messungen an 365 Tagen im Jahr zu verpflichten? Die Quellenlage erlaubt es nicht, diese Frage mit Sicherheit zu beantworten, da nur wenige Äusserungen von Beobachtern überliefert sind. In den Darstellungen der Meteorologischen Zentralanstalt und der Meteorologischen Kommission finden sich vor allem zwei Zuschreibungen: Die Beobachter wurden erstens als interessiert an der «vaterländischen» Natur charakterisiert.²⁷ Sie übernahmen eine meteorologische Station, um ihr eigenes Wissen zu vertiefen, so die Vermutung. Zweitens schrieb man den Beobachtern das Motiv zu, einen Beitrag zugunsten der Wissenschaft leisten zu wollen.²⁸ Dass die Beobachter rein aus Freude an der Tätigkeit mitmachen könnten, wurde nicht in Erwägung gezogen. Vielmehr beschrieb die Meteorologische Kommission die dreimal täglich anzustellenden Beobachtungen und insbesondere die nachfolgenden Umrechnungen als eine mühselige Aufopferung.²⁹ Dennoch stiessen die Organisatoren des Beobachtungsnetzes auf eine grosse Bereitschaft, die monoton erscheinende Arbeit zu übernehmen. Sie mussten sogar mehrere Interessierte abweisen, da der Bedarf in den entsprechenden Regionen bereits gedeckt war.³⁰

Die wenigen direkten Zeugnisse von Beobachtern deuten darauf hin, dass die Möglichkeit zu Selbstbildung ein wichtiges Motiv war.³¹ Sie lernten, wie Instrumente funktionierten, sowohl durch ihre eigene Praxis als auch durch das Beobachtungshandbuch. Die Tätigkeit anhand der verständlich aufbereiteten Anleitung konnten Wissbegierige als ausseruniversitäre Bildungsmöglichkeit nutzen. Viele Beobachter ergänzten ihre Tabellen mit Zusatzbeobachtungen zu meteorologischen Phänomenen, aber auch zur Pflanzen- und Tierwelt. Die Meteorologische Zentralanstalt begrüsst solche Ergänzungen. Der Pfarrer Moritz

27 Siehe zum Beispiel den am 7. 4. 1863 vom Bund publizierten Text zum «Stand des meteorologischen Unternehmens», in dem Mousson den Beobachtern «Einsicht und Eifer für Zwecke der Landeskunde» zurechnete.

28 Die Rede von einem Dienst an der Wissenschaft findet sich unter anderem im Dankeschreiben zum 25-Jahr-Arbeitsjubiläum an zehn meteorologische Stationen im Jahr 1888. Siehe «Appendix I» in Billwiller 1888a (1889), S. VIII.

29 Siehe Mousson 1863c, S. 12.

30 Siehe Mousson 1863b, S. 104.

31 Siehe zum Beispiel die Bemerkungen von Ulrich Schmid, Pfarrer und Beobachter in Bivio, auf der Rückseite der Originalbeobachtungen von Januar 1864 in BAR, E3180-01 2005/90, 119.

Tscheinen beispielsweise, der ab 1863 während 23 Jahren die meteorologische Station in Grächen führte, wurde dafür gelobt, jeweils die «Columnne für Bemerkungen bis auf das letzte Plätzchen ausgefüllt» zu haben.³² Johann Caviezel, der Beobachter in Sils Maria, berichtete ausführlich über Hochwasser oder Gewitter und schrieb regelmässig über den Ertrag von Ernten. Ende September 1871 sandte Caviezel der Meteorologischen Zentralanstalt sogar sechs frische Kirschen zu, als Beleg für eine merkwürdig späte Reife.³³ Obwohl die Meteorologische Zentralanstalt persönlichem Engagement eine hohe Wertschätzung entgegenbrachte und Zusatzbeobachtungen begrüsst, wertete sie diese nicht systematisch aus.³⁴ Im standardisierten System mit Beobachtern, die an allen Standorten dasselbe mit denselben Instrumenten messen sollten, fielen individuelle, nicht formalisierbare Aufzeichnungen aus dem Rahmen.

Wer beim schweizerischen meteorologischen Netz mitmachte, übernahm eine Aufgabe, die er konstant ausführen musste. Partizipative Naturforschung hatte sich lange Zeit gerade durch das Gegenteil ausgezeichnet: Wellenförmig verlaufende Intensitätskurven waren typisch gewesen. Im neuen meteorologischen Netz hingegen wurde ein durchgehend hohes Niveau an Verpflichtung verlangt. Das heisst, um einen Beitrag zu leisten, musste man zwar kein Forscher vom Fach sein, aber eine Dauerverpflichtung eingehen. Im Vergleich zu anderen Tätigkeiten erforderten die meteorologischen Beobachtungen für das nationale Netz zwar vergleichsweise wenige Vorkenntnisse, verpflichteten aber stärker.³⁵ Zahlreiche Stationsinhaber waren neben der stark regulierten meteorologischen Arbeit in anderen, weniger bindenden Bereichen tätig. Der zuvor erwähnte Beobachter Moritz Tscheinen stellte auch Berichte über Erdbeben zusammen, publizierte Walliser Sagen und arbeitete am Wörterbuch der schweizerdeutschen Sprache, dem *Idiotikon*, mit.³⁶ Vielen Beobachtern des meteorologischen Netzes war zudem gemein, dass sie in lokalen oder kantonalen naturforschenden Gesellschaften aktiv waren. Deren Mitglieder bildeten ein Reservoir an Personen, die sich für Beobachtungsaufgaben mobilisieren liessen. 1861 hatte sich die Meteorologische Kommission sogar direkt an die Präsidenten naturforschender Gesellschaften gewandt und nach geeigneten Personen gefragt.³⁷ Nicht nur die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, sondern auch lokale und kantonale Gesellschaften waren also daran beteiligt, nationale Strukturen

32 Wolf 1891a, S. 421.

33 Siehe die Auszüge aus Caviezels Brief in Wolf 1871.

34 Siehe zum Beispiel die Ermutigung zu Zusatzbeobachtungen in Wolf 1866 (1867), S. III.

35 Die Lokalfloristik beispielsweise war nicht an fixe Termine gebunden. Zur Sozialstruktur botanischer Inventarisierungsprojekte siehe Scheidegger 2015; Scheidegger 2017.

36 Siehe Billwiller 1887 (1888), S. V; Wolf 1891a, S. 420.

37 Siehe Zirkular von Mousson, 26. 3. 1861 (BBB, GA SANW, 221).

der Naturbeobachtung aufzubauen. Sowohl die Dachorganisation als auch die Zweigorganisationen spielten eine wesentliche Vermittlerrolle, wenn es darum ging, Bürger zur Mitarbeit zu gewinnen.

Das schweizerische meteorologische Beobachtungsnetz war von einer hohen Fluktuation betroffen. Obwohl die Meteorologische Kommission die Kontinuität der Beobachtungen als Hauptschwierigkeit früherer Netze identifiziert hatte, konnte sie keine wirklich neue Strategie präsentieren, um zu ununterbrochenen Messreihen zu gelangen. Von 1863 bis 1914 mussten mehr als 70 Stationen ganz aufgehoben und viele andere an neue Orte verschoben werden.³⁸ Die ehemaligen Beobachter dieser Stationen hatten ihre Tätigkeit eingestellt, weil sie dazu aus beruflichen oder gesundheitlichen Veränderungen nicht mehr in der Lage waren. Zum Teil blieben die Gründe auch unbekannt. Einige Beobachter ignorierten wiederholte Aufforderungen, ihre Tabellen einzusenden. Um dem entgegenzuwirken, also die Beobachter «in Athem» zu erhalten, bemühte sich die Zentralanstalt um direkten Kontakt zu den Stationsinhabern.³⁹ Für regelmässige Besuchsreisen fehlten aber die finanziellen Mittel.

Trotz der vielen Abbrüche stieg die Zahl der Beobachtungsstandorte leicht an, weil immer wieder neue Stationen gegründet wurden. Kurz vor der Jahrhundertwende stabilisierte sich die Bestandsgrösse mit 110 bis 120 Stationen. Nur wenige davon erreichten das Ziel, ihre Beobachtungsreihe ohne Unterbrüche fortzuführen. Bis 1914 blieb nur ein Viertel der 1863 begonnenen Reihen lückenlos. Der wichtigste Erfolgsfaktor dieser Stationen war, dass die jeweiligen Inhaber die Beobachtungen über viele Jahre hinweg fortführten. Wenn ein Beobachter das Interesse verlor, den Wohnort wechselte oder sich aus Altersgründen zurückzog, konnte seine Arbeit im Idealfall von jemand anderem übernommen werden, ohne dass der Standort der Instrumente verändert werden musste. Das gelang in der Regel nur, wenn sich Familienmitglieder oder die Amtsnachfolger in der Pfarr- oder Lehrerstelle als Ersatz anboten. Häufig musste bei einem Beobachterwechsel aber die Station verlegt werden, was sich negativ auf die Vergleichbarkeit der Beobachtungen vor und nach der Verschiebung auswirkte.⁴⁰ Zudem kam es bei Wechseln oft zu vorübergehenden Unterbrüchen. Angesichts der Alternative, die meteorologischen Beobachtungen in der jeweiligen Ortschaft ganz aufzugeben, wurde dies als kleineres Übel hingenommen.

38 Siehe für die Jahre 1864–1873 die Register und für 1874–1880 die Jahresübersichten in den *Schweizerischen Meteorologischen Beobachtungen*. Für die Jahre 1881–1914 siehe die Inhaltsverzeichnisse der *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt* (ab 1909 mit der Schreibweise «Zentral-Anstalt»).

39 Siehe Schreiben Wolf an Schweizerische Naturforschende Gesellschaft (im Folgenden «SNG»), 27. 4. 1873 (BAR, E88 1000/1167, 157). Siehe zudem die Argumentation zugunsten von Stationsbesuchen in Wolf 1871 (1873), S. III; Billwiller 1881 (1882), VIII.

40 Problematisiert wird dies zum Beispiel in Billwiller 1893b, S. 3.

Insgesamt 22 Stationen funktionierten ab 1863 über 50 Jahre lang ohne Unterbruch.⁴¹ Fünf dieser Stationen – Basel, Bern, Genf, Neuenburg und Zürich – wurden von wissenschaftlichen Anstalten geführt. Ihre Kontinuität ist auf den stabilen institutionellen Rahmen zurückzuführen. Dasselbe gilt für die Stationen der Klostersgemeinschaften auf dem Grossen Sankt Bernhard, in Sitten, Engelberg und Einsiedeln. Bei Stationen, die in Institutionen eingebunden waren, war die Chance höher, dass sie am gleichen Standort über längere Zeit geführt wurden. Die Beobachtungen wurden dort nicht im Namen einer einzelnen Person, sondern der betreffenden Institution angestellt. Neben wissenschaftlichen Anstalten und Klöstern übernahmen Einrichtungen wie die Eidgenössische Munitionsfabrik in Thun, mehrere Sanatorien, das kantonale Lehrerseminar in Rorschach oder die landwirtschaftliche Schule in Cernier Beobachtungsstationen.⁴² Des Weiteren stehen unter den 22 lückenlos beobachtenden Stationen 6 Beobachtungspunkte im Kanton Graubünden heraus. Sie alle waren ehemalige Brügger-Stationen, also im Rahmen des 1856–1863 existierenden Netzes entstanden.⁴³ Als Student hatte der spätere Gymnasiallehrer Christian Gregor Brügger im Kanton Graubünden Dutzende von Freiwilligen zu täglichen Wetterbeobachtungen nach einer von ihm entworfenen Anleitung bewegen können. Wegen ihrer mehrjährigen Erfahrung wussten die bündnerischen Stationsinhaber bei ihrem Übertritt ins schweizerische Netz bereits, welchen Arbeitsumfang meteorologische Messungen mit sich brachten. Sie wurden der Tätigkeit seltener überdrüssig als unerfahrene Beobachter. An einem Ort, in Castasegna, hatte ein Beobachter 51 Jahre lang, von 1858 bis 1909, beobachtet, bevor er von seinem Sohn abgelöst wurde.⁴⁴ Die erfolgreichen Stationen des schweizerischen Netzes verdankten ihre Kontinuität also grösstenteils entweder einer institutionellen Einbindung oder einer Vererbung der Beobachterfunktion.

Um die Erfolgsumstände von Stationsübergaben besser einschätzen zu können, dient hier die meteorologische Station in Chaumont als Beispiel. Sie überstand mehrere Beobachterwechsel, ohne dass die Messreihe unterbrochen worden wäre. Der Weiler Chaumont auf dem gleichnamigen Berg gehörte und gehört auch heute noch zur Gemeinde Neuenburg. Meteorologische Beobachtungen auf dem Chaumont hatte bereits die Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel ab 1858 mit finanzieller Unterstützung des Kantons anstellen las-

41 Einige dieser Beobachtungsreihen reichen bis in die Gegenwart, darunter Altstätten, Chaumont, Engelberg, Lugano, Muri, Sils Maria und Sitten.

42 Über den Zeitraum 1860–1914 hinweg stieg die Zahl der Stationen, die von Institutionen geführt wurden. 1914 war in den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt bei 16 Stationen statt eines Beobachternamens eine Institution angegeben.

43 Siehe Kapitel 1.

44 Siehe Garbald 1909, S. 61 f.



Abb. 13: Agostino Garbald (1829–1909), hier mit seiner Frau Johanna, war in Castasegna 51 Jahre lang meteorologischer Beobachter: von 1858 bis 1863 für das bündnerische Messnetz, anschliessend bis 1909 für das schweizerische. Hochzeitsfotografie von 1861.

sen.⁴⁵ Allerdings fielen die Ergebnisse bescheiden aus, weil die Regelmässigkeit fehlte. 1863 wurde die Station neu ausgerüstet und in das schweizerische Beobachtungsnetz aufgenommen.⁴⁶ Zur Übernahme der Station anbot sich der 19-jährige Primarschullehrer Numa Droz, der später als Bundesrat Be-

45 Siehe die Protokolle der Sitzungen im *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel*: 7. 5. 1858 (Bd. 4, S. 334–337); 5. 11. 1858 (Bd. 5, S. 1–4); 6. 1. 1860 (Bd. 5, S. 189 f.), 5. 4. 1861 (Bd. 5, S. 514–517).

46 Siehe das Protokoll der Sitzung vom 21. 11. 1862 im *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel* (Bd. 6, S. 264–266).

kantheit erlangen sollte.⁴⁷ Jedoch verliess er Chaumont noch vor Messbeginn. Der neue Lehrer, Eugène Sire, führte die meteorologische Station 12 Jahre lang. Als er seinen Wegzug ankündigte, suchte der Direktor des Neuenburger Observatoriums, Adolphe Hirsch, einen Nachfolger. Wie auch die Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel bewertete er die Station Chaumont als wichtig. Hirsch beschäftigte sich intensiv mit der Frage, wie die Lufttemperatur mit der Höhe abnahm. Dafür lieferte die Station Chaumont zusammen mit der 600 Meter tiefer gelegenen Station in Neuenburg ein ideales Setting.⁴⁸ Vor diesem Hintergrund setzte sich Hirsch dafür ein, dass die Station Chaumont ununterbrochen weitergeführt wurde. Die Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel leistete Unterstützung, indem sie den Chaumont-Beobachtern eine jährliche Entschädigung von 100 Franken bezahlte.⁴⁹ So ging die Station 1876 nahtlos von Eugène Sire an den nachfolgenden Lehrer Léon Chevallier über. Ebenso reibungslos gelangen die weiteren Wechsel an die künftigen Inhaber der Lehrerstelle in Chaumont. Ab 1888 waren dies immer Frauen.⁵⁰ Die erste Beobachterin, eine nicht näher identifizierte Mademoiselle Wenker, nahm das Angebot des Observatoriumsdirektors Hirsch an, ihr einige Lektionen über die Handhabung meteorologischer Instrumente zu erteilen.⁵¹ Ihre Nachfolgerin Ida Maire wurde von der Zentralanstalt für die «in vorzüglicher Weise» ausgeführte Beobachtungen gelobt. Sie übernahm nach ihrer Heirat eine meteorologische Station in La Brévine.⁵² Weil auch die späteren Lehrerinnen jeweils bereit waren, die Station zu übernehmen, wurde die Beobachtungsreihe Chaumont immer länger.

Hohe Qualitätsansprüche, schwierige Durchsetzung

Der erste Präsident der Meteorologischen Kommission, Albert Mousson, schrieb 1862, für Erkenntnisfortschritte auf dem Gebiet der Meteorologie brauche es Beobachtungen, die von «wissenschaftlichen Männern» mit den besten Instrumenten angestellt würden.⁵³ Es scheint auf den ersten Blick paradox: Ob-

47 Siehe das Protokoll der Sitzung vom 23. 1. 1863 im *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel* (Bd. 6, S. 284 f.).

48 Adolphe Hirsch publizierte verschiedene Arbeiten zu diesem Themenkomplex, unter anderem Hirsch 1866.

49 Siehe im *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel* die Protokolle der Sitzungen vom 21. 11. 1862 (Bd. 6, S. 266); 13. 11. 1879 (Bd. 12, S. 4); 23. 1. 1902 (Bd. 30, S. 470).

50 Siehe Maurer/Billwiller/Hess 1910, S. 169.

51 Hirsch 1888, S. 20.

52 Billwiller 1896 (1898), S. V.

53 Mousson 1862a, S. 489.

wohl Mousson an der hier zitierten Stelle wissenschaftliche Präzisionsarbeit zur Bedingung macht, begründet sein Text als Ganzes die Notwendigkeit eines schweizweiten Wetterbeobachtungsnetzes mit zahlreichen Freiwilligen ohne naturwissenschaftliche Ausbildung. Bei näherem Hinsehen lässt sich erkennen, dass die Kommission diesen Widerspruch insofern aufzulösen vermochte, als sie ihre Fragestellung auf die Topografie-Wetter-Beziehung ausrichtete. Um herauszufinden, welchen Einfluss topografische Gegebenheiten auf das Wetter ausübten, waren Messungen an vielen Orten geboten. Die komplexe Topografie der Schweiz diente der Kommission als Argument dafür, dass die meteorologische Datenerhebung in ihrem Land besonders dicht sein müsse. Das machte den Einbezug von Laien nötig und liess den Wunsch nach wissenschaftlichem Personal zweitrangig werden. Eine möglichst grosse Anzahl Beobachtungsorte hatte also Priorität gegenüber möglichst gut ausgebildetem Personal.

Die Organisatoren des schweizerischen meteorologischen Netzes hatten den Anspruch, eine hohe Präzision zu gewährleisten, obwohl die Beobachter grösstenteils nicht naturwissenschaftlich ausgebildet waren. Mit der bundesstaatlichen Finanzhilfe konnten sie ihr Netz mit vergleichsweise teuren, nach aktuellen wissenschaftlichen Qualitätskriterien ausgewählten Instrumenten ausstatten. Die meisten Stationen des schweizerischen Netzes beobachteten mit Thermometern der Werkstätte Geißler in Bonn, die europaweit einen hervorragenden Ruf genossen.⁵⁴ Bevor die Instrumente den «Händen von Nicht-Physikern» anvertraut wurden, liess sie die Meteorologische Kommission auf ihre Funktion überprüfen und eichte sie mit Standardinstrumenten.⁵⁵ Wenn die Beobachter mehrere Jahre zuverlässig gearbeitet hatten, erhielten sie die ihnen zunächst geliehenen Instrumente geschenkt.⁵⁶ Dies sollte die Beobachter zu Sorgfalt animieren und damit die Qualität der Beobachtungen erhöhen. Um die Instrumente funktionstüchtig zu erhalten, hatte die Meteorologische Kommission regelmässige Stationsbesuche geplant. Doch dafür waren die Finanzen zu knapp.⁵⁷ Pro Jahr konnten die Mitarbeiter der Zentralanstalt nur etwa ein Dutzend Stationen inspizieren, sodass die Intervalle zwischen den Besuchen je nach Station zum Teil mehr als zehn Jahre betragen.⁵⁸

54 Mousson 1864, S. 218.

55 Ebd., S. 222. Zur Instrumentenprüfung siehe Wolf 1865 (1866), S. III, sowie die «Resultate der Visitation der meteorolog. Stationen» (BAR, E3180-01 2005/90, 265).

56 Siehe Zirkular von Mousson, 25. 5. 1861 (StAGR B 565, Mappe 1); Mousson 1862a, S. 499. Bereits beim meteorologischen Netz, das die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft in den 1820er-Jahren eingerichtet hatte, war diese Praxis angewandt worden. Siehe *Verhandlungen der Commission* 1825, S. 41.

57 Siehe Schreiben Wolf an SNG, 27. 4. 1873 (BAR, E88 1000/1167, 157).

58 Siehe die Einleitungen in den Jahressbänden der Meteorologischen Zentralanstalt.

Hatten die Inhaber meteorologischer Stationen ihre Beobachtungen einmal auf Papier gebracht, so konnte man deren Richtigkeit kaum mehr überprüfen. Der dokumentierte Augenblick war vergangen, die Messbedingungen nicht reproduzierbar. Falsche Beobachtungen konnte die Meteorologische Zentralanstalt kaum erkennen. Wenn ein Stationsinhaber 3,5 statt 5,3 Grad in seine Tabelle eingetragen hätte, wäre dieser Fehler höchstwahrscheinlich unbemerkt geblieben. Es sei denn, der Zentralanstalt wäre der Wert im Vergleich zu Stationen in der Nähe aufgefallen.⁵⁹ Aufzeichnungen zu vergleichen und daraus auf deren Qualität zu schliessen, war für Stationen im Flachland prinzipiell möglich, obschon recht zeitintensiv. Variierten die topografischen Bedingungen dagegen stark, so konnte man die Beobachtungen nicht mehr auf diese Weise kontrollieren.⁶⁰ Deshalb blieb der Zentralanstalt nichts anderes übrig, als zu versuchen, mittels akribischen Anleitungen auf die Qualität der Aufzeichnungen einzuwirken.⁶¹ Sie überreichte den Beobachtern eine detaillierte Anleitung, in der sie jeden Arbeitsschritt beschrieb. Das 1863 erschienene und 1893 überarbeitete Instruktionssheft sollte auch «ein inneres Verständnis» der Aufgaben ermöglichen.⁶² Alle Stationsinhaber unterschrieben eine Verpflichtung, sich an die Vorgaben zu halten.⁶³ Doch es fehlte an Kontroll- und vor allem an Sanktionierungsmöglichkeiten, um die Vorschriften durchzusetzen. Die ersten drei Beobachtungsjahre waren zwar als Testphase angekündigt worden, die zeigen sollte, «auf welche Beobachter man bestimmt rechnen» könne und «auf welche man besser verzichte».⁶⁴ Nach Ablauf der Testphase fand aber keine Selektion statt.

Viele Wissenschaftler nahmen Vorschriften als Massstab, um die Qualität der Daten aus einem Beobachtungsnetz einzuschätzen. Es brauchte ein Vertrauen in die Verfahren, damit Beobachtungen als objektiv gelten konnten. Zahlen funktionierten bei Aussagen über das Wetter nicht automatisch als «technology of trust» im Sinn von Theodore Porter.⁶⁵ Zwar wurde quantifizierte Beobachtungen seit dem 18. Jahrhundert weit mehr Objektivität zugeschrieben als Beschreibungen in Worten, da sie ein verlässlicheres Abbild einer zugrundeliegenden Wahrheit zu sein schienen.⁶⁶ Aber Vertrauen musste auch – wie die Soziologin

59 Laut ihrem ersten Reglement hatte die Zentralanstalt die Aufgabe, auffallende Zahlen mit denjenigen anderer Stationen zu vergleichen. Siehe Mousson 1864, S. 298.

60 Zu den Möglichkeiten, Urteile über die Qualität von Beobachtungen zu fällen, siehe auch *Neue Organisation* 1881, S. 249.

61 Zur Formalisierung von Beobachtungen durch Handbücher siehe Daston 2008.

62 Billwiller 1893b, S. III. Siehe auch die erste Ausgabe: Mousson 1863c.

63 Siehe Mousson 1864, S. 288.

64 Mousson 1863b, S. 104.

65 Porter 1995.

66 Zur Geschichte der Objektivität siehe Daston/Galison 1992. Zur Quantifizierung siehe Porter 1994; Heintz 2007, S. 75. Siehe für die Sozialwissenschaften auch Lengwiler 2006.

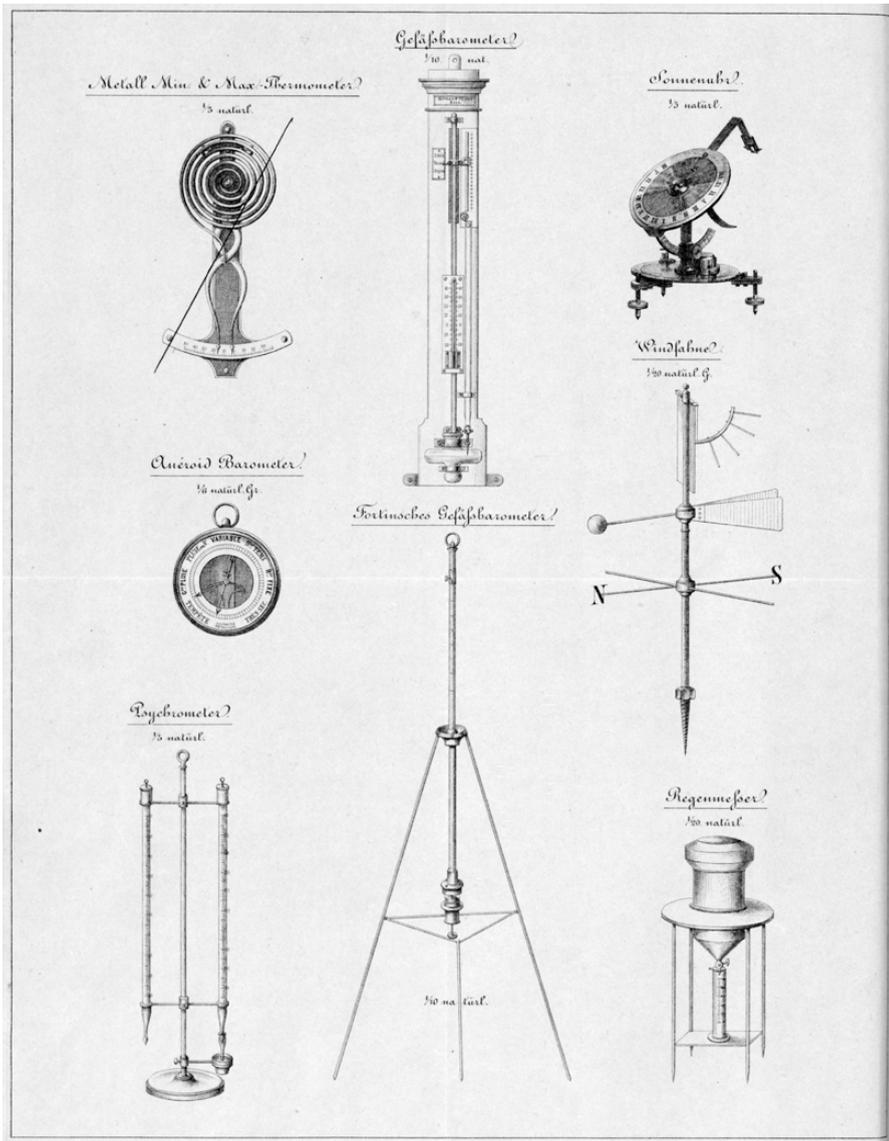


Abb. 14: Die Berner Werkstätte Hermann & Studer lieferte 1863 für die Einrichtung des schweizerischen Beobachtungsnetzes 70 Barometer, 58 Psychrometer (zusammengesetzt aus Thermometern der Bonner Werkstätte Geißler), 19 einfache Thermometer, 71 Regenmesser, 63 Windfahnen und 19 Sonnenuhren. Werbeblatt von Hermann & Studer (ab 1865 Hermann & Pfister) aus den 1860er-Jahren.

Bettina Heintz überzeugend argumentiert – mit «außerepistemische[n] Stützungsmaßnahmen» geschaffen werden.⁶⁷ Dabei war die institutionelle Einbindung ein entscheidender Faktor für die Zuschreibung von wissenschaftlicher Qualität. Während im 17. und 18. Jahrhundert Vertrauen wesentlich an den sozialen Rang gebunden war, hing es im 19. Jahrhundert zunehmend von Institutionen ab.⁶⁸ Meteorologische Daten galten in der Zeit um 1900 eher als Fakten, wenn sie im Rahmen offizieller Netze erhoben wurden. Auch die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt erhob den Anspruch, dass die von ihr gesammelten Daten einen soliden Wissensbestand darstellten. Eine totale Bürgschaft für die Richtigkeit der Beobachtungen übernahm sie indes nicht. Über den einzelnen Tabellen in ihren Jahressbänden führte sie die Beobachter immer namentlich auf. Dies relativierte die Verantwortlichkeit der Zentralanstalt etwas. Heinrich Wild, Präsident des Internationalen Meteorologischen Komitees von 1879 bis 1896, riet sogar, bei allen Stationen nicht nur über die genaue geografische Lage, die Instrumente und deren Aufstellung zu informieren, sondern auch «einige Andeutungen über die Person des Beobachters» mit zu veröffentlichen.⁶⁹ Das setzte die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt zwar nicht um, aber im Allgemeinen war sie sehr bemüht darum, die Beobachtungsbedingungen detailliert zu dokumentieren.

Gegenüber Wettermessungen ohne institutionelle Anbindung hatten die Stationen des schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetzes einen Vertrauensvorsprung, weil es unter der Ägide der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft stand. Ihr Patronat beförderte die Vertrauenswürdigkeit der neu gegründeten Meteorologischen Zentralanstalt, die ihre Arbeit stark über die Normierung von Beobachtungen definierte. Dennoch war die Zurechnung von Qualität potenziell instabil.⁷⁰ Das zeigt sich an einer Auseinandersetzung in den 1870er-Jahren, wobei sich die Meteorologische Zentralanstalt und ein Politiker darüber stritten, wie zuverlässig die publizierten Beobachtungen waren.⁷¹ Der Berner Ständerat Constant Bodenheimer warf der Zentralanstalt vor, ihre Tabellenbände enthielten viele falsche Angaben.⁷² Brisant war, dass er seine Kritik anlässlich der parlamentarischen Budgetberatung äusserte und somit die

67 Heintz 2007, S. 81.

68 Zur Figur des Gentleman Scientist und der ihm zugeschriebenen Vertrauenswürdigkeit siehe Shapin 1994. Als Überblick zur Einbettung wissenschaftlicher Validierungsprozesse in soziale Kontexte siehe Gläser 2006.

69 Wild, Bemerkungen zum Plan der Herstellung einer Climatologie der Schweiz, 6. 9. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 120). Zum Internationalen Komitee siehe das folgende Kapitel 3.

70 Bettina Heintz betont, dass die Zuverlässigkeit von Zahlen grundsätzlich bestreitbar blieb. Siehe Heintz 2007, S. 74.

71 Siehe die diesbezüglichen Briefwechsel von Juni bis September 1876 in BAR, E88 1000/1167, 95.

72 Schreiben EDI an Wolf, 30. 6. 1876 (BAR, E88 1000/1167, 95).

Subventionen an die Zentralanstalt infrage stellte. Rudolf Wolf, der Leiter der Zentralanstalt, versuchte, dem Angriff sofort die «Spi[t]ze abzurechnen», indem er sich als Leiter der Zentralanstalt gleich mit mehreren Briefen an das Departement des Innern und an Bodenheimer wandte. Die Vorwürfe wirkten sich letztlich nicht negativ auf die Kreditsprechung für das Jahr 1876 aus. Sie hatten aber zur Folge, dass Rudolf Wolf dem nächsten Jahrbuch eine Liste mit bekannt gewordenen «Rechnungs-, Schreib- und Beobachtungsfehlern» beifügte.⁷³ Er bemerkte dazu, dass es bei «den vielen Tausend und aber Tausend Angaben» unvermeidbar sei, dass einige Fehler unterlaufen würden.⁷⁴ Umso ärgerlicher war es für ihn, dass sich im darauffolgenden Jahr eine beträchtliche Anzahl der abgedruckten Berner Messwerte als falsch herausstellte. Die Sternwarte in Bern und die Zentralanstalt in Zürich wiesen sich gegenseitig die Schuld dafür zu. Laut Bern waren die Fehler beim Druck entstanden, laut Zürich waren sie bereits in den eingesandten Tabellen enthalten gewesen.⁷⁵ Solche klar ersichtlichen Fehler, die für die Glaubwürdigkeit der Meteorologischen Zentralanstalt gefährlich waren, blieben Einzelfälle, die den Ruf der Institution nicht nachhaltig schädigten.

Die Frage der Bezahlung

Das Prinzip der Ehrenamtlichkeit führte dazu, dass die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt kaum Sanktionen ergriff, wenn Beobachter die Vorschriften nicht einhielten. Die begrenzten Durchsetzungsmöglichkeiten zeigen sich zum Beispiel in einem Brief Robert Billwillers an den Direktionspräsidenten der Gotthardbahn Alfred Escher im Jahr 1875.⁷⁶ Die Tunnelbauingenieure waren mit der Beobachtungsqualität der beiden meteorologischen Stationen in Airolo und Göschenen unzufrieden. Billwiller gestand zwar ein, dass die Leistungen der Beobachter mangelhaft seien. Er teilte Escher aber mit, die Meteorologische Zentralanstalt dürfe den Beobachtern «mit Bemerkungen u. Tadel nicht zu nahe treten», und empfahl, dass die Ingenieure ihre Kritik den Beobachtern, die beide als Bauschreiber bei der Gotthardbahn angestellt waren, direkt mitteilten. Der Umgang mit Freiwilligen war also eine delikate Angelegenheit. 1881 berichtete

73 «Errata und Druckfehler der ersten zehn Jahrgänge 1864–73», in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 11 (1874), S. XIII–XX.

74 Wolf 1874 (1876), S. V.

75 «Errata im Jahrgang 1875», in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 1875 (12), S. 372; «Druckfehler im Jahrgang 1875», in: *Resultate der meteorologischen Beobachtungen* 1875, S. 16 f.

76 Schreiben Billwiller an Escher, 7. 6. 1875 (Signatur AES B8170), in: Jung 2015.

die Zentralanstalt, bei der «Aufdeckung und Hebung» von Mängeln gehe sie stets mit Sorgfalt und mit Rücksicht auf die Persönlichkeit der Beobachter vor.⁷⁷ Die unentgeltlich arbeitenden Beobachter liessen sich nur bedingt disziplinieren. Albert Mousson, der erste Präsident der Meteorologischen Kommission, bezeichnete das Beobachtungsnetz als Gemeinschaftswerk: «Ohne Zwang, ohne bürokratische Unterordnung greifen die verschiedensten Faktoren freiwillig und freundlich in einander ein.»⁷⁸ Die Bereitschaft der Beobachter, unbezahlt zu arbeiten, erklärte er damit, dass es in der Schweiz eine starke gemeinnützige Tradition gebe.⁷⁹ Er bezeichnete das meteorologische Beobachtungsnetz als «eine der schönsten Blüten des republikanischen Lebens der Schweiz».⁸⁰ Damit schloss Mousson an den schweizerischen Republikdiskurs an, der aktive Bürgerpartizipation als nationale Eigenheit stilisierte.⁸¹ Die Rede von einem Kollektiv einsichtiger und tatkräftiger Republikaner half mit, Freiwillige zu mobilisieren. Zudem galt es im republikanischen Diskurs als selbstverständlich, dass Vereine mit dem Bundesstaat zusammenarbeiteten. Albert Mousson rühmte die Kooperation zwischen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, die das meteorologische Netz organisierte, und dem Bundesstaat, der es subventionierte, als «harmonisches Zusammenwirken der öffentlichen Gewalt und der freien Vereine».⁸² Auch die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft selbst wollte explizit keine hierarchische Vereinigung sein und grenzte sich von den zentral organisierten Akademien in Paris oder London ab, die nur angesehene Wissenschaftler aufnahmen.⁸³

Das Gegenbild zu diesem strukturarmen Zusammenwirken war eine hierarchische Bürokratie. Mousson kontrastierte das schweizerische meteorologische Netz mit solchen, die von Beamten verwaltet würden.⁸⁴ Ein Beispiel dafür war das Preussische Meteorologische Institut, das ein Netz mit bezahlten Beobachtern betrieb. Die englische Zeitschrift *Nature* bezeichnete das preussische Bezahlssystem 1887 als besten Weg, um zu qualitativ hochstehenden Beobachtungen zu gelangen.⁸⁵ Dennoch war Ehrenamtlichkeit in den meisten meteorologischen Beobachtungsnetzen der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Regel.

77 Wolf/Billwiller 1880, S. 399.

78 Mousson 1863a.

79 Mousson zufolge offenbarte sich im meteorologischen Projekt «das schweizerische Wesen mit seiner republikanischen Gemeinnützigkeit». Siehe Mousson 1863a. Zur Verbindung von Staatsaufbau und «republicanischem Leben» siehe Schreiben Mousson an EDI, 24. 1. 1866 (BAR, E88 1000/1167, 95).

80 Siehe Mousson 1863a. Siehe zudem Mousson 1864, S. 197.

81 Siehe zum schweizerischen Republikdiskurs Maissen 2011; Lerner 2012.

82 Mousson 1864, S. 197.

83 Kupper/Schär 2015a, S. 283 f.

84 Mousson 1863a.

85 Harding 1887.

Das schweizerische Netz war kein Sonderfall, auch wenn unbezahltes Engagement gerne als nationale Eigenart dargestellt wurde. In Frankreich hatte das statistische Amt in den 1840er-Jahren ein Netz unterhalten, in dem die Beobachter sogar die Instrumente selbst finanzieren mussten.⁸⁶ Das britische Meteorological Department bezahlte nur die Angestellten von sieben Observatorien, die übrigen Beobachter arbeiteten alle ohne Entgelt.⁸⁷ Ebenso basierten die staatlichen Wetterbeobachtungsnetze in Österreich-Ungarn und in Bayern auf der Mitarbeit von Freiwilligen.⁸⁸ Die Smithsonian Institution in Washington, die 1849–1874 ein über alle US-Staaten ausgedehntes meteorologisches Beobachtungsnetz betrieb, untermauerte unentgeltliche Partizipation genauso wie die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft mit einer republikanischen Ideologie.⁸⁹ Die Meteorologische Zentralanstalt ging davon aus, dass die Beobachter durch ihre Teilhabe an der Wissenschaft «innere Befriedigung» finden würden.⁹⁰ «Seien Sie versichert», schrieb die Meteorologische Zentralanstalt 1888 an diejenigen Beobachter, die bereits seit 25 Jahren tätig waren, «dass Ihre Arbeit [...] von bleibendem Werth sein wird».⁹¹ Den Stationsinhabern wurde also versprochen, dass sie einen relevanten Beitrag erbrachten. Die Zentralanstalt erwartete von ihnen, uneigennützig mitzuarbeiten, wobei sie den Begriff der Aufopferung positiv besetzte.⁹² Jedes Jahr enthielt die Einleitung ihrer Publikationsreihe den Aufruf, «treu auszuhalten».⁹³ Doch das Bewusstsein, dass ihre Arbeit als wertvoll betrachtet wurde, genügte manchen Beobachtern nicht allein als Lohn. Sie hielten eine monetäre Entschädigung für angemessen.⁹⁴ Deshalb wich die Meteorologische Kommission bereits Ende der 1860er-Jahre vom Prinzip der Ehrenamtlichkeit ab, indem sie für einige Stationen Entschädigungszahlungen einführte.⁹⁵ Während es ihr in Städten und auch in Dörfern einfach fiel, Teilnahmewillige für das wissenschaftliche Projekt zu finden, stiess sie in hochgelegenen Gebieten auf Schwierigkeiten.⁹⁶ Die Meteorologische Kommission konnte

86 Siehe Locher 2008, S. 65.

87 Siehe Naylor 2006, S. 417.

88 Siehe *Vom k. k. Reichskriegsministerium errichtete meteorologische Stationen* 1869; Bezold 1879.

89 Siehe Fleming 1990, S. 171.

90 Billwiller 1888a (1889), Appendix I, S. VIII.

91 Ebd.

92 Die positiv besetzte Rede vom täglichen Beobachten als eine Aufopferung findet sich sowohl in Verbindung mit einem Dienst an der Wissenschaft als auch am «Vaterland». Siehe zum Beispiel Wolf 1871 (1873), S. III; Wolf/Billwiller 1881, S. 104.

93 Siehe zum Beispiel Wolf 1866 (1867), S. III.

94 Siehe Billwillers Bemerkung zu den Entschädigungen in Bericht über die Notwendigkeit der Erhöhung des jährlichen Kredits der meteorol. Centralanstalt, Oktober 1890 (BAR, E88 1000/1167, 108).

95 Siehe Mousson 1866, S. 215.

96 Siehe Mousson 1863b, S. 104.

zwar mehrere Wirte von Gasthäusern als Beobachter gewinnen. Für diese war es jedoch mühsam, sich an strikte Beobachtungszeiten halten zu müssen. Deshalb versuchte die Meteorologische Kommission die Arbeit attraktiver zu machen, indem sie kleine Entschädigungen anbot. Hochgelegene Stationen waren für Wissenschaftler, die zur alpinen Meteorologie forschten, «von erstrangiger Bedeutung».⁹⁷ Am Anfang wurden Entschädigungen nur eingesetzt, um Beobachtungen aus dem Gebirge zu erhalten. Später kamen auch tiefer gelegene Stationen dazu, deren Beobachter eine Vergütung verlangt hatten. Ende der 1870er-Jahre erhielten rund 10 Prozent der Beobachter eine Entschädigung.⁹⁸ Diese 10 Prozent galten als Ausnahmen, und bezahlt wurden nur diejenigen Beobachter, die dies explizit gefordert hatten.⁹⁹ Bei den übrigen 90 Prozent richtete man sich weiterhin nach dem Prinzip der Ehrenamtlichkeit, das sich in seiner ideologischen Überhöhung relativ erfolgreich umsetzen liess. Zunehmend wurde die unentgeltliche Erbringung von Leistungen jedoch als problematisch diskutiert. Die Meteorologische Kommission setzte sich Ende der 1870er-Jahre erstmals damit auseinander, ob sie ein generelles Besoldungssystem einführen sollte. Aimé Forster, ab 1876 Mitglied der Kommission, schlug vor, alle Beobachter zu bezahlen.¹⁰⁰ Allerdings fand sein Vorschlag nicht die nötige Unterstützung. Einige Kommissionmitglieder lehnten das Besoldungssystem kategorisch, andere aus Kostengründen ab.

Nachdem die Zentralanstalt 1881 ein Teil der bundesstaatlichen Verwaltung geworden war, hielt sie an der prinzipiellen Unentgeltlichkeit der Beobachtungen fest. Für die Beobachter sollte es wie bis anhin weitergehen. Für ausgebildete Wissenschaftler dagegen brachten die Verstaatlichung und die damit einhergehende Herausforderung eines wissenschaftlichen Beamtentums Verbesserungen, insbesondere wenn ihre eigenen finanziellen Mittel beschränkt waren. Vor der staatlichen Institutionalisierung war intensive Forschung den oberen gesellschaftlichen Schichten vorbehalten gewesen, da nur sie über genügend Zeit und Geld verfügten. Im Rahmen einer Anstellung bei der Zentralanstalt oder anderen staatlichen Einrichtungen konnten sich nun auch Personen ohne Vermögen vollumfänglich der Wissenschaft widmen.¹⁰¹

97 Mousson 1866, S. 215.

98 Siehe die Angaben der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt in *Report of the proceedings* 1879, S. 48.

99 Siehe den im Oktober 1890 von Billwiller verfassten Bericht «über die Notwendigkeit der Erhöhung des jährlichen Kredits der meteorol. Centralanstalt, nebst Antrag der Direction» (BAR, E88 1000/1167, 108). Siehe zudem *Bericht der Kommission des Nationalrates* (3. Juni) 1891, S. 448.

100 Siehe das Protokoll der Sitzung vom 29. 11. 1879 in Billwiller/Hagenbach-Bischoff 1877 (1880), S. VIII.

101 Die Meteorologische Zentralanstalt betonte, ihr wissenschaftliches Personal werde mit der

Die Meteorologische Zentralanstalt präsentierte ihre staatliche Übernahme aber nicht nur als Vorteil für ihr Personal, sondern auch für die Beobachter. Deren Tätigkeit würde durch die gesetzliche Verankerung noch bedeutsamer, schrieb die Zentralanstalt 1881.¹⁰² Die Zentralanstalt zählte also weiterhin auf die «opferwillige und uneigennützigte Mithilfe von einsichtsvollen Männern».¹⁰³ Dies bekräftigte die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, die fand, die «freiwilligen Privatleistungen» sollten mit der Verstaatlichung kein Ende nehmen.¹⁰⁴ Doch weil die Zentralanstalt nun nicht länger unter der Ägide der Naturforschenden Gesellschaft stand, wurde es schwieriger, ehrenamtliche Arbeit zu begründen. Ohne dass offiziell eine Kursänderung beschlossen worden wäre, stieg der Anteil entschädigter Stationsinhaber stetig an und belief sich im Jahr 1890 auf 50 Prozent.¹⁰⁵ Zwei Drittel davon wurden von der Zentralanstalt mit Bundesmitteln bezahlt, ein Drittel erhielt direkt von Kantonen oder Vereinen eine Entschädigung. Das heisst, die als Ausnahmen vorgesehenen Entschädigungen waren längst keine Einzelfälle mehr. Die Zentralanstalt berichtete, dass immer mehr Beobachter eine Bezahlung verlangten und sie diesen Forderungen entsprechen musste, um den Fortbestand der Beobachtungsreihen «für die Zukunft zu sichern».¹⁰⁶ Doch bis 1890 hatte die Zentralanstalt weniger als 2000 Franken pro Jahr zur Verfügung, um Ausnahmen vom Prinzip der unbezahlten Arbeit zu gewähren.¹⁰⁷ Eine nationalrätliche Kommission, die 1891 die Zentralanstalt inspizierte, bezeichnete unentgeltliche Leistungen als potenziell qualitätsschädigend. In ihrem Bericht schrieb sie: «Eine Verantwortlichkeit liegt nur dem ob, welcher für seine Arbeit entschädigt wird, mag diese Entschädigung auch noch so gering sein. Die freie Thätigkeit weiß sich immer zu entschuldigen, wenn irgend ein Versäumniß oder ein Versehen sich eingeschlichen hat.»¹⁰⁸

Aufgrund dieser Überlegungen empfahl die nationalrätliche Kommission, den Etat der Meteorologischen Zentralanstalt zu erhöhen, was beide gesetzgebenden Kammern bewilligten. In der Folge stieg der jährliche Budgetposten für Zahlun-

Verstaatlichung besser abgesichert. Siehe Wolf/Billwiller 1880, S. 400. Reto Grolimund zeigt die Chancen einer Staatsanstellung am Beispiel von Alfred de Quervain auf, der ab 1906 als Adjunkt der Meteorologischen Zentralanstalt angestellt war. Siehe Grolimund 2015.

102 Siehe die im Januar 1881 verfasste Einleitung: Wolf 1878 (1881), S. II.

103 Billwiller 1883a (1884), S. V.

104 Siehe Hagenbach-Bischoff 1881, S. 110.

105 Bericht über die Notwendigkeit der Erhöhung des jährlichen Kredits der meteorol. Centralanstalt, Oktober 1890 (BAR, E88 1000/1167, 108). Siehe auch *Bericht der Kommission des Nationalrathes (3. Juni)* 1891, S. 448.

106 Protokoll über die Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 1. 11. 1890 (BAR, E88 1000/1167, 96).

107 Bericht über die Notwendigkeit der Erhöhung des jährlichen Kredits der meteorol. Centralanstalt, Oktober 1890 (BAR, E88 1000/1167, 108).

108 *Bericht der Kommission des Nationalrathes (3. Juni)* 1891, S. 448.

gen an die Stationsinhaber des meteorologischen Beobachtungsnetzes bis 1914 schrittweise auf rund 8000 Franken.¹⁰⁹ Die Zentralanstalt übernahm auch weitgehend die finanziellen Entschädigungen, die zuvor kantonale oder lokale Gesellschaften an Stationsinhaber ausgerichtet hatten.¹¹⁰

Nach wie vor erfolgten die Zahlungen aber nicht generell, weder für das meteorologische Beobachtungsnetz mit rund 100 Stationen noch für das zusätzlich aufgebaute Netz mit über 250 Stationen. Ein Teil der Beobachter arbeitete weiterhin unentgeltlich. Es fand also nur ein teilweiser Übergang von unbezahlter zu bezahlter Tätigkeit statt. Zudem kann man nicht von einer Verberuflichung sprechen, weil auch die entlohnte Beobachtungsarbeit eine anderweitige hauptberufliche Beschäftigung keineswegs ersetzte. Dementsprechend wurden die Bezahlungen als Entschädigungen und nicht etwa als Lohn bezeichnet. Die maximale Vergütung von 150 Franken pro Jahr für die dreimal täglich auszuführenden Beobachtungen konnte zwar für gewisse Beobachter einen signifikanten Betrag darstellen, war aber keine angemessene Entlohnung für drei Einsätze pro Tag. Daher waren auch bei bezahlten Beobachtern intrinsische Motive massgeblich. Wertschätzung zu kommunizieren, war in diesem Kontext zentral, damit die Meteorologische Zentralanstalt auch als staatliche Institution an die traditionelle Form der partizipativen Naturforschung anschliessen konnte.

109 Siehe Bericht über die Notwendigkeit der Erhöhung des jährlichen Kredits der meteorol. Centralanstalt, Oktober 1890 (BAR, E88 1000/1167, 108); Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission, 12. 3. 1898 (BAR, E3001-01 2004/492, 278); Protokoll der Sitzung der schweizerischen meteorologischen Kommission, 17. 7. 1915 (BAR, E3001-01 2004/492, 267).

110 Die Beobachterinnen in Chaumont beispielsweise erhielten ihr Entgelt ab 1902 nicht länger von der Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel, sondern von der Zentralanstalt. Siehe das Protokoll der Sitzung vom 23. 1. 1902 im *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel* (Bd. 30, S. 469–471).

3 Internationale Kooperation

Störend waren für die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt nicht nur alle Uneinheitlichkeiten im eigenen Beobachtungsnetz, sondern auch die Unterschiede zu anderen Netzen. Bei der kleinteiligen politischen Geografie Europas kam es vor, dass auch nur wenige Kilometer auseinanderliegende Stationen nach unterschiedlichen Vorgaben beobachteten und somit keine direkt vergleichbaren Resultate lieferten. Für Forscher, die mit Daten aus verschiedenen Staaten arbeiteten, war der Aufwand beträchtlich.¹ Sie mussten ihr Material in verschiedenen Publikationen zusammensuchen und die Werte in identische Masseneinheiten transferieren. Diese Umrechnungen waren nicht nur zeitraubend, sondern auch eine häufige Fehlerquelle. Ein zweites Problem war die Schwierigkeit, Beobachtungen aus allen Erdteilen zu erhalten. Hier ging es ebenfalls um den Vergleichsrahmen, der besonders für klimatologische Arbeiten elementar war. Wissenschaftler, die in diesem Bereich tätig waren, verlangten nach einer globalen Datenerfassung, die ihnen als Grundlage für eine vergleichende Klimatologie dienen sollte.² Weil die meteorologischen Stationen sehr ungleichmässig auf der Erdoberfläche verteilt waren, versuchten die europäischen Meteorologen, Beobachtungsprogramme nach ihren Vorstellungen auf allen Kontinenten zu verbreiten. Je grösser die Reichweite der Erfassung, desto besser waren regionale Differenzen artikulierbar. Deshalb bezeichnete es der Direktor des Genfer Observatoriums, Emile Plantamour, als unabdingbar, dass sich die Meteorologie als «kosmopolitisch» verstehe.³ Er schrieb, sie müsse Beobachtungen auf der ganzen Erdoberfläche oder zumindest einem grossen Teil davon systematisch vergleichen. Das jeweilige Gebiet, das vom meteorologischen Netz eines einzelnen Landes abgedeckt werde, sei für die Erforschung der Phänomene viel zu klein.

Aus dieser unbefriedigenden Situation heraus entstanden verschiedene Projekte, um eine Vereinheitlichung auf internationaler Ebene zu erzielen. Nachfolgend werden einige davon exemplarisch untersucht. Die Annäherung erfolgt aus den jeweiligen Positionen der Schweizerischen Meteorologischen Kommission und Zentralanstalt, die entsprechend ihrem universalistischen Wissenschaftsverständnis eine grenzübergreifende Standardisierung prinzipiell begrüsst. Dabei interessiert zunächst, wie Internationalität als wissenschaftliche und als politi-

1 Siehe dazu Plantamour 1873, S. 7.

2 Zu den Zielen der Klimatologie siehe Hann 1883.

3 Plantamour 1873, S. 11.

sche Strategie funktionierte. Anschliessend werden die Gründe erörtert, weshalb Pläne für eine internationale Institution scheiterten, obwohl einflussreiche Wissenschaftler dafür eintraten, und am Beispiel des Tabellenformats ein dennoch gelingender Fall von Standardisierung beleuchtet. Vielfach fehlten aber Implementierungsmöglichkeiten, um beispielsweise normierte Masseinheiten oder Beobachtungszeiten durchzusetzen. Schliesslich wird in einem letzten Teil des Kapitels aufgezeigt, welche Entwicklung die internationale Organisationsstruktur der Meteorologie bis zum Ersten Weltkrieg nahm. Mitberücksichtigt werden auch die Rückwirkungen auf die Schweiz, wo Internationalität eine symbolische Ressource darstellte.

Wissenschaftliche und politische Strategien

Bereits in der frühneuzeitlichen Wissenschaft war die Beobachtung der Natur kollektiv konzipiert gewesen.⁴ Geprägt von der Idee einer kosmopolitischen Gelehrtenrepublik waren Forscher über Staatsgrenzen hinweg in regem Kontakt gestanden. Dabei bildeten sich elitäre Kreise heraus, die ihr Wissen über grössere Distanzen hinweg teilten.⁵ Auch Forscher, die wetterbezogene Fragen bearbeiteten, waren seit der frühen Neuzeit gut vernetzt, obwohl ihr Fachgebiet bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts institutionell kaum verankert war.⁶ Für die Arbeit vieler Meteorologen hatten grenzübergreifende Kommunikations- und Austauschbeziehungen eine zentrale Bedeutung. Wie in Kapitel 1 beschrieben, gab es seit dem 18. Jahrhundert immer wieder Versuche, europaweite Beobachtungsnetze zu betreiben. Den dafür massgeblichen Kooperationswillen spitzte ein Mitglied der Meteorological Society of London 1839 auf den Satz «the meteorologist is impotent if alone» zu.⁷ Indem man die Aufzeichnungen weit voneinander entfernt arbeitender Wetterbeobachter zusammenführte, konnte man die Beschränktheit des lokalen Blicks aufheben. Dieses Modell haben Lorraine Daston und Peter Galison in ihren wissenschaftshistorischen Studien mit dem Begriff «Super-Beobachter» beschrieben.⁸ Initiativen für eine räumlich

4 Zur Gelehrtenrepublik siehe Daston 1991; Dauser et al. 2008.

5 In der Literatur findet sich dafür häufig der Begriff «epistemische Gemeinschaften», der als analytisches Konzept zuerst in den Politikwissenschaften angewandt worden ist. Siehe Haas 1992.

6 Das Wissensfeld institutionalisierte sich erst im 19. Jahrhundert als Meteorologie. Zu Beobachtungen und Erklärungen des Wetters zwischen 1750 und 1850 siehe die laufende Dissertation von Linda Richter im Rahmen des Sonderforschungsprojekts «Situieretes Wissen: Formen und Funktionen schwacher Wissensbestände» an der Goethe-Universität Frankfurt.

7 Der Autor, John Ruskin, wurde später bekannt für sein künstlerisches Schaffen. Siehe Ruskin 1903 [1839].

8 Galison/Daston 2006, S. 327.

weit ausgedehnte Informationsbeschaffung strebten meistens auch nach einer grösseren Einheitlichkeit der Erhebungen. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts verstärkten und formalisierten sich diese Bemühungen zunehmend. Möglichst grossflächige und einheitliche Erhebungen waren für zwei Richtungen innerhalb der meteorologischen Forschung relevant: für die Klimatologie – auch klimatische Meteorologie genannt – und für die sogenannte synoptische Meteorologie, die mit gleichzeitigen Messungen an vielen Orten die in der Atmosphäre stattfindenden Prozesse zu erfassen versuchte. Beide Richtungen erhofften sich, das lokale Wetter an einem bestimmten Ort besser nachvollziehen zu können, wenn Beobachtungen aus einem möglichst grossen Gebiet in die Analyse einbezogen würden. Bei der Klimatologie stand der Vergleich von langfristigen Mittel- und Extremwerten im Fokus, bei der synoptischen Meteorologie dagegen die Momentaufnahme. Dabei wurde der gleichzeitige Zustand nicht nur gemessen, sondern auch kartografisch dargestellt. Synoptische Karten entwickelten sich ab den 1820er-Jahren zu einem wichtigen Werkzeug der Meteorologen.⁹ Die schnappschussartigen Darstellungen der Atmosphäre wurden genutzt, um den Verlauf meteorologischer Vorgänge zu verfolgen. Damit war die synoptische Methode ein Versuch, physikalische Prozesse aus einer erdumfassenden Perspektive theoretisch zu erklären. Daneben nutzten Meteorologen die zeitgleichen Messungen für prognostische Zwecke. Sie identifizierten auf den Karten die Lage der Hoch- und Tiefdruckgebiete und schätzten deren wahrscheinlichen weiteren Verlauf ab.¹⁰ Das war möglich, weil sich telegrafisch übermittelte Messdaten schneller fortbewegen konnten als die Tiefdruckgebiete selbst. Die neu entstehende Gruppe der Wetterprognostiker drängte darauf, einen schnellen Datenaustausch zwischen den verschiedenen Beobachtungsnetzen zu organisieren, und unterstützte das Anliegen, gemeinsame Standards festzulegen. Durch das praktische Ziel, vor Wetterumbrüchen warnen zu können, rückte die Standardisierungsproblematik also noch stärker in den Vordergrund. Die Meteorologie befasste sich mit flüchtigen und mobilen Phänomenen und nicht wie die Geologie, Botanik oder Zoologie mit relativ stationären Verhältnissen. Viele Meteorologen verwiesen darauf, dass Wetterphänomene nicht an Landesgrenzen haltmachten und «keine Marken und Grenzpfähle» respektierten.¹¹ Die Überzeugung, Forschung müsse international betrieben werden, verfestigte sich im 19. Jahrhundert in allen Wissenschaftsbereichen. Innerhalb der Meteorologie war die Internationalitätsidee besonders ausgeprägt. Oft wurde behauptet, international müsse zwar jede Wissenschaft sein, am nötigsten habe

9 Siehe dazu Hellmann 1897; Anderson 2006.

10 Zu Karten in der Wetterprognostik siehe van Bebbber 1885; Nebeker 1995, S. 36–44; Anderson 2006; Locher 2009b; Achbari/van Lunteren 2016. Siehe zu Wetterprognosen Kapitel 8.

11 Sidler 1877, S. 18.

es aber die Meteorologie.¹² Damit verknüpft war die Vorstellung, dass wissenschaftliche Erkenntnis universell gültig sei.¹³ Ihrem Anspruch nach hatte Wissenschaft per definitionem keine räumlichen Einschränkungen. Als zentrales Motiv in der wissenschaftlichen Selbstbeschreibung bildete Universalität demnach die Prämisse für die angestrebte Internationalität. Dass im 19. Jahrhundert auf internationaler Ebene Vernetzungsstrukturen entstanden, kann nicht als selbstverständlich betrachtet werden. Auch wenn die Gemeinplätze über die Universalität wissenschaftlichen Wissens ständig wiederholt wurden, war die Internationalisierung ein komplexer und keineswegs geradliniger Vorgang.¹⁴ Als erste Organisationsform des grenzübergreifenden Austauschs etablierte sich ein internationales Kongresswesen. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden in vielen Fachgebieten erstmals internationale Kongresse abgehalten, deren Zahl rasch anstieg. Um 1850 gab es pro Jahr ein bis zwei naturwissenschaftliche Kongresse mit Teilnehmern aus verschiedenen Ländern, um 1900 über dreissig.¹⁵ Auch die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft organisierte mehrere internationale Wissenschaftskongresse.

Nicht nur Wissenschaftler, sondern auch staatliche Akteure waren am Aufbau internationaler Wissenschaftsstrukturen beteiligt. Aus Sicht des schweizerischen Bundesstaats bot internationales Engagement die Möglichkeit, sich aussenpolitisch zu profilieren.¹⁶ Die Schweiz und andere Kleinstaaten nutzten den wachsenden Internationalismus als Mittel, um ihren Einfluss zu steigern. Von der internationalen Vernetzung versprachen sie sich nationales Prestige, indem die eigene Nation internationale Aufmerksamkeit erhielt. Daher leistete die Bundesregierung häufig Unterstützung, wenn es darum ging, Kongresse in der Schweiz abzuhalten, um sowohl wissenschaftliches Profil als auch nationales Prestige zu gewinnen. Als in den 1870er-Jahren die Gründung einer internationalen meteorologischen Institution zur Debatte stand, versuchten Schweizer Meteorologen, ihr Land als den idealen Standort ins Spiel zu bringen.¹⁷ Sie argumentierten mit der geografischen Lage und dem Neutralitätsstatus der Schweiz. Das Projekt einer internationalen Institution wurde schliesslich nicht realisiert, womit sich

12 Siehe zum Beispiel *Ueber die Nothwendigkeit* 1870, S. 611; Wild 1873, S. 50; Hellmann 1907, Spalte 219.

13 Zur These der Universalität siehe Stichweh 2005. Spezifisch für die Meteorologie siehe Fleming/Janković/Coen 2006b.

14 Ash 2000, S. 5. Siehe auch Ash/Surman 2012a, S. 7.

15 Schroeder-Gudehus 1982, S. 3. Siehe zu internationalen Kongressen auch Rasmussen 1990.

16 Siehe Herren 2000, S. 5. Siehe auch Herren 1998.

17 Adolphe Hirsch, Leiter des Neuenburger Observatoriums und Mitglied der Schweizerischen Meteorologischen Kommission, hoffte, eine internationale meteorologische Institution würde ihren Sitz in der Schweiz einrichten. Siehe Schreiben Hirsch an EDI, 8. 7. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 158).

die Frage des Standorts erledigt hatte. Das Internationale Meteorologische Komitee traf sich aber zweimal in der Schweiz, 1880 und 1888.¹⁸ Dass Internationalität auch als innenpolitische Legitimationsstrategie funktionierte, betont die Historikerin Madeleine Herren in ihrer Studie zum gouvernementalen Internationalismus.¹⁹ Die Orientierung an einer internationalen Ordnung habe dem schweizerischen Bundesstaat Ende des 19. Jahrhunderts geholfen, die Zunahme seiner Verfügungsgewalt gegenüber den Kantonen zu rechtfertigen.

Die Konsolidierung vieler Nationalstaaten und die erste Hochphase des Internationalismus fielen in ein und dieselbe Zeitperiode.²⁰ Die Jahre 1860–1914 waren davon geprägt, dass sich sowohl die Nation als massgebliche politische Einheit etablierte als auch zahlreiche internationale Strukturen aufgebaut wurden. Die globalhistorische Forschung hat gezeigt, dass die Gleichzeitigkeit von Nationalisierung und Internationalisierung keine Übergangsphase zwischen einem nationalistischen 19. Jahrhundert und einem internationalistischen 20. Jahrhundert war. Vielmehr haben sich die beiden Phänomene gegenseitig bedingt. Dementsprechend begreift die jüngere Forschung die Bildung von Nationalstaaten und die Entstehung grenzübergreifender Organisationen nicht mehr als gegensätzliche Kräfte, sondern unterstreicht, dass sich die Prozesse der Nationalisierung und Internationalisierung gegenseitig verstärkten.²¹ Auch im Fall der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt trug die internationale Vernetzung zu ihrer Legitimierung im nationalen Rahmen bei. Sollte die Schweiz über eine Ansprechpartnerin auf internationaler Ebene verfügen, so musste die Zentralanstalt mit den Einrichtungen anderer Staaten ebenbürtig ausgestattet werden. Der internationale Vergleich spielte bei der Gestaltung der nationalen meteorologischen Institutionen also eine wesentliche Rolle. Insbesondere Sebastian Conrad hat überzeugend argumentiert, dass nationalstaatliche Institutionen zugleich Akteure und Produkte des globalen Austauschs waren.²² Dementsprechend wird nach neuen Wegen gesucht, um die verschiedenen Bezüge und Beziehungen zu fassen. Ansätze wie die «histoire croisée» oder die «entangled history» entwi-

18 Der Bundesrat lud die Teilnehmer jeweils zu einem Bankett ein, um sein Wohlwollen gegenüber den internationalen Aktivitäten im Bereich der Meteorologie zu unterstreichen. Im Protokoll der Bundesratssitzung vom 22. 8. 1888 (BAR, E1004.1, Bd. 154) wurde das Bankett als «Akt der Aufmerksamkeit» bezeichnet. Siehe dazu auch *Report of the fourth meeting* 1889, S. 7.

19 Herren 2000, S. 215.

20 Zur ersten, bis 1914 anhaltenden Phase des Internationalismus siehe Crawford/Shinn/Sörlin 1993, S. 11–15; Sluga 2013; Rodogno/Struck/Vogel 2014.

21 Siehe Geyer/Paulmann 2001; Goschler 2002; Geppert 2010; Rosenberg 2012, S. 31; Kohlrausch/Trischler 2014, S. 6.

22 Conrad 2006, S. 10.

ckeln eine Geschichtsschreibung, die gegenseitige Einflussnahmen in den Vordergrund rückt.²³

Studien, die diesen Zugang umsetzen, greifen oft auf den Terminus «transnational» zurück, um die Beziehungen zu beschreiben, die über die Grenzen von mehreren Staaten hinweg bestanden.²⁴ Die Begriffe «transnational» und «international» unterscheiden sich voneinander: «International» steht für Beziehungen auf Staatsebene, das heisst für zwischenstaatliche, intergouvernementale Kontakte. Der Begriff «transnational» dagegen beschreibt Beziehungen zwischen nichtstaatlichen Akteuren, also Netzwerke ohne staatliche Beteiligung.²⁵ Allerdings lassen sich die grenzübergreifenden Organisationsformen im Bereich der Meteorologie oft nicht eindeutig als zwischenstaatliche Verbindungen oder als Netzwerke ohne staatliche Beteiligung kategorisieren. Intergouvernementaler Internationalismus und informellere Beziehungen vermischten sich häufig. Eine Schwierigkeit ist zudem, dass die Akteure um 1900 alle Kontakte, die staatliche Grenzen überkreuzten, als «international» bezeichneten, das heisst auch Beziehungsformen, die heutige Historiker analytisch als «transnational» beschreiben.²⁶

Entwürfe für eine internationale Institution

Nachdem sich zehn seefahrende Staaten 1853 in Brüssel auf gemeinsame Richtlinien für Wetterbeobachtungen auf Schiffen geeinigt hatten, fand 1873 der erste allgemeine internationale Meteorologenkongress in Wien statt.²⁷ Mit dem auf diplomatischem Weg einberufenen Treffen von Meteorologen aus 17 verschiedenen Staaten begann eine Aushandlung auf zwischenstaatlicher Ebene mit dem Ziel, die weltweite Standardisierung der Wetterbeobachtungen zu fördern. In

23 Das Konzept der «entangled history» geht zurück auf Sidney Wilfred Mintz, dasjenige der «histoire croisée» auf Michael Werner und Bénédicte Zimmermann. Für einen Überblick der Sammelband Werner/Zimmermann 2004.

24 Zum Aufstieg des Begriffs und zur Programmviefalt einer transnationalen Geschichte siehe Saunier 2013. Zur Entstehung des Zugangs als Reaktion auf eine nationalgeschichtliche Verengung siehe Thelen 1999.

25 Zu dieser Unterscheidung siehe auch Kupper 2014, S. 83.

26 Siehe dazu Clavin 2011.

27 Zum Kongress in Brüssel 1853 siehe Achbari 2015. In den 1860er-Jahren hatte zudem der Berliner Meteorologe Heinrich Wilhelm Dove einen Versuch unternommen, ein Treffen unter europäischen Fachkollegen am Rande der Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft 1865 in Genf durchzuführen. Allerdings folgte seiner Einladung nur eine Handvoll Gelehrte, weshalb der Versammlung später kein internationaler Charakter zugeschrieben wurde. Siehe Schreiben Mousson an EDI, 15. 9. 1865 (BAR, E88 1000/1167, 95); *Ueber den Meteorologen-Congress 1872*, S. 297 f.

der Folge fanden alle paar Jahre Zusammenkünfte statt, die von einem internationalen Komitee vorbereitet wurden. Den ersten Kongress hatten die Professoren Heinrich Wild, Carl Jelinek und Carl Christian Bruhns, die Leiter des russischen respektive des österreichischen und sächsischen Beobachtungsnetzes, initiiert und organisiert.²⁸ Sie hatten das Kongressprogramm gemeinsam mit Fachkollegen, die sie ein Jahr im Voraus nach Leipzig eingeladen hatten, definiert.²⁹ Ziel war es, Regeln für die Beobachtungs- und Berechnungsmethoden sowie für die Darstellung der Resultate aufzustellen. Am 1873 in Wien abgehaltenen Kongress waren nur staatliche Delegierte stimmberechtigt. Als Repräsentanten der Schweiz wählte der Bundesrat Rudolf Wolf, den Präsidenten der Meteorologischen Kommission und Leiter der Zentralanstalt.³⁰ Weil dieser aus gesundheitlichen Gründen nicht teilnehmen konnte, reiste schliesslich Emile Plantamour auf Staatskosten nach Wien.³¹ Die Meteorologische Kommission hatte sich zuvor auf einen «schweizerischen Standpunkt» geeinigt, den Plantamour vertreten sollte.³²

Ein zentrales Kongresssthema war – neben den Diskussionen über Methoden und Instrumente – auch die Frage, ob eine internationale meteorologische Institution geschaffen werden sollte.³³ Die Schweizerische Meteorologische Kommission befürwortete dies, und ihr Vertreter, Emile Plantamour, wurde zu einem Wortführer der Debatte.³⁴ Er bezeichnete die Gründung einer ständigen Einrichtung auf internationaler Ebene sogar als Hauptzweck des Kongresses.³⁵ Seine Argumente legte er vor der Versammlung in einem offenen Brief an die Organisatoren dar.³⁶ Der Zweck einer internationalen Institution, wie sie sich Plantamour vorstellte, bestand darin, möglichst gleichmässig über die Erdoberfläche verteilte Beobachtungen zu sammeln, zu bearbeiten und zu publizieren – quasi als Resümee der verschiedenen länderspezifischen Publikationen. Dank umge-

28 Siehe Wild 1873, S. 46.

29 Siehe die Einladung: Bruhns/Wild/Jelinek 1872.

30 Siehe Schreiben Österreichische Gesandtschaft an EDI, 15. 4. 1873 (BAR, E88 1000/1167, 157); Schreiben Wolf an SNG, 27. 4. 1873 (BAR, E88 1000/1167, 157).

31 Siehe Schreiben Wolf an EDI, 8. 5. 1873 und 28. 6. 1873 (beide in BAR, E88 1000/1167, 157). Der Bundesrat übernahm Plantamours Reisespesen und bezahlte ihm ein Taggeld. Siehe den Auszug aus dem Protokoll der Bundesratsitzung vom 2. 3. 1873 (BAR, E88 1000/1167, 157).

32 Siehe Schreiben Wolf an EDI, 17. 5. 1873 (BAR, E88 1000/1167, 157).

33 Siehe den *Bericht über die Verhandlungen* zu Punkt 29 des Programms, der «Gründung einer internationalen Centralanstalt für Meteorologie», *Bericht über die Verhandlungen* 1873, S. 50.

34 Zur Position der Kommission siehe Schreiben Wolf an die Mitglieder der meteorologischen Commission der SNG und einige andere schweizerische Meteorologen, 12. 7. 1873 (BAR, E88 1000/1167, 157).

35 Siehe Schreiben Plantamour an Jelinek, 8. 8. 1873, in: *Bericht über die Verhandlungen* 1873, S. 82–84, hier S. 82.

36 Siehe Schreiben Plantamour an Jelinek, 8. 8. 1873, in: *Bericht über die Verhandlungen* 1873, S. 82–84.

rechnerer Einheiten sollten die Beobachtungen direkt vergleichbar sein.³⁷ Die bereitgestellten Daten sollten in erster Linie der Erforschung der weiträumigen Bewegungen in der Atmosphäre dienen.³⁸ Plantamour bezeichnete eine internationale Institution als Voraussetzung für den weiteren Fortschritt seines Fachgebiets, weil sie für die gewünschte Datensammlung sorgen würde.³⁹ Als Modell diente Plantamour das Königlich-Niederländische Meteorologische Institut, dessen Direktor Christophorus Buys Ballot bereits ein Jahrbuch mit Beobachtungen aus mehreren Ländern herausgab.⁴⁰

Ähnlich wie Emile Plantamour hatte Wladimir Köppen vom Physikalischen Zentralobservatorium in St. Petersburg in der *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie* argumentiert.⁴¹ Köppen schrieb, für ein erdumspannendes Beobachtungsnetz genüge es nicht, einen Kongress abzuhalten, es brauche eine ständige internationale Institution. Deren Hauptaufgaben skizzierte er wie folgt: Daten aus bestehenden nationalen Beobachtungsnetzen sammeln, in bisher meteorologisch unerforschten Regionen Stationen gründen und für eine gute Qualität aller Beobachtungen sorgen.⁴² Köppen stellte den Antrag, dass der Kongress die Regierungen darum bitten solle, gemeinsam eine internationale Institution mit rund 25 Beamten zu finanzieren.⁴³ Die Kongressteilnehmer fassten schliesslich die vage Resolution, es sei «wesentlich nützlich und wünschenswerth», eine internationale Institution zu gründen.⁴⁴ Sie beauftragten das Komitee, das für die Umsetzung der Beschlüsse eingesetzt worden war, einen Projektentwurf zuhanden eines zukünftigen Kongresses zu erarbeiten.⁴⁵ Über diese Vertagung der Entscheidung war Emile Plantamour enttäuscht. Er befürchtete, dass so die Realisierungschancen schlecht stünden.⁴⁶ Tatsächlich zeigte das Komitee, dem Plantamour selbst nicht angehörte, eine ablehnende Haltung gegenüber einer internationalen meteorologischen Institution. Als die Mitglieder nach dem Kongress vom Komiteepäsidenten aufgefordert wurden, sich schriftlich zu äussern, sprachen sich alle gegen eine Gründung

37 Siehe Plantamour 1873, S. 6.

38 Plantamour sprach von einer «étude de la météorologie en général». Siehe Plantamour 1873, S. 6.

39 Ebd., S. 17.

40 Siehe die Verweise auf das «Nederlandsch Jaarboek» in Schreiben Plantamour an Jelinek, 8. 8. 1873 (enthalten in *Bericht über die Verhandlungen* 1873, S. 83); Plantamour 1873, S. 12.

41 Köppen 1873a. 1875 wechselte Köppen an die Deutsche Seewarte in Hamburg.

42 Ebd., S. 20 f. Nach Köppen sollten bei ausreichenden Mitteln weitere Tätigkeiten in Angriff genommen werden, zum Beispiel die Organisation von Beobachtungen auf Meeren oder die Eichung der Instrumente verschiedener Zentralanstalten.

43 Köppen schätzte die Kosten auf 250 000 Francs pro Jahr. Siehe Köppen 1873a, S. 24.

44 *Bericht über die Verhandlungen* 1873, S. 50.

45 Ebd., S. 50 f. Das Komitee wurde bis 1879 als «Permanentes Meteorologisches Comité», danach als «Internationales Meteorologisches Comité» bezeichnet.

46 Siehe Plantamour 1873, S. 17.

zum jetzigen Zeitpunkt aus.⁴⁷ Daher beschloss das Komitee an seiner ersten Sitzung im September 1874, das Projekt einer aus internationalen Mitteln finanzierten Institution auf Eis zu legen.⁴⁸

Plantamour erklärte den Widerstand unter den Kongressteilnehmern und Komiteemitgliedern folgendermassen: Erstens hätten viele – nach Plantamour zu Unrecht – befürchtet, dass die projektierte Institution die Autonomie der staatlichen Zentralanstalten beschneiden würde.⁴⁹ Zweitens sei ein internationales Publikationsorgan als mögliche Konkurrenz für die bestehenden nationalen Jahrbücher angesehen worden. Drittens seien einige Delegierte am Kongress unsicher gewesen, ob sie ermächtigt wären, im Namen ihrer Regierungen für eine internationale Institution zu stimmen. Viele Staaten, so auch die Schweiz, hatten die Zustimmung ihrer Abgeordneten zu Beschlüssen, die finanzielle Verpflichtungen implizierten, unter Ratifizierungsvorbehalt gestellt.⁵⁰ Das Internationale Komitee vertrat die Ansicht, die Regierungen würden kaum Beiträge für eine Institution bewilligen, auf welche sie «keinen Einfluss» ausüben könnten.⁵¹ Allerdings räumte Carl Jelinek, ein Mitglied des Komitees, ein, die Hauptschwierigkeit einer internationalen Institution liege nicht bei den möglicherweise zahlungsunwilligen Regierungen, sondern bei den Direktoren der Zentralanstalten.⁵² Deren Befürchtung, an Selbstständigkeit einzubüssen, hatte viel Gewicht. Zu kontroversen Diskussionen führte besonders die Frage, ob die geplante internationale Institution auch meteorologische Problemstellungen bearbeiten sollte, mit dem Ziel, allgemeingültige Gesetzmässigkeiten zu bestimmen. Die Direktoren der Zentralanstalten lehnten es grossmehrheitlich ab, sogenannte allgemeine Arbeiten an eine internationale Einrichtung zu übertragen.⁵³ Wenn dies geschehe, so warnte Heinrich Wild, sei die «gedehliche Wirksamkeit» der einzelnen Zentralanstalten in Gefahr, weil ihnen «jede das Ganze umfassende

47 Siehe das Sitzungsprotokoll vom 16. 9. 1873: *Protokolle der Verhandlungen 1875*, S. 7 und den Anhang G, S. 65–73. Das Komitee bestand aus Christophorus Buys Ballot, Heinrich Wild, Carl Jelinek, Carl Christian Bruhns, Giovanni Cantoni, Robert Scott und Henrik Mohn, der sich als Einziger nicht zur Frage äusserte.

48 Der Beschluss lautete: «1. Dass zunächst eine fest organisierte, aus internationalen Mitteln zu errichtende Institution noch nicht ausführbar sei. 2. Das Comité hält es jedoch für möglich und nützlich, individuelle Arbeiten auf dem Gebiete der internationalen Meteorologie nach Maassgabe der ihm zu Gebote stehenden Mittel zu unterstützen.» Siehe Protokoll zur 4. Sitzung am 14. 9. 1874: *Protokolle der Verhandlungen 1875*, Anhang G, S. 18.

49 Siehe Plantamour 1873, S. 14.

50 Siehe Schreiben EDI an Wolf, 22. 7. 1873 und 4. 8. 1873 (beide in BAR, E88 1000/1167, 157).

51 Siehe *Protokolle der Verhandlungen 1875*, Anhang G, S. 72.

52 Siehe Schreiben Jelinek an Buys Ballot, undatiert, in: *Protokolle der Verhandlungen 1875*, Anhang G, S. 69 f.

53 Eine Ausnahme unter den Komiteemitgliedern bildete Giovanni Cantoni, Direktor des italienischen Servizio Centrale di Meteorologia. Siehe Schreiben Cantoni an Buys Ballot, undatiert, in: *Protokolle der Verhandlungen 1875*, Anhang G, S. 71 f.

Thätigkeit» entzogen würde.⁵⁴ Zudem bezweifelte er, dass eine internationale Institution an alle notwendigen Informationen über die einzelnen Beobachtungsverhältnisse gelangen würde.⁵⁵ Das Komitee beschloss, dass die Zentralanstalten die Arbeiten zur Herleitung von Gesetzen unter sich aufteilen und sich gegenseitig über geplante neue Untersuchungen in Kenntnis setzen sollten.⁵⁶ Allerdings kam ein solcher Informationsfluss nur punktuell zustande. Die Direktoren publizierten aber regelmässig Verzeichnisse der von ihnen herausgegebenen Forschungsarbeiten.⁵⁷

Die Zentralanstaltsdirektoren wehrten sich auch am nächsten Kongress 1879 in Rom dagegen, eine internationale Institution als Koordinationsstelle einzurichten. Plantamour, der wiederum als Schweizer Delegierter angereist war, zeigte sich konsterniert über den mangelnden Willen zu engerer Zusammenarbeit.⁵⁸ Der von ihm unterstützte Antrag für einen Fonds, aus dem Arbeiten von allgemeinem Interesse sowie Stationen in entlegenen Regionen finanziert werden sollten, hatte keine Chance. Ebenso scheiterte einige Jahre später eine neue Initiative für eine internationale Forschungsstelle. Der schwedische Meteorologieprofessor Hugo Hildebrand Hildebrandsson schlug vor, gemeinsam ein Institut mit einem Direktor und zwei Assistenten zu finanzieren.⁵⁹ Die internationale Forschungsstelle sollte «fundamentale Probleme» bearbeiten, deren Lösung die Basis für weitere Arbeiten in allen Ländern bilden würde.⁶⁰ Doch das internationale Komitee lehnte Hildebrandssons Vorschlag 1894 ab.⁶¹ Anstatt bei den Staaten Gelder für eine internationale Institution einzufordern, priorisierten die Mitglieder des Komitees – ausnahmslos Direktoren von meteorologischen Zentralanstalten – eine bessere Finanzierung der nationalen Einrichtungen.⁶²

Einem Ausbau der staatlichen meteorologischen Einrichtungen standen in der Regel diejenigen kritisch gegenüber, die sich als Fürsprecher unabhängiger Forscher verstanden. So auch Emile Plantamour, der Universitätsprofessor und Direktor eines kantonally finanzierten Observatoriums war. Als Heinrich Wild

54 Schreiben Wild an Buys Ballot, undatiert, in: *Protokolle der Verhandlungen 1875*, Anhang G, S. 65–69, hier S. 67.

55 Siehe Wild 1874, S. 242.

56 Siehe dazu Wild 1893, S. 50 f.

57 1880 ersuchte das Komitee die Zentralanstalten, Listen zu veröffentlichen. Siehe dazu Hellmann/Hildebrandsson 1907, S. 42.

58 Siehe Bericht Plantamour an EDI, 14. 6. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 158).

59 Hildebrandsson 1895.

60 Ebd., S. 17.

61 Siehe Mascart 1895, S. 4.

62 Das Komitee bestand bis 1879 aus den Leitern der meteorologischen Institutionen in Utrecht (Christophorus Buys Ballot, Präsident), Leipzig (Carl Christian Bruhns), Florenz (Giovanni Cantoni), Wien (Carl Jelinek), Oslo (Henrik Mohn), London (Robert Henry Scott) und St. Petersburg (Heinrich Wild).

forderte, mehr Gelder für nationale Einrichtungen statt für eine internationale Institution einzusetzen, widersprach Plantamour vehement: «Hiesse das aber nicht, die individuelle Initiative vernichten und alle wissenschaftlichen Arbeiten in den Händen der Directoren der nationalen Institute monopolisieren, so dass man in Zukunft zu sagen nur noch eine officielle Wissenschaft hätte?»⁶³ Plantamour argumentierte, die Meteorologie sei auf das Mitwirken unabhängiger Gelehrter angewiesen, die nicht gewillt seien, unter der Leitung «des officiellen Vertreters der Wissenschaft in ihrem Lande» zu arbeiten.⁶⁴ Nur mit einer internationalen Publikation, in der alle gewünschten Daten greifbar wären, könne eine breite Partizipation an der Bearbeitung meteorologischer Fragestellungen gesichert werden. Damit griff Plantamour ein Anliegen auf, das viele Meteorologen teilten: Die Beobachtungsergebnisse sollten «jedem Manne der Wissenschaft» einfach zugänglich sein.⁶⁵

1907 fasste Gustav Hellmann die bisherigen internationalen Beschlüsse der Meteorologie zusammen. Seine Bilanz zu den Bemühungen um eine gemeinsam finanzierte Institution war ernüchternd. Alle Initiativen seien so klar gescheitert, dass nun keine neuen Anläufe mehr unternommen würden: «Die Abneigung gegen die Schaffung einer derartigen Institution ist mehrfach so stark hervorgetreten, daß von ihr jetzt überhaupt nicht mehr die Rede ist.»⁶⁶ Wie schwierig es in diesem Kontext war, sich mit einer neuen Idee Gehör zu verschaffen, musste der Schweizer Mathematiker René de Saussure erfahren, als er 1905 ein Projekt für ein «Bureau météorologique central européen» entwarf.⁶⁷ Dieses sollte sich um die telegrafische Übermittlung von aktuellen Messwerten zu Prognosezwecken kümmern. Bislang war der tägliche Austausch von Wetterberichten bilateral zwischen den einzelnen Staaten organisiert.⁶⁸ De Saussure schlug nun vor, dass alle nationalen Institutionen ihre Telegramme nur noch an ein neu zu bildendes Büro senden sollten. Von dieser Zentralisierung erhoffte er sich eine

63 Schreiben Plantamour an Scott, 24. 8. 1874, in: *Protokolle der Verhandlungen 1875*, Anhang G, S. 73–75, hier S. 75.

64 Schreiben Plantamour an Scott, 24. 8. 1874, in: *Protokolle der Verhandlungen 1875*, Anhang G, S. 73–75, hier S. 75. Die Wissenschaftshistorikerin Katharine Anderson hat Plantamours Einsatz für eine internationale Institution als Kampf gegen eine staatlich kontrollierte Wissenschaft interpretiert. Siehe Anderson 2005, S. 246. Allerdings zeigen die hier zitierten Äußerungen, dass Plantamour nicht primär die Kontrolle des Staats, sondern die Macht der staatlichen Zentralanstalten problematisierte.

65 Siehe zum Beispiel Hann 1878, S. 120.

66 Hellmann 1907, Spalte 225.

67 Saussure 1905. René de Saussure war der Sohn des Entomologen Henri de Saussure und der Bruder des Linguisten Ferdinand de Saussure.

68 Die Kongressteilnehmer von 1873 hatten sich auf einen egalitären Datenaustausch zwischen den einzelnen Zentralanstalten geeinigt. Dieser Entscheid begrub das französische Projekt eines europäischen, in Paris zentrierten Systems. Siehe dazu Locher 2009b, S. 93.

bessere Qualität der Wetterkarten. Allerdings gelangte de Saussure mit seinem Vorschlag nicht weit: Er konnte ihn zwar an der Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft präsentieren und erreichte, dass deren Leitung sich mit seinem Entwurf an die Eidgenössische Meteorologische Kommission wandte.⁶⁹ Aber diese gab lediglich zur Antwort, dass sie in dieser Sache keine Entscheidungskompetenz besitze, und verwies auf das internationale Komitee.⁷⁰ De Saussure liess das Projekt fallen und wandte sich stattdessen der neu aufkommenden Plansprachenforschung zu.⁷¹ Auf diesem Gebiet konnte er sich dann am Aufbau eines transnationalen Netzwerks beteiligen.

Erst viel später, Mitte des 20. Jahrhunderts, entstand in der Meteorologie eine intergouvernementale Institution. 1947 beschlossen über 40 Staaten, eine Weltorganisation für Meteorologie (WMO) zu gründen, die unter anderem die Aufgabe hatte, ein System zum Informationsaustausch zu errichten.⁷² Die geteilte Infrastruktur machte Zusammenarbeit quasiobligatorisch, wie der Historiker Paul Edwards in seinem Aufsatz *Meteorology as Infrastructural Globalism* dargelegt hat.⁷³ Nachdem jahrzehntelang Uneinigkeit über die richtige Struktur internationaler Kooperation geherrscht hatte, wurde es nach dem Aufbau der WMO als Selbstverständlichkeit angesehen, dass eine feste Organisation die Koordination am besten gewährleisten könne.

Vereinbarungen mit beschränkter Wirkung

Während die Idee einer internationalen meteorologischen Institution im 19. Jahrhundert nicht überzeugen konnte, fand das Anliegen einer internationalen Datensammlung doch so viel Unterstützung, dass sich die Teilnehmer des Kongresses von 1873 auf ein Tabellenformat einigten. In jedem Land sollten die Resultate einiger ausgewählter Stationen nach einem einheitlichen, noch festzulegenden Schema publiziert werden. Diese Vereinbarung war von der Hoffnung geleitet, dass man Wetterphänomene mit weiträumig verteilten, aber miteinander

69 Siehe *Protokolle* 1905, S. 38.

70 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 23. 10. 1905 (BAR, E3001-01 2004/492, 267).

71 1908 richtete die Association Scientifique Espérantiste ein Büro in Genf ein, deren erster Direktor René de Saussure wurde. Siehe *Chronique* 1907, S. 397.

72 Das Übereinkommen über die Weltorganisation für Meteorologie wurde 1947 in Washington abgeschlossen. Zur WMO, die den Status einer UNO-Sonderorganisation erhielt, siehe Howard 1973.

73 Edwards 2006. Mit der Geschichte der «World Data Centers», die im Rahmen des Internationalen Geophysischen Jahres (1957/58) geschaffen wurden, beschäftigt sich Elena Aronova in ihrem laufenden Projekt «Doing Things with Data: The Cold War Political Economy of Environmental Archives». Siehe zudem Aronova/Sepkoski/von Oertzen 2017.

der vergleichbaren Beobachtungen besser verstehen würde.⁷⁴ Dementsprechend wurde ein erdumfassendes Netz von sogenannten internationalen Stationen konzipiert. Wladimir Köppen schlug vor, eine Station pro 70 000 Quadratkilometer zu betreiben.⁷⁵ Nach diesem Verteilschlüssel hätten gut 200 Stationen für ganz Europa ausgereicht, wobei der Schweiz überhaupt keine Station zugeteilt worden wäre. Dies ergab für die Schweiz eine widersprüchliche Problemlage zwischen Internationalismus einerseits und eigenem Bedeutungsanspruch andererseits. Als Reaktion beauftragte die Schweizerische Meteorologische Kommission Emile Plantamour, am Kongress in Wien dafür einzutreten, dass es sehr wohl nötig sei, schweizerische Stationen in dieses geplante Netz einzubeziehen.⁷⁶ Ihr Argument lautete, die Alpen würden in der atmosphärischen Zirkulation eine so entscheidende Rolle spielen, dass es unbedingt mehrere Stationen in der Schweiz brauche.⁷⁷ Das internationale Komitee überliess schliesslich den Entscheid über die Anzahl Stationen jedem Land selbst und setzte lediglich eine untere Grenze fest.⁷⁸

Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt wählte in ihrem Beobachtungsnetz 14 Stationen, deren Resultate sie ab dem 1874er-Jahrbuch dem internationalen Schema entsprechend veröffentlichte.⁷⁹ Auch viele andere Zentralanstalten passten die Tabellen einer gewissen Anzahl Stationen innert kurzer Zeit dem gemeinsam festgelegten Einheitsformat an. Komplizierter war es, Daten aus verschiedenen Ländern und Kontinenten in einem Werk zu vereinen. Auf Eigeninitiative nahmen einzelne Zentralanstalten Kompilationen in Angriff. Das Dänische Meteorologische Bureau publizierte ab 1873 auf der Basis gesammelter Beobachtungen synoptische Karten des Nordatlantiks und der anliegenden Küstenregionen, wofür es die Deutsche Seewarte ab den 1880er-Jahren zum Mitherausgeber gewinnen konnte.⁸⁰ Das Internationale Komitee versprach Unterstützung, die jedoch nie eine finanzielle Form annahm.⁸¹ Ebenfalls ohne Mithilfe anderer Staaten organisierte das US Army Signal Office 1875 ein Netz mit mehr als 300 Beobachtungsstellen auf der nördlichen Hemisphäre.⁸² Doch in den 1880er-Jahren wurde das daraus resultierende *Bulletin of International*

74 Siehe *Bericht über die Verhandlungen* 1873, S. 29.

75 Köppen 1873a, S. 26.

76 Siehe Schreiben Wolf an die Mitglieder der meteorologischen Commission der SNG und einige andere schweizerische Meteorologen, 12. 7. 1873 (BAR, E88 1000/1167, 157).

77 Siehe dazu Billwiller 1873 (1875), S. IXX.

78 Siehe die Tabelle mit der Mindestanzahl internationaler Stationen pro Land: *Protokolle der Verhandlungen* 1875, S. 15.

79 Zur Umsetzung siehe Wolf 1874, S. 85.

80 Siehe zu den Karten, die der Direktor des Dänischen Meteorologischen Instituts, Niels Hoffmeyer, initiiert hatte, Shaw 1926, S. 166. Zur Synoptik siehe Kapitel 8.

81 Siehe *Protokolle der Verhandlungen* 1875, S. 19.

82 Siehe Anderson 2005, S. 249.

Meteorological Observations eingestellt mit der Begründung, die Publikation sei zu kostspielig, um von einer einzigen Institution getragen zu werden.⁸³ Ab 1917 realisierte dann das British Meteorological Office eine globale Klimadatenpublikation. Unter dem Titel «Monthly and Annual Summaries of Pressure, Temperature, and Precipitation at Land Stations» gab es sukzessive Mittelwerte früherer Jahre für rund 400 Stationen weltweit heraus.⁸⁴

Obwohl eine vollständige Homogenität der internationalen Stationen auch Anfang des 20. Jahrhunderts nicht erreicht war, waren die meisten Meteorologen darin einig, dass die Festlegung eines einheitlichen Darstellungsschemas für die Resultate einer bestimmten Anzahl Stationen pro Beobachtungsnetz ein wichtiger Schritt gewesen war.⁸⁵ Die internationale Publikationsform war derjenigen am nächsten, die der Schweizer Heinrich Wild als Direktor des St. Petersburger Physikalischen Zentralobservatoriums 1870 für das russische Beobachtungsnetz eingeführt hatte.⁸⁶ Schon seine Biografie – zuerst Mitorganisator des schweizerischen meteorologischen Netzes, dann Leiter des russischen Netzes – macht die engen Verflechtungen zwischen den meteorologischen Anstalten deutlich. Das Zustandekommen eines internationalen Darstellungsstandards ist ein weiteres Indiz dafür, dass diese Institutionen stark aufeinander bezogen waren. Dank der Symbole, die 1873 für die verschiedenen Niederschlagsarten definiert worden waren, wurden die Tabellen unabhängig davon, in welcher Sprache der Begleittext geschrieben war, verständlich.⁸⁷ Zum Beispiel stand ein ausgefüllter Kreis für Regen, ein Stern für Schnee und ein Dreieck für Hagel. Davor hatten die meisten Zentralanstalten die Phänomene mit den Anfangsbuchstaben der Bezeichnung in der jeweiligen Sprache angegeben.⁸⁸ Sie liessen sich von Heinrich Wild überzeugen, dass Symbole die sinnvollere Lösung seien. Der mehrheitlich positiven Bewertung des internationalen Darstellungsschemas standen aber auch einige kritische Stimmen gegenüber. Die Zeitschrift *Nature* schrieb, das neue Schema

83 Siehe die Bemerkungen zum Signal Office in Buys-Ballot 1887, S. 386.

84 Die Publikationsreihe ging auf einen Vorschlag von Teisserenc de Bort im Jahr 1907 zurück, ein Weltnetz (réseau mondial) aufzubauen. Das Internationale Komitee bildete zu diesem Zweck eine Kommission. Siehe «Procès-Verbal de la Commission International du Réseau Mondial», in: *Bericht über die Versammlungen* 1910, S. 27–31; Edwards 2006, S. 232 f.; Edwards 2010, S. 49–59. Die Umsetzung des Projekts wurde später vom British Meteorological Office übernommen, welches 1917 die erste Datensammlung, basierend auf dem Beobachtungsjahrgang 1911, publizierte. Siehe British Meteorological Office 1920, S. iii–vii; Shaw 1926, S. 160–162.

85 Siehe *Publication der täglichen meteorologischen Beobachtungen* 1877, S. 143.

86 Wild war 1868 von Bern nach St. Petersburg berufen worden. Siehe den Hinweis, dass das internationale Schema nach russischem Vorbild kreiert wurde, in Wolf 1874, S. 85.

87 Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt führte 1876 die Niederschlagssymbole ein, die später um Zeichen für weitere Phänomene ergänzt wurden. Siehe *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, Jg. 13 (1876).

88 Siehe die Tabelle mit den verschiedenen Bezeichnungen vor 1873 in *Bericht über die Verhandlungen* 1873, S. 43.

J a n u a r 1 8 7 6 .

Für die Bezeichnung der Hydrometeore und anderer Phänomene werden nach dem Vorschlag des internationalen Meteorologen-Congresses folgende Symbole angewandt:

● = Regen.	Δ = Thau.	⚡ = Gewitter.	☉ = Sonnenhof.
* = Schnee.	⊥ = Reif.	⚡ = Blitz, Wetterleuchten.	⊕ = Sonnenring.
△ = Graupeln, Riesel.	∨ = Duft.	☾ = Nordlicht.	☾ = Mondhof.
▲ = Hagel.	S = Glatteis.	⚡ = starker Wind.	☾ = Mondring.
← = Eismadeln.	≡ = Nebel.	⚡ = Schneegestöber.	☾ = Regenbogen.

Die Intensität der einzelnen Erscheinungen wird durch eine dem Symbol als Exponent beigefügte ^o als schwach, durch ² als stark bezeichnet.

a bedeutet: Vormittags (ante meridiem), p: Nachmittags (post m.), n: Nachts.

Die römischen Ziffern geben an, dass das betr. Phänomen um die Zeit des ersten, resp. zweiten, resp. dritten Beobachtungstermins stattgefunden hat; die arabischen bezeichnen die bürgerlichen Zeitstunden.

Abb. 15: Die Symbole, die der internationale Kongress definiert hatte, verwendete die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt ab 1876.

werde zwar international genannt, aber verdiene diese Bezeichnung nicht.⁸⁹ Die Beobachtungen seien nicht vergleichbar, solange beispielsweise die Thermometer unterschiedlich aufgestellt würden. Tatsächlich hatte der Kongress über die Instrumentenaufstellung keinen Entscheid gefällt. Die Teilnehmer einer späteren Versammlung einigten sich darauf, die verschiedenen Varianten einer detaillierten Prüfung zu unterziehen.⁹⁰ Ihre Hoffnung, eine davon würde sich dabei als die eindeutig Beste erweisen, erfüllte sich hingegen nicht.

Da es viele Meteorologen als störend empfanden, dass die verschiedenen Beobachtungsnetze unterschiedliche Masseinheiten verwendeten, waren die Erwartungen hoch gewesen, dass bereits der Kongress von 1873 diesbezüglich eine Lösung finden würde. Die meisten europäischen Staaten legten bis spätestens Anfang der 1870er-Jahre normierte Einheiten innerhalb ihrer Grenzen fest, nachdem lange Zeit viele verschiedene lokale Masse in Gebrauch gewesen waren. Nun konkurrierten noch zwei Systeme: das metrische Mass und Celsiusgrade zum einen, englische Zolle und Fahrenheit zum anderen.⁹¹ Am stärksten gegen die Einführung des metrischen Masses als internationaler Standard opponierte der Direktor des British Meteorological Office, Robert Scott.⁹² Er versuchte, die Normen des Ob-

89 *International Meteorology* 1875, S. 561.

90 Siehe Erk 1896, S. 461.

91 Wild schätzte, dass weltweit ungefähr gleich viele meteorologische Stationen das metrische wie das englische Mass verwendeten. Siehe Wild 1873, S. 47.

92 Siehe Anderson 2005, S. 246. Allgemeiner zu Konflikten um Masseinheiten im 19. Jahrhundert siehe Ash 2000, S. 6.

servatoriums von Kew, die für alle britischen Stationen galten, international verbindlich zu machen. Kew war seit den 1850er-Jahren eine anerkannte Autorität für die Verifizierung von Thermometern und Barometern, nicht nur innerhalb Grossbritanniens, sondern weltweit.⁹³ Das Veto des britischen Delegierten hatte dementsprechend ein grosses Gewicht am Kongress. Da Scott ankündigte, in seinem Beobachtungsnetz keine Anpassung vorzunehmen, hielten es die Anwesenden für sinnlos, das von den meisten favorisierte metrische System mittels Stimmenmehrheit durchzusetzen. Stattdessen erklärten sie beide Masseinheiten als provisorisch zulässig.⁹⁴ Was als Zwischenlösung gedacht war, hatte auch noch Jahrzehnte später Gültigkeit. Im Jahr 1910 beispielsweise befand das internationale Komitee, es sei «noch nicht an der Zeit», einen endgültigen Entscheid zu treffen.⁹⁵

Wie bei den Masseinheiten gelang es auch bei den Beobachtungszeiten nicht, sie mittels eines klaren Entscheids zu normieren. Auch nach dem Kongress von 1873 beobachteten beispielsweise die britischen Stationen um 9 und 21 Uhr, die schweizerischen um 7, 13 und 21 Uhr und die norwegischen um 8, 14 und 20 Uhr.⁹⁶ Ein Hauptargument gegen eine Vereinheitlichung war, dass die meteorologischen Stationen mehrheitlich von unbezahlten Beobachtern geführt seien.⁹⁷ Ihnen könne man – so fand die Schweizerische Meteorologische Kommission – keine Verschiebung der Zeiten zumuten.⁹⁸ Im schweizerischen Beobachtungsnetz wurden auch keine Veränderungen vorgenommen, nachdem das Internationale Komitee 1885 die Zeiten 7, 14 und 21 empfohlen hatte, ohne allerdings einen definitiven Beschluss zu fassen.⁹⁹ Die Schweizer Stationen beobachteten weiterhin um 13 Uhr statt wie vom Komitee gewünscht um 14 Uhr. Uneinig war man sich auf internationaler Ebene nicht nur über die Beobachtungszeitpunkte, sondern auch darüber, welche Bedeutung einer Vereinheitlichung beizumessen sei. Während die Zeitschrift *Nature* die fehlende Übereinstimmung der Zeiten als Beleg nahm, dass die internationale Meteorologie überhaupt ein Misserfolg sei, hielt Julius Hann gleiche Beobachtungszeiten nicht für absolut notwendig. Wenn man bestimmte Zeitpunkte vorgeschrieben hätte, so wäre Hann zufolge «das Bessere des Guten Feind» geworden.¹⁰⁰

93 Die Instrumente aller britischen Stationen wurden dort überprüft. Siehe Anderson 2005, S. 91.

94 Siehe Plantamour 1873, S. 24; *Vereinsnachrichten* 1874, S. 32.

95 *Bericht über die Versammlungen* 1910, S. 16.

96 Siehe *International Meteorology* 1875, S. 561.

97 Siehe Plantamour 1873, S. 6.

98 Wolf schrieb an die Organisatoren des Kongresses, dass in der Schweiz ein Wechsel der Zeiten die Demission von mehr als der Hälfte der Beobachter bewirken würde. Siehe Schreiben Wolf an Bruhns, 1. 8. 1872, in: *Report of the Proceedings (Leipzig)* 1873, Anhang A, S. 66.

99 Siehe Hellmann/Hildebrandsson 1907, S. 24.

100 *Meteorological organisations* 1879, S. 514; Hann 1879b, S. 264. Hann fand, es genüge, die Zeiten so zu wählen, dass der Mittelwert aus den Beobachtungen möglichst nahe an demjenigen einer 24-stündlichen Erfassung liege.

Die weitgehende Unverbindlichkeit brachte einerseits den Vorteil, dass sich keine Zentralanstalt gegen ihren Willen fügen musste und womöglich den internationalen Verständigungsprozess infrage gestellt hätte. Andererseits bewirkte das Bemühen, niemandem einen Zwang aufzuerlegen, dass die Standardisierung nur langsam vorankam. Heinrich Wild, der 1879 das Präsidium des Internationalen Komitees übernahm, äusserte sich in einem persönlichen Brief verärgert darüber, dass am Kongress in Rom nur vage Beschlüsse herausgekommen seien.¹⁰¹ Ob die Entscheide als Durchbrüche oder bedeutungslose Kompromisse bewertet wurden, war meistens eine Frage der Perspektive. Überraschend gut gelang die internationale Zusammenarbeit bei der Aushandlung eines gemeinsamen Wolkenklassifikationssystems. Für die Bezeichnung der Wolken lag seit 1803 ein dreigliedriges Schema von Cirrus, Cumulus und Stratus vor, das der Brite Luke Howard entworfen hatte.¹⁰² Seine Klassifikation war zwar breit akzeptiert worden, aber im Laufe der Jahrzehnte differenziert, erweitert und auch abgeändert worden, was darauf hinauslief, dass die Bezeichnungen ihre klare Bedeutung verloren.¹⁰³ Daher entstand ein Bedürfnis nach einer gründlicheren und universell gültigen Klassifizierung.¹⁰⁴ Das Projekt, die Wolkenbeschreibung international zu standardisieren, wurde von den nationalen Institutionen bereitwillig unterstützt. Da die meisten von ihnen die Wolkenformen bislang gar nicht systematisch erfassen, erforderte eine internationale Standardisierung in diesem Fall – anders als bei Masseinheiten, Beobachtungszeiten oder Instrumenten – keine grossen Anpassungen.¹⁰⁵ Die Direktoren einigten sich 1891 auf eine Nomenklatur, die vier Jahre zuvor vom schwedischen Professor Hugo Hildebrand Hildebrandsson und vom schottischen Privatgelehrten Ralph Abercromby vorgelegt worden war und die Howards Klassifikation zu zehn Wolkengattungen erweiterte.¹⁰⁶ Die Direktorenkonferenz setzte eine Kommission ein, um einen Wolkenatlas – ein Nachschlagewerk mit Fotografien – herauszugeben und über Beobachtungsmethoden zu

101 Schreiben Wild an Hellmann, 16./28. 1. 1880 (StaBi, Nachl. Gustav Hellmann, Kiste 1). Für den Hinweis auf diese Quelle und die Weitergabe ihrer Abschrift danke ich Linda Richter.

102 Luke Howards 1803 publizierter Aufsatz *On the modification of clouds* wurde 1894 von Gustav Hellmann nachgedruckt: Howard 1894. Zu Howards Klassifizierung siehe Hamblyn 2001.

103 «Cirrostratus» beispielsweise konnte unterschiedliche Wolkenformen bezeichnen. Siehe Daston 2008, S. 104. Siehe Anderson 2005, S. 182.

104 Bereits der Kongress von 1873 hatte dies thematisiert: *Bericht über die Verhandlungen* 1873, S. 48.

105 Im schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetz war die Wolkenform eine fakultative Zusatzangabe. Siehe Billwiller 1893b, S. 23 f.

106 Siehe dazu Anderson 2005, S. 225; Daston 2008, S. 102–106.

diskutieren.¹⁰⁷ Davon ging ein Impuls aus, der viele Zentralanstalten dazu bewegte, Wolkenhöhenmessungen einzuführen.¹⁰⁸

Formelle Möglichkeiten, die internationalen Beschlüsse zu implementieren, existierten nicht. Weder die grossen Versammlungen noch das Komitee konnten Vorschriften erlassen. Ihre Beschlüsse waren streng genommen nur Vorschläge.¹⁰⁹ Die Bereitschaft, diese auf freiwilliger Basis zu befolgen, war je nach Umsetzungsaufwand unterschiedlich gross. Innerhalb der meteorologischen Fachgemeinschaft entstand allerdings ein Druck, sich gemäss dem Universalitätsanspruch für eine Vereinheitlichung einzusetzen. Diejenigen Institutionen, die internationale Vorschläge vorbildlich umsetzten, konnten ihr Ansehen erhöhen. Dementsprechend nahm die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt die Anpassungen in der Regel rasch vor. Die internationalen Normen erübrigten ab Mitte der 1870er-Jahre auch viele Diskussionen innerhalb der Schweizerischen Meteorologischen Kommission, wie ihr Präsident 1881 festhielt.¹¹⁰ In manchen anderen Beobachtungsnetzen jedoch, nicht nur ausserhalb, sondern auch innerhalb Europas, fanden die zahlreichen Beschlüsse der Kongresse und Konferenzen weniger Beachtung.¹¹¹ Als Gegenmassnahme beschloss das Internationale Komitee Anfang des 20. Jahrhunderts, eine Sammlung aller bisherigen Verhandlungsergebnisse zu publizieren. Dieser «Internationale meteorologische Kodex» erschien 1907 auf Deutsch, 1909 auf Englisch.¹¹² Es folgten mehrere Übersetzungen, die dazu dienen sollten, «für die gemeinsame Sache Propaganda» zu machen.¹¹³ Laut Carl Kassner, Mitarbeiter beim Preussischen Meteorologischen Institut, griffen die Beschlüsse zunehmend in alle Bereiche der meteorologischen Arbeit ein. Er schrieb 1913: «Alle Meteorologen der Welt, ob im Amt oder Privatmann, werden durch die Vereinbarungen des Komitees und der Direktorenkonferenzen in ihren ganzen Arbeiten beeinflusst, weil sie ja doch die auf Grund dieser Vereinbarungen so oder so gestalteten Publikationen benutzen müssen.»¹¹⁴ Auch Hugo Hildebrand Hildebrandsson, seit 1900 Sekretär des Internationalen Komitees, war der Ansicht, die Beschlüsse seien auch ohne Umsetzungszwang relevant. Man könne auf internationaler Ebene

107 Neben Hugo Hildebrand Hildebrandsson arbeiteten Albert Riggenbach aus Basel und Léon Teisserenc de Bort aus Trappes am Atlas mit, der 1896 erschien. Siehe Hildebrandsson et al. 1896.

108 Mehr als 20 von ihnen beteiligten sich am internationalen Wolkenjahr 1896/97. Siehe Hellmann/Hildebrandsson 1911, S. 11.

109 Siehe dazu Hildebrandsson 1913, S. 10.

110 Wolf/Billwiller 1881, S. 105.

111 Siehe dazu den Bericht der Sitzung des Internationalen Komitees 1903 in Southport, zitiert in Hellmann/Hildebrandsson 1907, S. V.

112 Hellmann/Hildebrandsson 1907; Hildebrandsson/Hellmann 1909.

113 Hellmann 1907, Spalte 226.

114 Kassner 1913, S. 151.



Abb. 16: Der internationale Wolkenatlas definierte 16 Wolkenarten. Als Beispiel für «Nimbus» diente eine Fotografie, die der Basler Professor Albert Riggenbach im Jahr 1890 vom Säntisgipfel aus aufgenommen hatte.

zwar nur Vorschläge erlassen, aber diese würden «glücklicherweise im allgemeinen als Vorschriften» angesehen.¹¹⁵

Zusammenarbeit ohne feste Institution

Zwischen 1873 und dem Ersten Weltkrieg fanden insgesamt 21 internationale Meteorologenversammlungen statt. 13 davon waren Sitzungen des Komitees, das administrative Aufgaben erledigte und Diskussionsthemen festsetzte.¹¹⁶ Nach seiner Gründung am ersten Kongress organisierte das Komitee einen

115 Hildebrandsson 1913, S. 10.

116 Die Sitzungen des «Permanenten Comités» (bis 1879) respektive des «Internationalen Meteorologischen Comités» (ab 1879) fanden in Utrecht 1874, London 1876, Utrecht 1878, Bern 1880, Kopenhagen 1882, Paris 1885, Zürich 1888, Upsala 1894, Paris 1900, Southport 1903, Paris 1907, Berlin 1910 und Rom 1913 statt. Das Komitee hielt auch Sitzungen am Kongress

zweiten internationalen Kongress 1879 in Rom, sah dann aber von einem dritten ab.¹¹⁷ Als Begründung führte es an, dass die Regierungen an einem weiteren offiziellen Kongress wenig Interesse zeigten.¹¹⁸ Dies war allerdings ein fadenscheiniges Argument, da das Komitee noch gar keinen Anlauf unternommen hatte, Regierungsunterstützung für einen weiteren Kongress zu gewinnen. Massgeblich für den Entscheid war vielmehr die Erfahrung, dass die Kongressorganisation auf diplomatischem Weg kompliziert, schwerfällig und mit grossem Zeitaufwand verbunden war.¹¹⁹ Weniger umständlich schien es, eine Versammlung in nicht offizieller Form durchzuführen. Der Komiteepäsident Heinrich Wild lud deshalb 1891 alle Direktoren der meteorologischen Beobachtungsnetze nach München ein. Während die Einladungen zu den beiden Kongressen der 1870er-Jahre an den Bundesrat adressiert gewesen waren, wurde diesmal Robert Billwiller, der die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt leitete, auf direktem Weg angeschrieben.¹²⁰ Billwiller nahm an der sogenannten Direktorenkonferenz teil und wurde dort in das Internationale Komitee gewählt, das sich nun aus 17 Mitgliedern zusammensetzte.¹²¹

Mit der 1891 neu eingeführten Versammlungsform wurde es, um überhaupt auf internationaler Ebene mitbestimmen zu können, zur Bedingung, Direktor einer Zentralanstalt und somit Teil des staatlichen Apparats zu sein.¹²² Es waren aber nicht mehr die Regierungen, die bestimmten, wer an die internationalen Versammlungen reisen sollte. Dies zeigte sich anlässlich der zweiten Direktorenkonferenz 1896, für die Billwiller eine persönliche Einladung erhielt. Als er den Bundesrat darüber informierte, ernannte dieser zwei offizielle Delegierte: Billwiller und Henri Dufour als Mitglied der Eidgenössischen Meteorologischen Kommission. Doch daraufhin wies Billwiller den Bundesrat auf die «Unthunlichkeit einer eigentlichen Delegation seitens d. Regierungen» hin.¹²³ Schliesslich konnte aber doch ein Mitglied der Eidgenössischen Meteorologischen Kommission an die Direktorenkonferenz reisen. Das Internationale Komitee erlaubte nämlich Albert Riggenbach, der auch der internationalen Spezialkommission zur Wolkenklassifikation angehörte, als Gast ohne Stimmrecht teilzunehmen.¹²⁴

1879 in Rom und an den Direktorenkonferenzen 1891 in München, 1896 in Paris und 1905 in Innsbruck ab.

117 Zum Kongress in Rom siehe *Report of the proceedings* 1879.

118 Zum Entscheid, keine weiteren Versammlungen in der Art der Kongresse von Wien und Rom abzuhalten, siehe *Report of the fourth meeting* 1889, S. 7.

119 Das Komitee sprach von «great difficulties». Siehe *Report of the fourth meeting* 1889, S. 7.

120 Siehe Schreiben Billwiller an EDI, 12. 6. 1891 (BAR, E88 1000/1167, 99).

121 Schreiben Billwiller an EDI, 20. 11. 1891 (BAR, E88 1000/1167, 108). Auch Billwillers Nachfolger, Julius Maurer, wurde 1907 Mitglied des Komitees.

122 Siehe Hellmann/Hildebrandsson 1911, S. 94.

123 Schreiben Billwiller an EDI, 14. 9. 1896 (BAR, E88 1000/1167, 166).

124 Schreiben Billwiller an Bundesrat, 20. 8. 1896 (BAR, E88 1000/1167, 166).

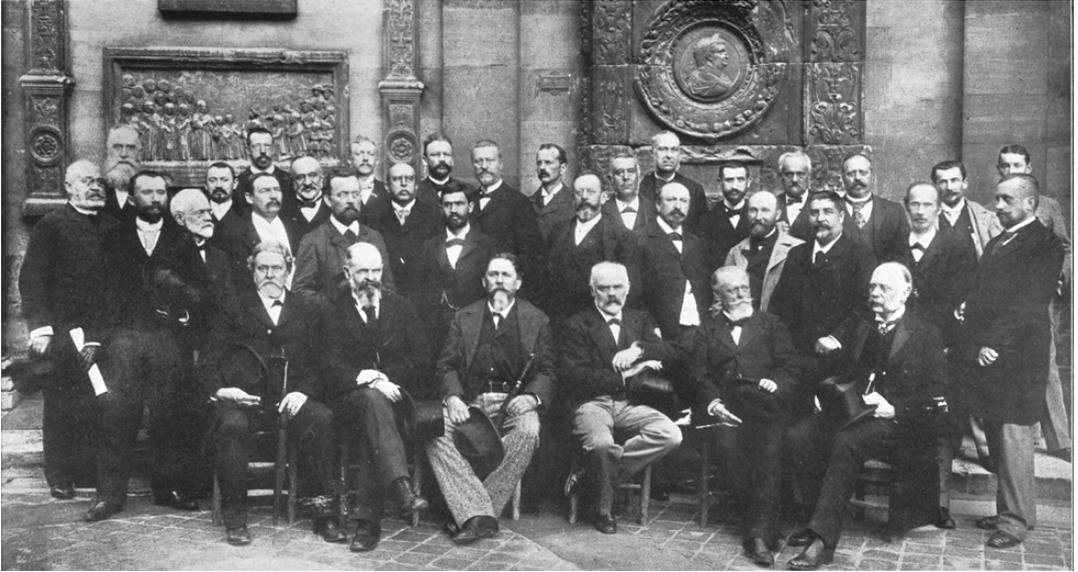


Abb. 17: An die zweite Direktorenkonferenz 1896 in Paris reisten aus der Schweiz der Zentralanstaltsdirektor Robert Billwiller (zweite Reihe, Zweiter von rechts) und als Gast zusätzlich Albert Riggenschach (hinterste Reihe, Zweiter von links) an.

Die weitgehende Geschlossenheit der internationalen Direktorenkonferenzen rief einige Kritik hervor. Der bereits zitierte Carl Kassner beschwerte sich in der *Meteorologischen Zeitschrift*, dass er als Assistent respektive Institutsmitarbeiter zu keiner der 1891, 1896 und 1905 abgehaltenen Konferenzen zugelassen war.¹²⁵ Tatsächlich waren die internationalen Diskussionsorte nun fast ausschliesslich für Direktoren reserviert. Indem sie die Entscheidungsmacht innehatten, wurde die internationale Diskussion weitgehend durch sie monopolisiert. Das heisst, die internationalen Beziehungen konzentrierten sich auf den Austausch zwischen den Zentralanstalten, die mehrheitlich national organisiert waren. Nun wurden weniger die individuellen Wissenschaftler als zuständig dafür angesehen, den Globalitätsanspruch umzusetzen. Vielmehr sollte jede Nation ihren Beitrag liefern. Somit kann man von einem Prozess der Nationalisierung auf internationaler Ebene sprechen.¹²⁶

125 Siehe Kassner 1912, S. 336.

126 Somit bestätigt sich Sebastian Conrads These, dass die Interaktionen im globalen Massstab zunehmend national formatiert waren. Siehe Conrad 2006, S. 316.

Zeitgleich fand eine gewisse Ablösung von den Regierungen statt. Das Internationale Meteorologische Komitee wurde zur Instanz, welche die Beziehungen unter den verschiedenen Zentralanstalten regelte. Ab den 1890er-Jahren berief es Versammlungen ein, ohne dabei den Weg über die Regierungen zu wählen. Allerdings fanden unabhängig von den Direktorenkonferenzen an den Weltausstellungen 1889 und 1900 in Paris und 1893 in Chicago meteorologische Kongresse statt, für die Einladungen auf diplomatischem Weg verschickt wurden.¹²⁷ Die Organisatoren hatten jedoch kein Mandat des Internationalen Meteorologischen Komitees. Dementsprechend wurden an den drei Kongressen auch keine eigentlichen Beschlüsse gefasst, obwohl offizielle Regierungsdelegierte teilnahmen.¹²⁸ Die Beschlusskompetenz auf internationaler Ebene hing also stärker davon ab, dass das Internationale Komitee die Versammlung sanktionierte, als dass die Regierungen offizielle Vertreter nominierten.

Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) hat in einer in den 1970er-Jahren erschienenen Darstellung ihrer Geschichte betont, die Kooperationsformen im ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhundert hätten nicht gouvernementalen Charakter gehabt.¹²⁹ Auch der Historiker Paul Edwards stellt die Interaktionen vor 1947 als «voluntary, essentially private mode of scientific internationalism» dar.¹³⁰ Doch diese Kennzeichnung muss hinterfragt werden, denn die Teilnehmer der Direktorenkonferenzen waren keine unabhängigen Wissenschaftler. Sie waren durch ihre Anstellung Teil von Verwaltungsapparaten und reisten somit als Beamte an. Robert Billwiller erhielt vom Bundesrat jeweils eine Zusatzvergütung für seine Reiseauslagen zugesprochen.¹³¹ Zwar hatten er und die anderen Zentralanstaltsdirektoren keinen Auftrag, bestimmte staatliche Interessen zu vertreten, jedoch traten sie als Repräsentanten einer staatlichen Institution auf. Auch im Internationalen Komitee waren nur Direktoren von Zentralanstalten als Mitglieder zugelassen.¹³² Daher ist die Darstellung, dass die

127 Siehe den im Oktober 1889 abgefassten Bericht der zwei offiziellen Schweizer Delegierten, Henri Dufour und Robert Billwiller, zum Pariser Kongress in BAR, E88 1000/1167, 164. Zum Kongress von 1900 siehe *Der Meteorologen-Kongress 1900*, S. 516; *Internationaler Kongress 1899*, S. 317. Siehe auch die Einladung nach Chicago: Schreiben US-Konsulat an Droz, 26. 7. 1892 (BAR, E88 1000/1167, 165).

128 Siehe die Bemerkungen in Bericht der Herren Prof. Henri Dufour & Dir. Billwiller, Delegierte des Bundesraths über die Theilnahme am Internationalen Meteorologen-Congress in Paris im Sept. 1889, Oktober 1889 (BAR, E88 1000/1167, 164).

129 Howard 1973, S. 14.

130 Edwards 2006, S. 232.

131 Siehe zu den Reisen, zum Beispiel an die Komiteesitzungen in Uppsala 1894 und St. Petersburg 1899: Schreiben Billwiller an die Mitglieder der Meteorologischen Kommission, 19. 7. 1894 (BAR, E88 1000/1167, 99); Protokoll der Bundesratssitzung vom 5. 6. 1899 (BAR, E1004.1, Bd. 197); *Bericht des Bundesrates 1900*, S. 513.

132 Siehe Hellmann/Hildebrandsson 1911, S. 94.

Meteorologen im «Privatmodus» kooperiert hätten, nicht treffend. Hingegen passt die Beschreibung auf das Selbstbild der Meteorologen. Im Reglement, das 1907 die Aufgaben des Internationalen Komitees definierte, hiess es, die Direktorenkonferenzen würden einen «privaten Charakter» tragen.¹³³ Dementsprechend wurden diese als apolitische Versammlungen wahrgenommen. Billwiller beispielsweise schrieb an den Bundesrat, an der Direktorenkonferenz 1891 in München sollten «nur die Forderungen der Wissenschaften» und «keine politischen Erwägungen» massgebend sein.¹³⁴ Die Selbstbeschreibung der internationalen Kooperation war also dadurch gekennzeichnet, dass sich die Wissenschaft ohne politische Kontrolle selbst organisieren sollte.

Dieses Bild einer apolitischen Wissenschaft wurde mit dem Ideal einer unbürokratischen Zusammenarbeit kombiniert. Zum Beispiel überhöhte Gustav Hellmann, der Direktor des Preussischen Meteorologischen Instituts, die schwach institutionalisierte Form der Zusammenarbeit mit der Aussage, «ohne größeren äusseren Apparat» habe die internationale Meteorologie «fast die ganze Erde erobert».¹³⁵ Wie gross die Widerstände waren, eine feste Institution aufzubauen, ist oben dargelegt worden. Statt die Koordinationsarbeiten in eine institutionelle Form überzuführen, versuchte das Internationale Komitee, die Zusammenarbeit auf anderem Weg zu ermöglichen.¹³⁶ Da zum Teil mehr als zehn Jahre zwischen den Konferenzen lagen, musste der jeweilige Komiteepäsident viel Aufwand leisten, damit der Standardisierungsprozess vorankam. An den Konferenzen verhandelten die Direktoren vorwiegend Dienstgeschäfte wie den telegrafischen Datenaustausch oder die Kalibrierung von Instrumenten. Die Beratung anfallender Sachfragen übernahmen zunehmend Spezialkommissionen.¹³⁷

Über keine internationale Institution zu verfügen, bedeutete, dass die verschiedenen Staaten auch keine fortlaufenden finanziellen Beiträge leisteten. Die Druckkosten für die Protokolle und Berichte trugen jeweils einzelne Zentralanstalten.¹³⁸ Gemeinsame Forschungsprojekte kamen nur zustande, wenn die Direktoren bei ihren jeweiligen Regierungen eine Mitfinanzierung erlangen konnten. Dies gelang Anfang der 1880er-Jahre beim Internationalen Polarjahr, einem Programm zur Erforschung der Arktis und Antarktis, sowie bei der

133 Siehe das Reglement von 1907 in Hellmann/Hildebrandsson 1911, S. 96.

134 Schreiben Billwiller an EDI, 12. 6. 1891 (BAR, E88 1000/1167, 99).

135 Hellmann 1907, Spalte 223.

136 Zum Argument, eine Institution sei unnötig, weil das Komitee die anfallenden administrativen Arbeiten erledigen könne, siehe Schreiben Wild an Buys Ballot, undatiert, in: *Protokolle der Verhandlungen* 1875, Anhang G, S. 65–69, hier S. 68.

137 Siehe Hellmann/Hildebrandsson 1911, S. 98–103.

138 Das Bureau Central Météorologique publizierte jeweils eine französische Version, das British Meteorological Office eine englische und das Preussische Meteorologische Institut eine deutsche. Siehe Shaw 1926, S. 162.

Durchführung simultaner Ballonaufstiege ab 1896.¹³⁹ Alle Bestandteile der internationalen meteorologischen Kooperation – das Komitee, die Konferenzen, die Kommissionen und die Forschungsprogramme – funktionierten nur, solange auch ein politischer Wille zur Zusammenarbeit existierte. Wie unmittelbar die internationale Arbeit von den politischen Verhältnissen betroffen war, mussten die Meteorologen erfahren, als der Erste Weltkrieg ausbrach und die Aktivitäten auf internationaler Ebene komplett zum Erliegen kamen.¹⁴⁰ Einen tiefgehenden Bruch in den Wissenschaftsbeziehungen markierten die Kriegsjahre auch deshalb, weil die davor selbstverständliche doppelte Loyalität gegenüber der jeweiligen Nation einerseits und der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft andererseits problematisch wurde.¹⁴¹

139 Zum Polarjahr siehe Lüdecke 2004b; Kraus 2013; Höhler 2015a, S. 176 f. Die Direktorenkonferenz von 1896 gründete eine Kommission zur Durchführung simultaner Ballonaufstiege, die den Namen «Internationale Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt» annahm. Siehe Kapitel 5. Beispiele internationaler Zusammenarbeit in anderen beobachtungszentrierten Disziplinen sind unter anderem die Carte du Ciel, die Internationale Gradmessung und Expeditionen zur Erkundung des Venusdurchgangs. Für einen Überblick Galison/Daston 2006.

140 Die simultanen Ballonaufstiege brachen 1914 ab. Die für 1915 geplante Direktorenkonferenz fand nicht statt. Zur geplanten Konferenz siehe *International Meteorology* 1913, S. 198. Erst 1919 wurde wieder eine internationale Versammlung abgehalten.

141 Ash 2000, S. 7.

Teil II: Datenproduktion: Interessen, Verfahren und Funktionen

Als in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts staatlich finanzierte meteorologische Sammelstellen entstanden, wurden diese bald zu Dreh- und Angelpunkten methodologischer Aushandlungsprozesse auf dem heterogenen Feld der Wetter- und Klimaforschung. Die Frage, welches Datenmaterial die neuen Institutionen erzeugen und bereitstellen sollten, hing sowohl von Strategien der Theoriebildung als auch von der Gewichtung praktischer Nutzbarkeit ab. Im Folgenden werden theoretische Erkenntnisinteressen und die Schaffung verschiedener Datensammlungen aufeinander bezogen. Dieses Vorgehen soll erkennbar machen, welche Rolle die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt beim Aufbau der Meteorologie und Klimatologie als wissenschaftliche Disziplinen beanspruchte. Die Zentralanstalt positionierte sich in unterschiedlicher Weise zu den verschiedenen Themengebieten und Ansätzen, die sich innerhalb der Wetter- und Klimaforschung bildeten.¹ Dies soll an drei Modi der Datenproduktion gezeigt werden. Sie stehen je exemplarisch für einen spezifischen Zugang, der mit bestimmten Erkenntnisinteressen verbunden war. Alle drei Erhebungszusammenhänge waren für die Entwicklung der Meteorologie und Klimatologie als wissenschaftliche Disziplinen wichtig. Hier untersucht wird die 1863 begonnene klimatologische Erhebung, die von der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt koordiniert wurde, weiter das Datensammeln aus höheren Schichten der Atmosphäre und schliesslich die Schaffung eines empirischen Korpus mit dem Ziel, Klimaveränderungen der Vergangenheit zu rekonstruieren. Messprogramme zur Erforschung höherer Schichten der Atmosphäre wurden zu einer zusätzlichen Aufgabe der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, das Sammeln von klimageschichtlichen Quellen und das Beobachten von Gletschern als Klimaindikatoren hingegen nicht.

¹ Als Überblick zu verschiedenen Zugängen und «Traditionen» der Meteorologie und Klimatologie siehe Nebeker 1995.

4 Logiken der klimatologischen Erhebung

Strenge Methoden statt Beliebigkeit, staatlich finanzierte Sammelstellen statt zusammenhangslose Beobachtungen: Die ab Mitte des 19. Jahrhunderts gegründeten Wetterbeobachtungsnetze waren Versuche, die Meteorologie und Klimatologie als wissenschaftliche Disziplinen zu stärken. Die Aussicht auf verlässliches Material, aus dem sich vergleichbare Mittelwerte ableiten liessen, weckte hohe Erwartungen. Beobachtungsergebnisse im Hinblick auf geografische Faktoren zu analysieren, schien der Schlüssel zu kausalen Erklärungen und der Entdeckung von Gesetzmässigkeiten zu sein. Zunächst ging es aber darum, «möglichst viele Thatsachen über die climaterischen Verhältnisse» zu sammeln, wie es die Organisatoren des schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetzes ausdrückten.¹ Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt war 1863 mit dem Zweck gegründet worden, die Tabellen aller Beobachtungsstationen der Schweiz zu bearbeiten und zu publizieren. Dieses Sammeln von «Thatsachen» und sich darauf stützende Vergleiche verschiedener Klimate blieben bis weit in das 20. Jahrhundert hinein die dominierenden Tätigkeiten im Bereich der Klimatologie. In der Zeit von der Mitte des 19. bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die Klimatologie in der Regel als ein Teil der «Meteorologie im weiteren Sinne» aufgefasst.² Sie galt als «mehr beschreibend» als die «Meteorologie im engeren Sinne», die versuchte, atmosphärische Phänomene auf physikalische Gesetze zurückzuführen.³ Dennoch verfolgte auch die Klimatologie das Ziel, Zusammenhänge zu erklären.⁴ Im Folgenden wird nicht der Frage nachgegangen, inwiefern dieser Anspruch eingelöst wurde, sondern welche Leitideen für die institutionalisierte Datenproduktion auf nationaler Ebene massgeblich waren, welche Verfahren sich dabei ausbildeten und welche Darstellungen daraus resultierten.

Zunächst steht dabei das Beobachtungsprogramm der meteorologischen Stationen im Vordergrund, wobei die Veränderungen im Spektrum der Datenerhebung während der ersten fünf Jahrzehnte verfolgt werden. Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt versuchte, die Messbedingungen der Stationen unverändert beizubehalten, um langfristige Vergleichbarkeit zu sichern. Diese

1 Mousson 1864, S. 239.

2 Siehe das *Handbuch der Klimatologie*: Hann 1883, S. 2.

3 Hann 1883, S. 2 f. Siehe auch Hann 1901, S. 1.

4 Siehe Köppen 1895. Als Überblick zur Entwicklung der Klimatologie siehe Nebeker 1995, S. 11–26; Heymann 2009.

Bemühungen erscheinen ausgesprochen deutlich bei den Beobachtungszeiten. Um eine Verschiebung der Termine zu verhindern, lehnte die Zentralanstalt eine Anpassung an das globale Zeitzonensystem ab. In einem anschliessenden Teil fokussiert die Untersuchung die statistischen Verfahren und ihre Auswirkungen auf das Verständnis von Klima und Wetter. Besonders klar lässt sich dies am Beispiel der Bauernregel zu den sogenannten Eisleiligen illustrieren. Als Letztes wird anhand der 1909 fertiggestellten Publikation *Das Klima der Schweiz* gezeigt, dass die Nation zu einem wichtigen Ordnungsprinzip der Klimatologie wurde und umgekehrt die Darstellung des Klimas eine nationsbildende Wirkung entfaltete.⁵

Das Spektrum der Wetterbeobachtung

Die Wissenschaftsgeschichte hat sich in den letzten Jahrzehnten vermehrt der Frage zugewandt, wie wissenschaftliche Daten überhaupt zu Daten, zu Information in numerischer Form, geworden sind. Pionierhaften Charakter haben hierbei besonders die Arbeiten von Bruno Latour. Er ergänzt die historische Objektivitätsforschung mit dem wichtigen Zusatz, dass Zahlen nicht den Anfang, sondern einen Zwischenschritt in einem komplexen Prozess darstellen. Dementsprechend problematisiert Latour die Bezeichnung «Daten», ein Wort, das seinem lateinischen Ursprung nach «das Gegebene» bedeutet.⁶ Stattdessen spricht er von «Sublata», dem Erhobenen. Gemeinsam mit Steve Woolgar argumentiert Latour, dass die Produktion von textlichen oder bildlichen Informationsträgern einen wesentlichen Bestandteil wissenschaftlicher Forschung bildet. Dabei übernehmen die beiden den Begriff «Inskription» von Jacques Derrida, um zu beschreiben, wie materielle Substanzen oder Naturphänomene in Worten, Zahlen, Kurven oder Bildern festgehalten werden.⁷ Latour bezeichnet solche Inskriptionen auch als unveränderliche und transportierbare Elemente, als sogenannte «immutable mobiles».⁸ Zudem hat er das Konzept der zirkulierenden Referenz entworfen, mit dem er Übersetzungsvorgänge zwischen einer Beobachtung und ihrer wissenschaftlichen Verwertung analysiert.⁹ Auch für die Meteorologie und ihr Teilgebiet Klimatologie gilt: Das Beobachten war kein Akt

5 Teile der folgenden Argumente sind publiziert in Hupfer 2017.

6 Latour 2002, S. 55. Zur Herstellung des «Gegebenen» siehe auch Rheinberger 2001; Gugerli et al. 2007. Zu Bedeutungsverschiebungen des Begriffs «Daten» siehe Von Oertzen 2017; Aro-nova/Sepkoski/von Oertzen 2017. Allgemein zu einer prozesshaften Konzeption von Wissen siehe Fleck 1980 [1935].

7 Latour/Woolgar 1986, S. 51.

8 Latour 1987.

9 Latour plädiert dafür, die einzelnen Umformungen sichtbar zu machen und so das Endprodukt

simpler Repräsentation von Naturwirklichkeit, sondern ein Konstruktions- und Übersetzungsprozess, bei dem Momentaufnahmen flüchtiger Wetterphänomene in Tabellenwerte verwandelt wurden.

Die Selektion der Phänomene und ihre formalisierte Beschreibung sind interessante Praktiken, weil an ihnen sichtbar wird, dass Wetter nicht schlicht war, sondern hervorgebracht wurde. Damit rücken meteorologische Daten wie Monatstabellen als wissenschaftshistorische Quellen ins Blickfeld. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts spielte die zahlenmässige Erfassung eine entscheidende Rolle: Der wissenschaftliche Zugriff auf das Wetter war in erster Linie ein messender. Hatten die Naturforscher des 18. Jahrhunderts noch verschiedene, auch nicht quantifizierende Ansätze verfolgt, dominierte in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die instrumentell gestützte Wetterbeobachtung.¹⁰ Das heisst, die Beobachter erfassten in erster Linie das, was messbar und somit numerisch handhabbar war: die Temperatur, den Druck und die Feuchtigkeit der Luft sowie die Niederschlagsmenge. Dass solche zahlenmässigen Erfassungen eine Reduktion der Wirklichkeit auf wenige Dimensionen bedeuteten, hat Theodore Porter in seiner vielzitierten Studie *Making Things Quantitative* betont.¹¹ Im schweizerischen Beobachtungsnetz wurde auch ein meteorologisches Element quantifiziert, das man mit der Stationsausrüstung nicht instrumentell messen konnte: die Bewölkung. Deren Intensität schätzten die Beobachter mit blossen Auge ab und definierten danach einen Wert auf einer Skala von null bis zehn.¹² Durch diese numerische Abstraktion liessen sich die Bewölkungsbeobachtungen statistisch bearbeiten. Zahlen suggerierten zudem wissenschaftliche Exaktheit und Objektivität.¹³ Die Beobachtungstabellen enthielten aber auch eine Spalte mit qualitativen Angaben, die den aktuellen Wetterzustand charakterisierten.¹⁴ Standardisiert waren diese Beschreibungen nicht. Doch sie wurden einheitlicher, als die Zentralanstalt Mitte der 1870er-Jahre international vereinbarte Symbole für verschiedene Niederschlagsarten und Phänomene wie Blitze, Regenbogen oder Glatteis einführte.¹⁵

in seine Einzelteile zu zerlegen. Siehe seine Fallstudie zu einer bodenkundlichen Untersuchung im Amazonasgebiet: Latour 2002, S. 36–95.

10 Siehe zu verschiedenen Formen des Wissens über das Wetter in der Zeit von 1750 bis 1850 das laufende Projekt von Linda Richter (Goethe-Universität Frankfurt, Sonderforschungsbereich «Schwächediskurse und Ressourcenregime»).

11 Porter 1994.

12 Mousson 1863c, S. 9. Ab 1893 wurde zudem die Dicke der Wolkenschicht mit einem Exponenten angegeben. Siehe Billwiller 1893b, S. 23.

13 Zum quantifizierenden Zugang zur Natur siehe Heintz 2007; Sepkoski 2013.

14 Diese Ergänzung zu den Zahlenangaben sollte über die Gesamtwirkung der meteorologischen Elemente informieren. Siehe Billwillers Erklärungen zu den Rubriken «Witterung» und «Bemerkungen»: Billwiller 1893b, S. 23.

15 Siehe dazu Kapitel 3.

Auf der Rückseite der Monatstabellen war eine halbe Seite für Beobachtungen zu jahreszeitlich wiederkehrenden Entwicklungsphasen von Pflanzen und Verhaltensweisen von Tieren reserviert. Diese sogenannten phänologischen Erscheinungen waren vom Wetterablauf abhängig und konnten diesen somit indirekt dokumentieren. Ihre Beobachtung hatte innerhalb der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft Tradition. An die kantonalen Zweiggeseellschaften waren in den 1840er- und 1850er-Jahren Formulare mit Fragen zu Vögeln und Pflanzen verteilt worden.¹⁶ Nun sollte auch das 1863 in Betrieb genommene meteorologische Beobachtungsnetz solche Informationen sammeln. Die Beobachter wurden aufgefordert, auf der Rückseite ihrer Tabellen zu notieren, wann die ersten Schwalben ankamen, die Blüten der Buchen austrieben, die Kirschen reiften oder die Weinernte begann. Zwei Vogel- und elf Pflanzenarten waren im Beobachtungshandbuch von 1863 aufgeführt.¹⁷ Auch dessen revidierte Auflage von 1893 enthielt eine Liste von Pflanzen, die beobachtet werden sollten. Allerdings wurden die phänologischen Aufzeichnungen nun als fakultativ bezeichnet.¹⁸ Damit reagierte die Meteorologische Zentralanstalt darauf, dass bisher nur wenige Beobachter die gewünschten Angaben konsequent geliefert hatten.¹⁹ In welcher Form die nicht instrumentellen phänologischen Aufzeichnungen bearbeitet werden sollten, hatten die Organisatoren des schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetzes nicht festgelegt. Die Zentralanstalt publizierte in den Jahressbänden jeweils eine lose Auswahl an Informationen, beispielsweise, dass der Beobachter der Station Glarus 1865 bereits Mitte Februar Wachholderdrosseln gesichtet hatte.²⁰ Später wurden die Angaben nach Pflanzen- und Tierarten geordnet aufgelistet.²¹

Doch es war unsicher, welchen Stellenwert phänologische Beobachtungen für die Meteorologie – genauer für ihren klimatologischen Zweig – haben sollten.

16 Siehe die im Jahrbuch der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft publizierte «Aufforderung zur Untersuchung der periodischen Erscheinungen in der Pflanzen und Thierwelt»: Heer 1844. Siehe auch Oswald Heers Neuauflage des Schemas von 1857, ebenfalls im Namen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft: «Beobachtungen über die periodischen Erscheinungen der Natur» (BBB, GA SANW, 221). Zu Phänologie als Bestandteil der naturkundlichen Lokalforschung siehe Scheidegger 2017, S. 136 f.

17 Mousson 1863c, S. 11.

18 Die Beobachter wurden angehalten, phänologische Notizen zu machen, sofern sich ihnen Möglichkeit dazu bot. Siehe Billwiller 1893b, S. 27. Auf den Beobachtungsformularen war ab Anfang der 1880er-Jahre kein separates Feld mehr für «Periodische Erscheinungen» vorhanden, aber nach wie vor eines für «Bemerkungen».

19 Bereits nach dem ersten Beobachtungsjahr hatte die Meteorologische Kommission konstatieren müssen, dass phänologische Beobachtungen kaum und nur lückenhaft eintrafen. Mousson 1864, S. 228.

20 Siehe *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 2 (1865), S. 150.

21 «Periodische Erscheinungen: April und Mai 1872», in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 9 (1872), S. 312.

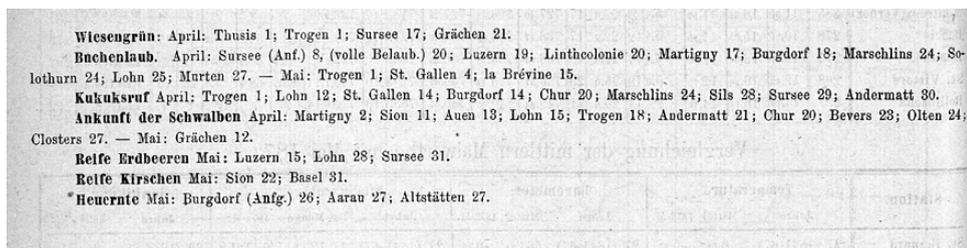


Abb. 18: Auszug aus der Liste «Periodische Erscheinungen: April und Mai 1872», die in den Schweizerischen Meteorologischen Beobachtungen publiziert wurde.

Der Zentralanstaltsdirektor Robert Billwiller sprach sich 1893 zwar dafür aus, weiterhin Pflanzen zu beobachten, betonte aber gleichzeitig, dass die Vegetationsphasen nicht nur vom Klima, sondern auch von der Bodenbeschaffenheit abhängen.²² Weder Billwiller noch seine Fachkollegen fanden Methoden, um den Zusammenhang zwischen phänologischen Informationen und dem Klima zu systematisieren. Der Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien, Julius Hann, schrieb sogar, die phänologischen Beobachtungen kosteten «Mühe und Arbeit», ohne dass dabei viel herauschaue.²³ Es lässt sich also folgende Entwicklung konstatieren: Nachdem die staatlichen meteorologischen Einrichtungen sich anfangs mit Elan den phänologischen Beobachtungen gewidmet hatten, stellten sie zunehmend infrage, ob diese überhaupt in ihren Zuständigkeitsbereich fielen.²⁴ Beobachtungen qualitativer Art über Tiere und Pflanzen waren schwierig in die neuen Wissensbestände einzugliedern. Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt schenkte der Phänologie immer weniger Aufmerksamkeit, obwohl einzelne Beobachter regelmässig entsprechende Angaben einsandten.²⁵ Das Interesse an phänologischen Beobachtungen

22 Billwiller 1893b, S. 27.

23 Hann 1881, S. 463. Die Bezeichnung der k. k. Institution, die 1851 als «Centralanstalt für meteorologische und magnetische Beobachtungen» gegründet worden war, variierte leicht. Hier wird durchgängig die Schreibweise «Zentralanstalt» verwendet. Siehe zu ihrer Entwicklung: Ficker 1951; Hammerl et al. 2001.

24 Als die Meteorologische Zentralanstalt 1880 in einem Bericht an die Bundesversammlung ihre zukünftigen Tätigkeiten skizzierte, bezeichnete sie es als offene Frage, ob es ihre Aufgabe sei, phänologische Informationen zu sammeln. Siehe Wolf/Billwiller 1880, S. 408.

25 Einige Vertreter der Historischen Klimatologie haben die These formuliert, dass die Meteorologen nach der Einrichtung meteorologischer Netze in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts

sank, bis diese Mitte des 20. Jahrhunderts einen erneuten Aufschwung erlebten, der sich in der Gründung eines separaten phänologischen Beobachtungsnetzes manifestierte. Ein zweiter, grösserer Aufschwung erlebte die Phänologie ab Ende des 20. Jahrhunderts, wobei sie sich als Werkzeug der Klimafolgenforschung etablierte.²⁶ Viele wissenschaftliche Institutionen suchten dabei unter dem Schlagwort «Citizen Science» die Zusammenarbeit mit Freiwilligen.²⁷

Das meteorologische Beobachtungsspektrum veränderte sich nicht nur bei der Dokumentation phänologischer Ereignisse, sondern auch in Bezug auf Erdbeben. Waren Wetter- und Erdbebenbeobachtungen im 18. Jahrhundert häufig kombiniert worden, separierten sie sich im 19. Jahrhundert zunehmend in zwei eigenständige Disziplinen.²⁸ Im Fall der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt kam es aber zu einer engen Zusammenarbeit mit der Erdbebenkommission, die 1878 von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gegründet worden war.²⁹ Diese hatte ein Netz von Korrespondenten organisiert. Ihre Berichte zu den gesammelten, nicht instrumentellen Beobachtungen erschienen ab 1888 in den Jahrbüchern der Meteorologischen Zentralanstalt, was für die Naturforschende Gesellschaft eine finanzielle Entlastung bedeutete.³⁰ Zudem war die Erdbebenkommission sowohl mit der Meteorologischen Kommission als auch mit der Meteorologischen Zentralanstalt durch personelle Überlappungen verbunden. Robert Billwiller war ab 1892 nicht nur Direktor der Meteorologischen Zentralanstalt, sondern auch ehrenamtlicher Präsident der Erdbebenkommission.³¹ In dieser Personalunion brachte er viele seiner me-

voll auf die instrumentelle Erfassung des Wetters gesetzt hätten. Den Bedeutungsverlust phänologischer Beobachtungen stellen sie also in direkten Zusammenhang zur Standardisierung von Instrumentenmessungen. Siehe Wetter/Pfister 2014, S. 69 f. So naheliegend diese Lesart scheint, so schwierig ist sie zu beweisen. Um zu erklären, weshalb viele Zentralanstalten phänologische Beobachtungen zunächst förderten, später aber kaum mehr berücksichtigten, müssen weitere Faktoren einbezogen werden.

26 Siehe Rutishauser/Studer 2007; Rutishauser/Jeanneret 2009; Wetter/Pfister 2014. Siehe zudem als Überblick zu phänologischen Aufzeichnungen in der Schweiz seit 1808: Defila et al. 2016.

27 Siehe dazu das seit 2015 laufende Forschungsprojekt «The Rise of the Citizen Science: Rethinking Public Participation in Science» unter der Leitung von Bruno Strasser (Universität Genf). Siehe auch das 2016 erschienene Gesnerus-Heft (Jahrgang 73) zu Amateurismus in den Wissenschaften, das Nathalie Richard und Hervé Guillemain als Gastherausgeber realisiert haben. Siehe zudem Allen 2009.

28 Zur Institutionalisierung der Erdbebenbeobachtung siehe Coen 2012a; Coen 2013 und Valderama 2015.

29 Siehe zu dieser Kommission, welche die weltweit erste nationale Kommission zur fortlaufenden Beobachtung von Erdbeben war: Westermann 2011a; Coen 2012b; Grolimund/Fäh 2014 und Grolimund 2015.

30 Siehe «Die Erdbeben der Schweiz in den Jahren 1888–91» im 28. Jahrgang (1891) der *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*. Die Erdbebenverzeichnisse erschienen bis 1955 in den *Annalen*.

31 *Jahresbericht des Central-Comité* 1892, S. 77.

teorologischen Beobachter dazu, auch für die Erdbebenkommission zu rapportieren.³² Zusätzlich zu solchen nicht instrumentellen Beobachtungen plante und realisierte die Erdbebenkommission ein Observatorium mit Messapparaten, das 1911 als Schweizerische Erdbebenwarte oberhalb von Zürich errichtet wurde. Doch weil die Handhabung der drei installierten Seismografen sehr viel Zeit beanspruchte, war die ehrenamtlich arbeitende Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft mit dem Betrieb der Erdbebenwarte überfordert.

Dies war für den Bundesstaat ein Problem, weil er sich 1904 mit dem Beitritt zur Internationalen Seismologischen Assoziation verpflichtet hatte, auf seinem Territorium Erdbeben zu überwachen und sich am internationalen Datenaustausch zu beteiligen.³³ Die schweizerische Regierung suchte also nach einer Alternative zur bisherigen Delegation der Aufgaben an die Naturforschende Gesellschaft. Eine Integration in die Meteorologische Zentralanstalt hielt der Bundesrat für die beste Lösung. Schliesslich arbeiteten in der Erdbebenkommission sowohl der Direktor der Zentralanstalt – seit 1905 Julius Maurer – als auch deren oberster Assistent Alfred de Quervain mit. Letzterer hatte sich bis anhin in seiner Freizeit um die Erdbebenwarte gekümmert.³⁴ Julius Maurer wehrte sich zunächst gegen die geplante Eingliederung, was ein Indiz dafür ist, dass die Zentralanstalt die Bereiche Meteorologie und Klimatologie zunehmend enger definierte und ihr Profil schärfen wollte. Trotzdem fügte sich Maurer schliesslich den Plänen des Bundesrats. So hatte die Meteorologische Zentralanstalt ab Dezember 1913 eine neue Abteilung mit der Bezeichnung «Schweizerischer Erdbebendienst».³⁵ Die Zentralanstalt leistete damit neben ihren Kernaufgaben auch eine landesweite seismologische Überwachung. Einige Jahrzehnte später, im Jahr 1957, wurde der Erdbebendienst jedoch wieder abgetrennt. Nach dem Tod des bisherigen Leiters der Erdbebenabteilung fehlte es der Meteorologischen Zentralanstalt nämlich

32 Die fakultative Zusatzaufgabe bestand darin, bei bemerkten Erschütterungen einen Fragebogen auszufüllen. Diesen konnten die meteorologischen Beobachter direkt bei der Zentralanstalt beziehen. Siehe Billwiller 1893b, S. 26. Siehe dazu auch Grolimund/Fäh 2014, S. 5–7. Zum schwachen Formalisierungsgrad der Erdbebenbeobachtungen siehe Coen 2012b.

33 Die Assoziation war 1903 gegründet worden. Siehe dazu das Dossier «Internationale seismologische Assoziation» im Bundesarchiv: BAR, E88 1000/1167, 156. Als historischen Überblick zur Erdbebenüberwachung in der Schweiz siehe Fäh/Grolimund 2014. Zur internationalen Institutionalisierung der Erdbebenforschung siehe Herren 2000, S. 157.

34 Zu Alfred de Quervain (1879–1927) und der Verhandlung von amtlicher versus ehrenamtlicher Forschung siehe Grolimund 2015.

35 Die Zentralanstalt war neu auch die Sammelstelle für die Erdbebenberichte. Siehe zum Gesetz über die Aufgabenerweiterung, das 1914 in Kraft trat: *Nationalrat* (18. Dez.) 1913, S. 904. Auch in Österreich waren Meteorologie und Erdbebendienst institutionell gekoppelt, seit die k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien 1904 den seismischen Dienst übernommen hatte und fortan den Namen «k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik» trug. Siehe Hammerl et al. 2001, S. 86–92.

an seismologischem Fachwissen. Deshalb fand der Bundesrat, dass der nationale Erdbebendienst am 1934 gegründeten Institut für Geophysik der Eidgenössischen Technischen Hochschule besser aufgehoben sei.³⁶

Die wandelnde Institutionenanbindung der Erdbebenbeobachtungen dokumentiert ebenso wie das schwankende Interesse an der Phänologie, dass sich die Konturen der amtlich-meteorologischen Datenerhebung erst mit der Zeit schärfen. Was die Zentralanstalt alles erfassen sollte, war nicht von Anfang an stabil definiert, sondern Gegenstand eines längerfristigen Aushandlungsprozesses. In den ersten fünf Jahrzehnten nach der Gründung verloren phänologische Beobachtungen an Bedeutung, zahlreiche andere Beobachtungen dagegen kamen zum Basisprogramm dazu. Ein Blick in den 50. Jahrgang der *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt* von 1913 zeigt: Fast ebenso viel Raum wie die Zusammenstellungen der Daten aus dem 1863 eingerichteten Beobachtungsnetz nahmen ergänzende Beobachtungen ein. Darunter fielen Erdbebenbeobachtungen, Aufzeichnungen verschiedener autografischer Apparate, Niederschlagsmessungen, Gewitterberichte und Beobachtungen mit unbemannten Ballonen.³⁷ Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt zog also ihren Aufgabenkreis immer weiter. Meistens tat sie dies aus eigener Initiative, im Fall der Erdbebenbeobachtungen wurde sie vom Bundesrat dazu gedrängt. Wie bei den Aufzeichnungen der ursprünglichen meteorologischen Beobachtungsstationen strebte die Zentralanstalt auch bei den ergänzenden Beobachtungen eine möglichst langfristige Erfassung an. Damit waren etwa die zusätzlichen Niederschlags- oder Gewitterbeobachtungen nicht als Kurzzeitprojekte konzipiert, sondern als permanente Programme innerhalb eines vergrösserten Tätigkeitsbereichs.

Beobachtungskontinuität als Ziel

Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt bezeichnete ihren laufend anwachsenden Bestand an Beobachtungstabellen als Archiv.³⁸ In den 1860er-Jahren war manchmal sogar der Begriff «Centralarchiv» für die Zentralanstalt als Ganzes verwendet worden.³⁹ Die Bedeutung solcher Einrichtungen mit Archiv-

36 Zum Übergang an die ETH siehe *Botschaft des Bundesrates* 1956, S. 1210.

37 Siehe zu den Niederschlagsmessungen Kapitel 7, zu den Gewitterberichten Kapitel 9 und zu den Beobachtungen mit unbemannten Ballonen das Kapitel 5.

38 Die Angestellten sortierten die aktuellen Tabellen in Fächern und banden die älteren zu Büchern zusammen. Siehe Billwiller 1890 (1891), S. VI.

39 Mousson 1863b, S. 112.

funktion ist bislang wenig erforscht.⁴⁰ Lorraine Daston betont, die stereotype Gegenüberstellung von geschichtsbewusster Geisteswissenschaft und ahistorischer Naturwissenschaft sei verkürzend.⁴¹ Vielmehr hätten viele Naturwissenschaftszweige Dokumentationssysteme entwickelt, um Informationen – in erster Linie Daten – langfristig aufzubewahren. Dementsprechend habe das Archivieren von Informationen einen entscheidenden Anteil in der jeweiligen Wissensproduktion. Neben der Meteorologie verweist Daston auch auf Disziplinen wie die Astronomie, Geologie oder Paläontologie, bei denen das Archivieren von Informationen ebenfalls eine zentrale Rolle spielte. Solche «Sciences of the Archive» kennzeichnen sich laut Daston dadurch, dass sie das Sammeln, Sortieren, Klassifizieren und Aufbewahren als kollektives Unterfangen organisieren.⁴² Dabei würden die gegenwärtigen Praktiken nicht nur mit der Vergangenheit, sondern auch mit der Zukunft verbunden.

Dieses generationenübergreifende Konzept der «Sciences of the Archive» manifestierte sich in der Meteorologie sehr deutlich. Daten wurden für eine Forschungsgemeinschaft aufbewahrt, die man als überzeitlich begriff. Damit künftige Wissenschaftler die Messreihen dereinst nutzen konnten, war es entscheidend, für möglichst unveränderte Messbedingungen zu sorgen. Die Beobachtungen sollten nicht nur in synchroner, sondern auch in diachroner Perspektive vergleichbar sein. Für die Wissensproduktion der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt gilt zudem, was Hans-Jörg Rheinberger für die biologische Laborforschung des 20. Jahrhunderts festgestellt hat: «Technische Konstruktionen sind im Prinzip darauf angelegt, Gegenwart zu sichern.»⁴³ Laut dem Wissenschaftshistoriker bestimmten technische Dinge wie Instrumente nicht nur «den Horizont und die Grenzen» von Untersuchungen, sondern entfalteten als stabilisierender Rahmen auch eine konservative Wirkung.⁴⁴ Die 1863 in der Schweiz eingerichtete Messinfrastruktur war für die folgenden Jahrzehnte stark verbindlich, zumal die Zentralanstalt die langzeitige Beständigkeit hoch priorisierte. Vor diesem Hintergrund sah der erste Leiter der Zentralanstalt, Rudolf Wolf, die Verstaatlichung seiner Institution im Jahr 1881 vor allem als Chance, die Da-

40 Pionierhaften Charakter in der Geschichte naturwissenschaftlicher Informationsaufbewahrung haben die Arbeiten, die ihm Rahmen des 2010–2017 am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin verfolgten Projekts zu «The Sciences of the Archive» unter der Beteiligung von Lorraine Daston, Elena Aronova, Christine Oertzen, David Sepkoski und Fernando Vidal entstanden sind. Siehe Daston 2017; Aronova/Sepkoski/von Oertzen 2017.

41 Daston 2012, S. 156.

42 Ebd., S. 162.

43 Rheinberger 2001, S. 29.

44 Ebd., S. 25. Rheinberger unterscheidet zwischen epistemischen Dingen als Gegenstand der Forschung im engeren Sinn und technischen Dingen wie Instrumenten, Apparaturen, Materialien. Siehe Rheinberger 2001, S. 24–30.

tenerhebung längerfristig zu verankern, die Wetterbeobachtung institutionell auf Kontinuität zu stellen. Er schrieb rückblickend, mit der bundesstaatlichen Übernahme seien die meteorologischen Beobachtungen «für alle Zeiten gesichert» worden.⁴⁵ Allerdings war es für die Zentralanstalt auch als amtliche Stelle schwierig, die Beobachtungen unverändert aufrechtzuerhalten. Zum einen hatte sie Mühe, die Beobachter «in Athem» zu erhalten.⁴⁶ Zum anderen stellte auch die Kontinuität der Instrumente und Methoden eine grosse Herausforderung dar. Jede Anpassung der anfangs eingerichteten Konstellation brachte Auswertungsnachteile mit sich, weil sie die Homogenität der Beobachtungsreihen störte. Die Bemühungen, die Verfahren der Wetterbeobachtung unverändert beizubehalten, zeigen sich besonders deutlich im Umgang mit verschiedenen Zeitsystemen. 1863 hatte die Schweizerische Meteorologische Kommission festgelegt, dass sich die Beobachter an die mittlere Lokalzeit ihres Wohnorts halten sollten.⁴⁷ In den 1860er-Jahren richteten sich die meisten in der Schweiz lebenden Menschen jedoch nicht mehr nach den Lokalzeiten, sondern nach der sogenannten Berner Zeit, die seit 1853 schweizweit für Post und Telegrafie galt.⁴⁸ De facto war die Berner Zeit im ganzen Land zum gebräuchlichsten Zeitsystem geworden. Daher war es für die meisten Beobachter mühsam, dass die Messzeiten nicht der Berner Zeit entsprachen. Stattdessen mussten sie ihre Uhren nach der jeweiligen Lokalzeit stellen, die je nach geografischer Lage der Station bis zu 12 Minuten von der Berner Zeit abwich.⁴⁹ Das war schwierig durchzusetzen. Deshalb entschied sich die Meteorologische Zentralanstalt in den 1890er-Jahren dafür, doch zur Berner Zeit überzugehen.⁵⁰ Dadurch verschoben sich die Zeitpunkte der Morgen-, Mittag- und Abendbeobachtungen leicht. Doch weil die Differenz zwischen Lokalzeit und Berner Zeit maximal 12 Minuten betrug, erachtete die Meteorologische Zentralanstalt die Änderung als wissenschaftlich vertretbar.⁵¹ Die Zentralanstalt musste sich nicht nur zwischen den Lokalzeiten und der Berner Zeit entscheiden. Sie musste sich auch zum rasch expandierenden System der Zonenzeiten positionieren. 1884 hatte eine von 26 Staaten beschickte Konferenz den Greenwich-Meridian als Referenzlinie für 24 gleichmässig über die Erde verteilte Zeitzonen festgelegt.⁵² Die Grenze zwischen der mitteleuropäischen und der westeuropäischen Zeitzone verlief durch die Schweiz: Rund

45 Wolf 1891b, S. 25.

46 Schreiben Wolf an SNG, 27. 4. 1873 (BAR, E88 1000/1167, 157). Siehe dazu Kapitel 2.

47 Die mittlere Lokalzeit (auch «Ortszeit») orientierte sich am Tageslauf der Sonne. Siehe dazu Mousson 1864, S. 230.

48 Siehe zur Einführung der Berner Zeit: Messerli 1995, S. 76–78.

49 Mousson 1864, S. 231.

50 Billwiler 1893b, S. 4.

51 Ebd.; Billwiler 1894 (1896), S. VI.

52 *International Conference* 1884. Zur internationalen Bewegung zur Standardisierung von Zeit

zwei Drittel des schweizerischen Territoriums fielen auf die mitteleuropäische und ein Drittel auf die westeuropäische Zeitzone. Nachdem die Nachbarländer Österreich-Ungarn, Italien und das Deutsche Reich die mitteleuropäische Zeit eingeführt hatten, beschloss der Bundesrat 1894, das schweizerische Eisenbahn-, Post- und Telegrafiewesen ebenfalls der mitteleuropäischen Zeit anzupassen.⁵³ Im Vorfeld dieser Entscheidung gab es erheblichen Widerstand, vor allem aus der Westschweiz, wo viele einen Anschluss an die westeuropäische Zeit oder den Verbleib bei der Berner Zeit gefordert hatten.⁵⁴

Robert Billwiller lehnte als Direktor der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt das neue Zeitzonensystem ab. Für ihn stand ein neues Zeitrechnungssystem quer zum Prinzip, die meteorologischen Beobachtungstermine beizubehalten, um die Kontinuität der Messbedingungen zu sichern. Dabei konnte er sich auf einen Beschluss der internationalen Konferenz von 1891 berufen, an der die Direktoren der meteorologischen Dienste entschieden hatten, ihre Beobachtungsnetze nicht an die Zonenzeiten anzupassen.⁵⁵ Billwiller argumentierte, dass sich die Beobachtungszeiten nach wie vor nach der Berner Zeit richten müssten: Erstens sei diese näher am astronomischen Tagesverlauf, und zweitens wären im neuen Zeitsystem zur bisherigen Uhrzeit angestellte Beobachtungen nicht mit den früher gewonnenen Mittelwerten vergleichbar.⁵⁶ Billwiller propagierte seinen Standpunkt in mehreren Zeitungsartikeln und sammelte im Herbst 1893 Unterschriften für eine Petition gegen die Einführung der mitteleuropäischen Zeit.⁵⁷ Allerdings sprachen sich die Eisenbahngesellschaften und die meisten Bundesdepartemente für das neue System aus. Deshalb beschloss der Bundesrat im Dezember 1893, dass im öffentlichen Verkehr

und insbesondere zu den Versuchen von Kolonialmächten, ihre Zeitordnung in den beherrschten Territorien durchzusetzen, siehe Ogle 2013.

53 Zur Einführung der mitteleuropäischen Zeit in der Schweiz siehe Messerli 1995, S. 83–86; Ulrich 2016. Frankreich richtete sich bis 1911 an den Pariser Meridian, dem letzten Endes unterliegenden Konkurrenten des Meridians von Greenwich.

54 Tanner 2015, S. 94.

55 Erk 1891, S. 465; Wild 1893, S. 31.

56 Im alten System galt für die Schweiz die mittlere Ortszeit von Bern, im neuen die mittlere Ortszeit des 15. Längengrades, der mehr als 500 Kilometer östlich von Bern verlief. Deswegen wich das neue Zonensystem stärker von der Sonnenzeit ab, das heisst, ihre Mittagsstunde war weiter vom Sonnenhöchststand entfernt. Siehe Billwillers Argumentation in Billwiller 1894 (1896), S. VI; «Cirkular an die sämtlichen Herren Beobachter der schweiz. meteorologischen Stationen betreffend die mitteleuropäische Zeit», 15. 5. 1894 (BAR E 3180-01 2005/90, 336).

57 Siehe den mit «Direktor Billwiller» unterzeichneten Artikel in der Neuen Zürcher Zeitung: Billwiller 1891. Darin argumentierte Billwiller, die Zonenzeit gefährde die «Erhaltung des naturgemäßen Zustandes fundamentaler Lebenseinrichtungen». Zur Petition, die im Kanton Waadt lanciert worden war und für die Billwiller 110 Unterschriften eingesandt hatte, siehe Schreiben des Post- & Eisenbahndepartement an den Bundesrat, 5. 12. 1893 (BAR, E88 1000/1167, 22). Ich danke Mathias Ulrich für den Hinweis auf diese Quelle.

die mitteleuropäische Zeit die einzig gültige sei.⁵⁸ Kurz vor der Umstellung per 1. Juni 1894 folgte der Entscheid, dass sich die gesamte Bundesverwaltung nach der neuen Zeit zu richten habe.⁵⁹

Nachdem die Einführung der mitteleuropäischen Zeit bei den Bundesbehörden beschlossene Sache war, versuchte Billwiller, für die Meteorologische Zentralanstalt eine Ausnahme zu erwirken. Sein Antrag, das Beobachtungsnetz vom Geltungsbereich der mitteleuropäischen Zeit auszunehmen, wurde im September 1894 bewilligt.⁶⁰ Somit machten die Beobachter ihre Aufzeichnungen nach wie vor um 7, 13 und 21 Uhr Berner Zeit.⁶¹ Umgerechnet auf das neue Zeitsystem, das 30 Minuten von der Berner Zeit abwich, lauteten die Termine 7.30, 13.30 und 21.30 Uhr.⁶² Für die meisten Beobachter war die 30-minütige Verschiebung nicht problematisch, was sich daran zeigt, dass 1894 nicht plötzlich mehr Beobachter ihre Tätigkeit aufgaben.⁶³ 1917 drohten die Uhrzeiten für die Beobachtungen allerdings nochmals nach hinten zu rücken. Mit der zur Diskussion stehenden Einführung einer Sommerzeit hätten die Stationsinhaber abends noch um 22.30 Uhr beobachten müssen. Die Meteorologische Zentralanstalt erachtete dies als nicht zumutbar und war erleichtert, als der Bundesrat die Sommerzeit schliesslich ablehnte.⁶⁴ Erst ab 1981 wurden in der Schweiz die Uhren während

58 Die eidgenössischen Räte hatten die Entscheidungskompetenz in dieser Frage dem Bundesrat überlassen. Zum Beschluss siehe *Kreisschreiben des Bundesrates* 1893.

59 *Aus den Verhandlungen des schweiz. Bundesrates* 1894.

60 Siehe zur Ausnahmbewilligung: Schreiben des EDI an Bundesrat, 18. 9. 1894 (BAR, E88 1000/2267, 22). Ich danke Mathias Ulrich für den Hinweis auf diese Quelle.

61 Siehe das Protokoll der Bundesratssitzung vom 18. 9. 1894 (BAR, E1004.1, Bd. 178); *Bericht des Bundesrates* 1895, S. 542.

62 Die schnelle Durchsetzung der mitteleuropäischen Zeit im Alltagsleben veranlasste die Zentralanstalt dazu, in den Tabellen, die sie den Beobachtern aushändigte, auf mitteleuropäische Zeitangaben umzustellen. So sollte vermieden werden, dass vor lauter Verwirrung über die geltenden Systeme zur falschen Zeit beobachtet würde. Von der Zentralanstalt wurden die Zeitangaben jedoch wieder in die Berner Zeit transformiert. Das heisst, auf den Formularen stand zum Beispiel 7.30 Uhr, in den Annalen 7 Uhr. 1911 wurde die mitteleuropäische Zeit schliesslich auch in den Annalen übernommen. Siehe Maurer 1911 (1912), S. VI.

63 Weil sich die Arbeits- und Geschäftszeiten schnell der mitteleuropäischen Zeit anpassten, musste die Meteorologische Zentralanstalt in Kauf nehmen, dass die Beobachtungszeitpunkte für Berufstätige nun ungünstiger lagen. Bei der Gründung des Beobachtungsnetzes hatte die Meteorologische Kommission speziell darauf geachtet, Termine zu wählen, die sich mit der «Einrichtung des bürgerlichen Lebens» vereinbaren liessen. Siehe Mousson 1862a, S. 492; Mousson 1864, S. 230. Nachdem sich die Uhrzeiten 1894 um 30 Minuten verschoben hatten, drohten sie 1917 mit der zur Diskussion stehenden Sommerzeit nochmals eine zusätzliche Stunde nach hinten zu rücken. Die Meteorologische Zentralanstalt schrieb an den Bundesrat, es könne ihren Stationsinhabern nicht zugemutet werden, noch um 22.30 zu beobachten. Der Bundesrat lehnte die Sommerzeit schliesslich ab, wofür aber andere Gründe als die Befürchtungen der Zentralanstalt massgeblich gewesen waren. Siehe Messerli 1995, S. 104.

64 Siehe Messerli 1995, S. 104.

der Sommermonate um eine Stunde zurückgestellt, was für das inzwischen automatisierte Messnetz keine grosse Schwierigkeit mehr darstellte.

Obwohl es der Meteorologischen Zentralanstalt gelang, die Beobachtungszeiten beizubehalten, kam es dennoch immer wieder zu Veränderungen in den Messbedingungen: Instrumente wurden ausgewechselt, ihre Positionen verändert oder ganze Stationen an neue Standorte verschoben.⁶⁵ Das Kontinuitätsprinzip liess sich also nicht absolut umsetzen. Dadurch veränderten sich die Messbedingungen der Beobachtungsreihen. Um dennoch Aussagen zu langjährigen Trends machen zu können, entwickelten Klimatologen im 20. Jahrhundert ein Homogenisierungsverfahren, mit dem sie Daten von verschiedenen Einflüssen «bereinigen» konnten.⁶⁶

Verweise auf den Wert langjähriger Messreihen waren eine zentrale Legitimationsstrategie der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. Sie rechtfertigten die Aufrechterhaltung der 1863 eingerichteten Stationen. In einem 1914 publizierten Text zur Entwicklung des «meteorologischen Landesdienstes» schrieb der Zentralanstaltsdirektor Julius Maurer, der eigentliche Wert der aktuellen Beobachtungen werde sich erst in ferner Zukunft offenbaren: «Unsern Nachfolgern wird es erst vorenthalten bleiben, aus jenen kostbaren Beobachtungsreihen, wenn sie einmal Hunderte von Jahren ununterbrochen weitergeführt worden sind, für die Allgemeinheit und die Volkswirtschaft insbesondere den wahren Nutzen zu ziehen.»⁶⁷ Demnach waren Daten nicht notwendigerweise bereits zum Zeitpunkt ihrer Erhebung bedeutsam, sondern sie wurden im Voraus erhoben zur zukünftigen Auswertung. Maurer versprach, dass sich die gegenwärtigen Anstrengungen auf lange Sicht auszahlen würden. Das Argument einer zukünftigen Bedeutsamkeit verwendeten meteorologische Sammelstellen auch, um dem Vorwurf zu begegnen, es werde zu viel beobachtet. Kritiker bemängelten, man schwelge «in einem Wust von überflüssigen Zahlen».⁶⁸ Der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt gelang es, solche Anschuldigungen ins Abseits zu schieben, zumindest auf der Ebene der bundesstaatlichen Politik. Die Fortführung ihrer Datenerhebung im 1863 festgelegten Umfang wurde auch in Phasen des Spardrucks – wie in den Jahren während und kurz nach dem Ersten Weltkrieg – nicht grundsätzlich infrage gestellt.⁶⁹

65 Zum Beispiel wurde ab den 1890er-Jahren sukzessive eine neue Art der Instrumentenaufstellung für die Temperaturmessung – in einer separaten Hütte statt an der Nord- oder Nordwestwand des Hauses – eingeführt. Siehe Schüepf 1980, S. 192.

66 Besonders wichtig dabei sind Metadaten, die über den Standort, die Instrumente, den Betrieb und die Datenverarbeitung informieren. Zu den Verfahren von MeteoSchweiz siehe Bosshard 1996; Baudenbacher 1997.

67 Maurer 1914a, S. 26.

68 Hann 1878, S. 121. Siehe dazu auch Trabert 1912.

69 Zum Spardruck siehe Protokoll der Sitzung der schweizerischen meteorologischen Kommis-

Klima als Statistik des Wetters

Aus dem 1863 eingerichteten Beobachtungsnetz wurden pro Jahr über 1000 Monatstabellen an die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt gesandt. Tabellen waren in der Meteorologie des 19. Jahrhunderts die gängige Form, um Daten zu strukturieren.⁷⁰ Das tabellarische Ordnen von Beobachtungen und Zeitangaben machte es möglich, statistische Werte zu ermitteln und so aus Wetterdaten Klimadaten zu erzeugen. Methoden der Statistik anzuwenden, bedeutete in der Meteorologie in erster Linie, arithmetische Mittel für verschiedene Zeitspannen zu berechnen.⁷¹ Auch die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt nutzte statistische Methoden vorwiegend dazu, einfache Durchschnittswerte zu ermitteln. Daneben bestimmte sie auch Häufigkeiten, beispielsweise von Niederschlagstagen, sowie Extremwerte wie die tiefste und höchste Temperatur eines Monats. Für ausgewählte Stationen berechnete die Zentralanstalt zudem, wie stark die Resultate jeweils von ihren langjährigen Mittelwerten abwichen.⁷² Die statistische Methode hatte in der Meteorologie keineswegs nur den Zweck, die Beobachtungsergebnisse übersichtlich darzustellen, damit diese einfacher nutzbar waren. Vielmehr erhofften sich die auf dem Fachgebiet tätigen Wissenschaftler, mithilfe der Statistik neue Erkenntnisse zu gewinnen.⁷³ Ihre Anstrengungen waren von der Überzeugung geprägt, dass hinter der scheinbaren Regellosigkeit des Wetters eine Ordnung existierte. Wenn man eine genügend grosse Menge an Beobachtungen systematisch auswertete, würden sich – so die Vorstellung – noch unbekannte Gesetzmässigkeiten zu verschiedenen Einflussfaktoren auffinden lassen.

Die statistische Methodik schlug sich auch in der Vorstellung nieder, was überhaupt unter dem Wort «Klima» zu verstehen sei. Der Klimabegriff hatte sich im Laufe der Jahrhunderte immer wieder verändert. Ursprünglich war in der antiken Geografie mit κλίμα – wörtlich «Neigung» – die Position eines Ortes auf der Erdkugel gemeint gewesen.⁷⁴ Den Wandlungen des Begriffs hat sich die his-

sion, 17. 7. 1915 (BAR, E3001-01 2004/492, 267).

70 Zur Tabelle als Verarbeitungsparadigma siehe Krajewski 2007.

71 Zur Geschichte statistischer Methoden in der Wetterforschung bis 1880 siehe Sheynin 1984.

72 Robert Billwiller publizierte 1873 in der Meteorologischen Zeitschrift die Abweichungen vom zehnjährigen Mittel für Luftdruck, relative Feuchtigkeit, Bewölkung und Niederschlag. Siehe Billwiller 1873 (1875), S. IXX.

73 Die Einführung arithmetischer Mittel wurde sogar oft als wichtigster methodischer Fortschritt für die Klimatologie bezeichnet. Wladimir Köppen, der später eine globale Klimaklassifikation publizierte, schrieb beispielsweise in den 1870er-Jahren, mit der Statistik erhalte man eine «Handhabe», um sich in der «unendlichen Komplikation der Witterungs-Erscheinungen» zurechtzufinden. Siehe Köppen 1874, S. 3.

74 Fressoiz/Locher 2010.

torische Forschung in jüngster Zeit vermehrt zugewandt.⁷⁵ Die wichtigste Veränderung, die der wissenschaftliche Klimabegriff im 19. Jahrhundert erfuhr, war sein Übergang von etwas konkret Spürbarem zu einer abstrakten Grösse. Veranschaulichen lässt sich dies mit zwei Definitionen. Die erste stammt vom 1769 geborenen Alexander von Humboldt, der sich als Universalgelehrter auch mit dem Klima auseinandersetzte.⁷⁶ 1845 beschrieb er dieses als «alle Veränderungen der Atmosphäre, die unsere Organe merklich afficiren».⁷⁷ Der Klimabegriff begründete sich bei von Humboldt also aus der Erfahrbarkeit atmosphärischer Phänomene. In der zweiten Definition von Julius Hann aus dem Jahr 1883 fehlt dieser explizite Bezug zum menschlichen Organismus: «[W]ir verstehen unter einer Darstellung des Klimas die Schilderung des mittleren Zustandes der Atmosphäre.»⁷⁸ In dieser Fassung beruhte Klima hauptsächlich auf quantitativem Material. Damit war der Klimabegriff nicht mehr unmittelbar mit einer konkreten Wahrnehmung verbunden, sondern stand für eine abstrakte Statistik des Wetters. Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurde diese Vorstellung durch Konstrukte wie die globale Temperatur zusätzlich verstärkt.⁷⁹

Mit der Charakterisierung von Klima als Durchschnitt von Temperaturen, Niederschlägen und anderen messbaren Parametern war noch nicht geklärt, für wie lange Zeitperioden diese statistischen Werte ermittelt werden sollten. Robert Billwiller, von 1881 bis 1905 Direktor der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, war der Ansicht, dass Lufttemperaturen mindestens während 30 Jahren beobachtet werden mussten, damit die Mittelwerte innerhalb akzeptabler Fehlergrenzen liegen würden.⁸⁰ Auch für die ebenfalls sehr variablen Niederschläge galt ihm zufolge der Grundsatz: je länger die Beobachtungsperiode, desto besser. Allerdings stand Billwiller vor dem Problem, dass nur sehr wenige der 1863 begonnenen Messreihen auch wirklich durchgängig waren. Von 1863 bis 1900 beobachteten nur gerade 30 Stationen ununterbrochen.⁸¹ Die Meteo-

75 Zu nennen sind hier besonders: Heymann 2009; Fleming/Janković 2011; Locher/Fressoz 2012; Fressoz/Locher 2015; Fleming 2015; Hulme 2015; Mauelshagen 2016; Fressoz/Locher 2019 (im Erscheinen).

76 Ab 1817 publizierte Alexander von Humboldt zahlreiche Schriften über Luftdruckschwankungen, globale Temperaturunterschiede oder die Zusammensetzung der Atmosphäre. Siehe Strobl 2019 (im Erscheinen).

77 Siehe die Definition in *Kosmos*: von Humboldt 1845, S. 340.

78 Hann 1883, S. 1.

79 Zum Wandel des Klimabegriffs im 20. Jahrhundert siehe Heymann 2009.

80 Siehe Billwillers Ausführungen in Protokoll über die Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 23. 11. 1895 (BAR, E88 1000/1167, 96). Julius Hann präsentierte 1901 in seinem *Lehrbuch der Meteorologie* eine Formel, mit der sich Fehlergrenzen schnell berechnen liessen. Er empfahl je nach Klimagebiet und je nach Veränderlichkeit der Monatsmittel unterschiedlich lange minimale Beobachtungsperioden. Siehe Hann 1901, S. 106–108.

81 Insgesamt waren in diesem Zeitraum 183 Stationen in Betrieb gewesen. Siehe Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 63 und zudem das Verzeichnis der Stationen S. 12–17.

rologische Zentralanstalt fand aber einen Weg, um auch Beobachtungsreihen mit kürzeren Laufzeiten für die Bestimmung von Mittelwerten verwenden zu können. Wie auch in anderen meteorologischen Beobachtungsnetzen üblich, ergänzte sie Lücken und fehlende Jahrgänge durch Interpolation. Dieses Verfahren gründete auf der Feststellung, dass sich die Jahressummen nahe gelegener Stationen relativ konstant zueinander verhielten. Aus einer kurzen gleichzeitigen Messperiode konnte daher eine Proportion ermittelt werden, mit der sich fehlende Einzelwerte oder ganze Jahresmittelwerte unvollständiger Reihen errechnen liessen.⁸² Da aber die internationalen Meteorologenkongresse keine einheitlichen Referenzperioden definierten, waren Mittelwerte aus verschiedenen Beobachtungsnetzen nur vergleichbar, wenn man aufwendige Rechnungsarbeiten in Kauf nahm.⁸³ Erst 1935 einigte sich die Internationale Meteorologische Direktorenkonferenz auf 30-jährige Mittelwerte.⁸⁴

Mit den Statistiken veränderte sich nicht nur die Klimavorstellung, sondern auch die Wahrnehmung des Wetters. Langjährige Mittelwerte standen in Kontrast zu dessen Zufälligkeit, weil sie den Vergleichsrahmen zeitlich ausweiteten. Klimatologisch beurteilt wurden sowohl augenblickliche Wetterzustände als auch Witterungsverläufe über mehrere Monate hinweg. Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt informierte in ihren Jahresbänden jeweils über die Abweichung der aktuellen Monats- und Jahresmittelwerte von langjährigen Mittelwerten, die als Normalwerte aufgefasst wurden.⁸⁵ So entstanden Aussagen wie «Die Temperatur des September[s] 1895 war demnach um 4.0° zu hoch» oder «In Zürich fiel nur 64 % der normalen Jahresmenge».⁸⁶ Ein weiteres Beispiel ist eine Statistik zu Trockenperioden. Robert Billwiller erstellte sie im Frühling 1893 nach 45 aufeinanderfolgenden Tagen ohne Niederschlag.⁸⁷ Seiner Tabelle war zu entnehmen, dass es während der vergangenen 30 Jahre in Zürich 66-mal eine 14-tägige Periode ohne Niederschlag gegeben hatte, jedoch noch keinen Fall einer 45-tägigen Trockenzeit.

Wie die statistische Auswertung meteorologischer Beobachtungen die wissenschaftliche Sicht auf Wetterereignisse veränderte, lässt sich besonders klar an der Diskussion um die sogenannten Eisheiligen zeigen. Als solche bezeichnet wurden die vier aufeinanderfolgenden Gedenktage der christlichen Heiligen Pankra-

82 Zu diesem Verfahren siehe Brämer 1891. Spezifisch zu Regenmengen siehe Hann 1898.

83 Siehe dazu Köppen 1873c.

84 Das Konzept 30-jähriger Mittelwerte etablierte sich in den nachfolgenden Jahrzehnten. Auf die erste Periode 1901–1930 folgten die Perioden 1931–1960, 1961–1990 und 1991–2020. Siehe dazu Heymann 2009, S. 172.

85 Zur Betrachtung langjähriger Mittel als Normalwerte siehe zum Beispiel Billwiller 1873 (1875), S. IXX.

86 Billwiller 1895, S. 471; Maurer 1911 (1912), S. 11.

87 Billwiller 1893a.

tius, Servatius, Bonifatius und Sophie vom 12. bis 15. Mai.⁸⁸ Seit dem Mittelalter existierte eine Bauernregel, die vor Kälteeinbrüchen an diesen Tagen warnte. Frost im Mai konnte viel Schaden an jungen Trieben anrichten und sich damit verheerend auf die landwirtschaftlichen Erträge auswirken. Dementsprechend war Wissen über Kälterückfälle für Landwirte sehr bedeutsam. Die Bauernregel zu den Eisheiligen basierte auf jahrhundertealten Erfahrungswerten, die in Reimen überliefert wurden. Durch den verbreiteten Glauben an die kalendergebundene Regel sahen sich viele Meteorologen herausgefordert, da die volkstümliche Überzeugung mit ihrer naturwissenschaftlichen Herangehensweise konkurrierte. Allerdings tat die Wissenschaft Bauernregeln wie diejenige zu den Eisheiligen nicht schlichtweg als Aberglaube ab. Zum Beispiel rechnete der Lausanner Professor Charles Dufour, der während vieler Jahre Mitglied der Meteorologischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und anschliessend der Eidgenössischen Meteorologischen Kommission war, den auf bäuerlichem Erfahrungswissen beruhenden Wetterregeln einen wahren Kern zu.⁸⁹ Auch der Zentralanstaltsdirektor Robert Billwiller schloss nicht aus, dass ihnen eine «gewisse Wahrheit» zugrunde lag.⁹⁰ Er und seine Fachkollegen hatten aber den Anspruch, die den Eisheiligen nachgesagte erhöhte Frostgefahr statistisch zu überprüfen. Dies sollte – wie es Billwiller ausdrückte – nach Prinzipien der «exacten, inductiven Methode» geschehen.⁹¹

Bereits in den 1850er-Jahren hatte der Berliner Meteorologe Heinrich Wilhelm Dove Temperaturwerte vieler Stationen zum Monat Mai zusammengetragen, um die Häufigkeit von Kälteeinbrüchen für die Tage der Eisheiligen zu berechnen.⁹² Er war zum Schluss gekommen, dass es während dieser Tage durchschnittlich nicht kälter sei als sonst im Mai. Damit hatte sich das Thema aber nicht erledigt. In den folgenden Jahrzehnten arbeiteten sich noch zahlreiche Meteorologen an der Frage ab, ob es an bestimmten Tagen eine erhöhte Frostgefahr gebe.⁹³ Neben dem Vergleich von Tagesmittelwerten analysierten einige Forscher auch die Minimaltemperaturen.⁹⁴ In beiden Fällen bevorzugte man lange Datenreihen, die

88 In einigen Regionen zählte bereits der 11. Mai, der Gedenktag Mamertus', zu den Eisheiligen. Zum Teil wurde der 15. Mai, der Gedenktag der Sophie, nicht mit berücksichtigt und dementsprechend auch von den «Eismännern» oder «gestrengen Herren» gesprochen. Französisch hiessen die Eisheiligen «saints de glace», italienisch «santi di ghiaccio». Zu in der Schweiz verbreiteten Bauernregeln siehe Hauser 1973. Eine geschichtliche Darstellung der Wetterregel zu den Eisheiligen bietet auch die Klimatologin Martine Rebetez. Siehe Rebetez 1986.

89 Dufour 1893, S. 316.

90 Billwiller 1884a, S. 245.

91 Ebd., S. 246.

92 Dove 1857.

93 Siehe die Literaturangaben zu Maifrösten in Hann 1906, S. 86.

94 Neben fünftägigen Temperaturmitteln, wie sie Dove berechnete, wurden auch eintägige verwendet. Zu Temperaturminima siehe zum Beispiel: Gautier/Duaimé 1903, S. 547.

von Stationen stammten, die bereits vor der Gründung staatlich finanzierter meteorologischer Beobachtungsnetze existiert hatten. Emile Plantamour vom Observatorium in Genf wertete beispielsweise die dortigen Maitemperaturen für den 50-jährigen Zeitraum 1826–1875 aus.⁹⁵ In den Temperaturdaten von Genf konnte er keine Anomalie für die Tage vom 10. bis 12. Mai feststellen. Für Zürich fertigte Robert Billwiller eine Statistik an, die ebenfalls keine Häufung von Kälterückfällen während der Tage der Eisheiligen zeigte.⁹⁶ Ausgehend von seinem Befund, dass es sich bei den Frostereignissen um lokale und nicht an bestimmte Tage gebundene Erscheinungen handle, hielt Billwiller zudem nichts von der in der Bevölkerung verbreiteten Erklärung, dass bestimmte Mondkonstellationen die Kälteeinbrüche auslösten.⁹⁷ Er schloss Einflüsse von ausserhalb der Erde als Ursache aus.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts herrschte innerhalb der meteorologischen Fachgemeinschaft breiter Konsens darüber, dass sich die Witterungsregel zu den Eisheiligen in den Messreihen nicht bestätige. Gemäss dem *Lehrbuch der Meteorologie*, das Julius Hann 1906 in zweiter Auflage publizierte, traten Kälterückfälle an den betreffenden Heiligtagen nicht häufiger auf, als statistisch zu erwarten war.⁹⁸ Ausserdem hielt das Lehrbuch fest, dass Temperaturen unter dem Gefrierpunkt in Mitteleuropa auch noch nach dem Tag der Kalten Sophie möglich seien. Mit ihren statistischen Methoden konnten die Meteorologen die Gefahr von Frösten während der sensibelsten Periode der Vegetationsentwicklung zwar nicht bannen, sie machten sie aber zu einem naturwissenschaftlich normalen Phänomen. Dieses galt es wissenschaftlich zu erklären. Dove hatte in den 1850er-Jahren sehr allgemein die «Bewegungen der Atmosphäre» als Ursache der Kälterückfälle im Mai angegeben.⁹⁹ Nachfolgende Beiträge differenzierten diese Erklärung aus, wobei sie sich auf den Faktor Luftdruck konzentrierten.¹⁰⁰ Daher spielten Wetterkarten, die für ein grosses Gebiet die gleichzeitigen Luft-

95 Plantamour 1876, S. 58. Regelmässige meteorologische Beobachtungen wurden in Genf seit 1760 angestellt und seit 1836 betrieb das dortige astronomische Observatorium eine eigene Station. Siehe Gautier 1843; Schüepp 1957.

96 Billwiller verwendete die April- und Maitemperaturen 1870–1882 und somit einen weitaus kürzeren Zeitraum als Plantamour. Siehe Billwiller 1882b.

97 Siehe den Bericht in der *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* über Billwillers Vortrag zu Kälterückfällen: Weilenmann 1877, S. 207 f. Zur Erklärung der Mainachtfroste mit Mondphasen siehe *Wetter und Ernte* 1874.

98 Hann 1906, S. 86. Zu einer Minderheitenposition wurde die Auffassung von Wilhelm Jacob van Bebbler von der Deutschen Seewarte, der in einer Analyse zum Schluss gekommen war, Kälterückfälle seien vom 10. bis 13. Mai häufiger. Siehe van Bebbler 1883. Er wurde kritisiert, dass seine Statistik nur neun Jahre umfasste. Siehe Billwiller 1884a.

99 Dove 1857, S. 192.

100 Siehe zum Beispiel Billwiller 1882b.

druckverhältnisse darstellten, eine entscheidende Rolle.¹⁰¹ Mit einer physikalischen Begründung aufzuwarten und nicht nur Tatsachen zu registrieren, war für das Selbstverständnis der Meteorologie wichtig. Sie nutzte die Popularität der Eisheiligen, um einen Expertenstatus in Wetterfragen geltend zu machen. Ob sich die wissenschaftliche Überprüfung von Bauernregeln auf die landwirtschaftliche Praxis auswirkte, ist aus schriftlichen Quellen heraus kaum fassbar. Bäuerliches Erfahrungswissen in der Wetterbeobachtung trat selten in direkte Auseinandersetzung mit dem Wissen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, weil es nicht in gleicher Weise formalisierbar war. Lokale Überzeugungen und tradierte Wetterbeobachtungsmethoden verschwanden nicht, aber durch die staatliche Institutionalisierung gewann die wissenschaftliche Herangehensweise an Autorität und an öffentlicher Sichtbarkeit.

Das nationale Klima darstellen

Der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt war 1863 die Aufgabe gestellt worden, Wetterbeobachtungen zu sammeln und zu publizieren, nicht aber eine wissenschaftliche Verarbeitung ihrer Daten vorzunehmen. Hingegen bildete sich ab den 1870er-Jahren ein Konsens darüber heraus, dass die Zentralanstalt die gesammelten Beobachtungsdaten in einer «Klimatologie der Schweiz» zusammenfassen sollte.¹⁰² Sowohl die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft als auch der Bundesrat formulierten den Wunsch nach einer solchen Gesamtdarstellung.¹⁰³ Sie einigten sich darauf, dass dies nach der Übernahme der Zentralanstalt durch den Bund sofort an die Hand genommen werden sollte. Im Reglement der per 1881 verstaatlichten Meteorologischen Zentralanstalt war die «Erstellung einer möglichst gründlichen Klimatologie der Schweiz» explizit als Aufgabe aufgeführt.¹⁰⁴ Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft förderte das Projekt, indem sie einen Preis für eine Arbeit ausschrieb, die das Beobachtungsmaterial bearbeiten und übersichtlich zusammenstellen würde.¹⁰⁵ Eine

101 Als Beispiel für die Analyse anhand synoptischer Wetterkarten siehe Bezold 1883.

102 Siehe Wolf/Billwiller 1880, S. 398.

103 Ihren letzten Bericht schloss die Meteorologische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft mit dem Wunsch, der zukünftig staatlichen Zentralanstalt möge die Verarbeitung des Beobachtungsmaterials «in eben demselben Maasse» gelingen wie zuvor das Sammeln. Siehe Wolf/Billwiller 1881, S. 106 f. Siehe zudem Wolf/Billwiller 1880, S. 398; *Neue Organisation* 1881; *Bundesbeschluss* 1881.

104 Reglement 1879 (1881), S. V.

105 Rüttimeyer/Mousson 1880.

solche Darstellung bezeichnete sie als «wahre Frucht» der seit 1863 laufenden meteorologischen Erhebung.¹⁰⁶

Robert Billwiller, den der Bundesrat 1881 als Direktor der Meteorologischen Zentralanstalt einsetzte, gab dem Projekt einer schweizerischen Klimabeschreibung eine hohe Priorität. Bereits 1882 legte er der neu aufgestellten Meteorologischen Kommission ein Konzept vor.¹⁰⁷ Bundesrat Carl Schenk, der diese Kommission als Vorsteher des Departements des Innern präsidierte, fragte Heinrich Wild um ein Gutachten an.¹⁰⁸ Wild war zwölf Jahre zuvor von Bern nach St. Petersburg berufen worden, wo er das russische Beobachtungsnetz reformiert hatte. Als Mitglied des Internationalen Meteorologischen Komitees reichte sein Ruf als Autorität weit über die Schweiz hinaus. Nachdem Wild das ihm vorgelegte Konzept für gut befunden hatte, wendeten die Angestellten der Zentralanstalt viel Zeit auf, um die Beobachtungen der Jahre 1863–1880 statistisch aufzubereiten. Dabei war menschliche Rechenkraft die entscheidende Ressource und seit der Verstaatlichung der Zentralanstalt vermehrt verfügbar. So konnte Billwiller 1884 ein Manuskript abschliessen, das er unter dem Titel «Grundzüge einer Klimatologie der Schweiz» bei der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft einreichte. Diese prämierte seine Arbeit mit 1200 Franken und rühmte sie als erfolgreichen Versuch, «aus dem Chaos der gesammelten brachliegenden Zahlen und Tabellen» klare Resultate abzuleiten.¹⁰⁹

Die Schweizerische Naturforschende Kommission bot an, die preisgekrönte Arbeit in ihrer Schriftenreihe zu publizieren.¹¹⁰ Der Bundesrat schrieb 1884 in einem Bericht, Billwillers Preisschrift werde «ohne Zweifel» im folgenden Jahr gedruckt.¹¹¹ Er ging mit der Naturforschenden Gesellschaft einig, dass der berücksichtigte 17-jährige Beobachtungszeitraum ausreiche, um das Klima der Schweiz «in allgemeinen Zügen» zu ermitteln.¹¹² Aber Billwiller zögerte. Er schob die Veröffentlichung immer wieder hinaus mit der Begründung, er wolle noch weitere Beobachtungsjahrgänge hinzufügen.¹¹³ 1893 auf die ausgebliebene Veröffentlichung angesprochen, erklärte Billwiller, er habe seine Arbeit nicht publiziert, weil die darin präsentierten 17-jährigen Mittelwerte keinen «Anspruch

106 Ebd., S. 70.

107 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 25. 11. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 96).

108 Siehe Wilds Gutachten «Bemerkungen zum Plan der Herstellung einer Klimatologie der Schweiz» vom 6. 9. 1882 in BAR, E 88 1000/1167, 120.

109 So entstehe ein «richtiges Bild über die verwickelten climatischen Erscheinungen der Schweiz». Siehe das Gutachten zu Billwillers Arbeit von Albert Mousson: Mousson 1884, S. 93.

110 *Rapport de la Commission* 1886, S. 111.

111 *Bericht des Bundesrathes* 1885, S. 51.

112 Ebd., S. 50; Mousson 1884, S. 92.

113 Siehe Billwiller 1884 (1885), S. VIII; Forel 1887, S. 81.

auf Normalwerte» hätten.¹¹⁴ Er arbeite nun aber an einer umfassenderen Darstellung, die sich auf einen mindestens 25-jährigen Zeitraum stützen sollte. Einen neuen Impuls erhielt dieses Projekt durch eine Preisausschreibung der Stiftung Schnyder von Wartensee zur «Förderung künstlerischer und wissenschaftlicher Arbeiten» im Jahr 1900.¹¹⁵ Die Aufgabe lautete, auf der Grundlage der Beobachtungen von 1863 bis 1900 eine Überblicksdarstellung zu erarbeiten. Der Zeitraum umfasste damit 37 Jahre. Billwillers Gesundheitszustand verschlechterte sich jedoch, und er starb 1905 im Alter von 56 Jahren, ohne dass er die Klimabeschreibung fertiggestellt hatte. Es war sein Nachfolger, Julius Maurer, der das Projekt zusammen mit Billwillers Sohn Robert übernahm und schliesslich bei der Stiftung Schnyder von Wartensee ein Manuskript einreichte.¹¹⁶

Die Arbeit von Maurer und Billwiller junior erschien in den Jahren 1909 und 1910 als zweibändige Monografie.¹¹⁷ Finanziert wurde die Publikation aus dem gestifteten Preisgeld und einem Zusatzkredit, den die Meteorologische Kommission via Bundesrat beim Parlament beantragt hatte.¹¹⁸ Für Julius Maurer lag der grösste Wert der schweizerischen Klimadarstellung in den «einheitlich reduzierten und in sich vergleichbaren Tabellen», die im zweiten Band abgedruckt waren.¹¹⁹ Das aufbereitete Datenmaterial sollte für Forscher eine umfangreiche Grundlage bieten, um klimatologische Fragen zu bearbeiten.¹²⁰ Auch für die textliche Darstellung im ersten Band waren zahlreiche monatliche oder jährliche Mittelwerte verwertet worden. Der 300-seitige Text war ein Versuch, die Verhältnisse zusammenfassend zu beschreiben. Maurer sprach von einer «Klimaschilderung».¹²¹ In einer allgemeinen Übersicht informierte er als Hauptautor über die gemessenen Grössen, die Beobachtungsumstände und Auswertungsmethoden. Den Hauptteil bildete anschliessend die «Klimabeschreibung der einzelnen Gebiete», wofür auch der Sohn des früheren Direktors, Robert Billwiller

114 Protokoll über die Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 3. 6. 1893 (BAR, E88 1000/1167, 96).

115 Das Preiskomitee bestand aus Heinrich Wild, Jakob Früh, Eduard Hagenbach-Bischoff und Henri Dufour, wovon die zwei Letzteren Mitglieder der Eidgenössischen Meteorologischen Kommission waren. Siehe *Naturwissenschaftliche Preisaufgabe* 1901. Die Stiftung wiederholte die Ausschreibung bis 1908 mehrmals.

116 Zu Robert Billwiller junior (1878–1969), der ab 1903 Assistent der Zentralanstalt war, siehe Kuhn 1969.

117 Maurer/Billwiller/Hess 1909 und Maurer/Billwiller/Hess 1910. Der als Koautor aufgeführte Clemens Hess war nicht von der Zentralanstalt angestellt, sondern war als Kantonsschullehrer in Frauenfeld tätig. Er steuerte den Anhang «Gewitter und Hagelschläge der Schweiz» bei.

118 Siehe Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission vom 16. 7. 1908 (BAR, E88 1000/1167, 96); Schreiben Hagenbach-Bischoff (Präsident der eidg. meteorologischen Kommission) an EDI, 31. 8. 1908 (BAR, E88 1000/1167, 100).

119 Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 10.

120 Ebd.

121 Maurer 1909b (1910), S. IV.

junior, drei Kapitel beisteuerte. Nach einem standardisierten Schema wurden für das Mittelland, den Jura und fünf Regionen des Alpengebiets je die Temperaturverhältnisse, die Besonderheiten bezüglich Luftfeuchtigkeit, Bewölkung und Sonnenschein, die Niederschläge und die Windverhältnisse besprochen.

Die Publikation einer schweizerischen Klimabeschreibung in den Anfangsjahren des 20. Jahrhunderts verdeutlicht, dass sich nationale Räume zu einem selbstverständlichen Erhebungsrahmen entwickelten.¹²² Voraussetzung dafür waren meteorologische Institutionen auf nationaler Ebene. Diese wurden von Staaten finanziert und hatten den Auftrag, Daten innerhalb deren Grenzen zu sammeln und zu publizieren. Als neue Einrichtungen im Verwaltungsapparat stärkten sie automatisch den Staatsbildungsprozess. An dieser Stelle interessiert, inwiefern nationale Datensammlungen und Klimabeschreibungen auch auf ideologischer Ebene das Nationskonzept festigten. Im europäischen Vergleich war *Das Klima der Schweiz* eine der ersten ausführlichen Darstellungen zu einem nationalen Raum. Die Autoren der schweizerischen Publikation nahmen Julius Hanns *Klimatographie von Oesterreich* als Vorbild.¹²³ Hann hatte als Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien eine neunbändige Reihe initiiert, in der ab 1904 die Klimaverhältnisse der cisleithanischen Kronländer beschrieben wurden.¹²⁴ Darstellungen wie *Das Klima der Schweiz* oder die österreichische Reihe vermittelten die Vorstellung, dass die darin berücksichtigten Gebiete eine Grundgesamtheit bildeten. Sie schufen einen Bezug zwischen den einzelnen Beobachtungen und einem grösseren Gebiet. Indem die staatlichen Institutionen lokale Verhältnisse dokumentierten, wurden die verschiedenen Beobachtungsorte in einen Zusammenhang integriert und somit Teil eines neu konstruierten, im vorliegenden Fall schweizerischen Klimas.

Die identitätsstiftende Funktion naturwissenschaftlicher Datensammlungen und Karten weist der Sammelband *The Nationalization of Scientific Knowledge in the Habsburg Empire* nach, den Mitchell Ash und Jan Surman herausgegeben haben.¹²⁵ Die beiden Wissenschaftshistoriker betonen in ihrer Einleitung, die Erschliessung naturbezogener Verhältnisse habe die Vorstellung befördert, dass Nationen «natürlich» determiniert seien. Oliver Zimmer und andere Histori-

122 Siehe generell zu den Bemühungen, den nationalen Raum als Bezugseinheit durchzusetzen: Haslinger 2005.

123 Hann wurde im Vorwort zitiert. Siehe Maurer 1909b (1910), S. III f.

124 Siehe den ersten Band zu Niederösterreich: Hann 1904. Die *Klimatographie von Oesterreich* war als monumentales Werk geplant, das ein detailliertes Bild der verschiedenen Teile des Königreichs geben sollte. Zur Funktion als imperiales Projekt siehe Surman 2009; Coen 2010, S. 842–845.

125 Ash/Surman 2012b. Zur Rolle von Naturwissenschaften in Nationalisierungsprozessen siehe auch Patriarca 1996; Jessen/Vogel 2002; Livingstone 2003, S. 124–134; Naylor 2005; Harrison/Johnson 2009.

ker sprechen diesbezüglich von einer Naturalisierung der Nation.¹²⁶ Auch klimatologische Beschreibungen trugen dazu bei, dass sich das Konstrukt Nation als natürliche Ordnung präsentieren konnte. Wie andere wissenschaftliche Erhebungen vermittelten sie den Eindruck eines natürlich zusammengehörenden Raumes. Dabei hatten besonders kartografische Darstellungen Anteil daran, die Nation dingfest zu machen. Karten, die das nationale Territorium abbildeten, wie beispielsweise die Regenkarte, die in *Das Klima der Schweiz* enthalten war, machten die Vorstellung der Nation kohärenter. Eine nationsbildende Wirkung war also existent, aber im Vergleich zu anderen Erzeugnissen wie die erste topografische Karte der Schweiz, die sogenannte Dufourkarte, versinnbildlichten sie die Nation weniger prägnant.¹²⁷ Zudem waren klimadeterministische Interpretationen der Nation in der Schweiz wenig verbreitet.¹²⁸ Die Idee, das Klima präge die «Volksseele», stiess auf wenig Resonanz. Einen Nationalcharakter in strenger Abhängigkeit des Klimas zu konstruieren, hätte denn auch Erklärungsnotwendigkeit erzeugt, was die augenscheinlichen Unterschiede innerhalb der territorialen Grenzen anbelangte.

Inwieweit umgekehrt der Einfluss der Nationsbildung im Bereich der Wetterbeobachtung und Wetterforschung reichte, ist schwierig zu bestimmen. Während Meteorologen oft und meistens unhinterfragt mit nationalen Kategorien arbeiteten, betonten sie gleichzeitig immer wieder, das Wetter mache nicht an Grenzpfählen halt.¹²⁹ Sowenig das nationale Strukturierungsprinzip problematisiert wurde, so wenig hielten sich die Meteorologen konsequent daran. Wie brüchig die Konstruktion nationaler Räume war, zeigt sich insbesondere bei der Kategorisierung der klimatischen Verhältnisse. Dabei wurden politische Gebietsbezeichnungen verwendet, aber auch staatliche Territorien verbunden, anstatt sie den Grenzen entsprechend zu separieren. Zum Beispiel fasste Julius Hann in seinem *Handbuch der Klimatologie* die nördliche Schweiz mit Teilen des Deutschen Reichs und Österreich-Ungarns unter die Bezeichnung «Mitteleuropa».¹³⁰ Dieses grosse Gebiet charakterisierte sich nach Hann durch den Übergang vom See- zum Kontinentalklima und wurde gegen Süden durch die Alpen abgegrenzt. Die südalpinen Gebiete der Schweiz lagen damit ausserhalb Mitteleuropas. Die Autoren von *Das Klima der Schweiz* übernahmen diese Ein-

126 Zimmer 1998, S. 638, 645. Siehe auch Jessen/Vogel 2002 und das laufende Projekt von Frank Uekötter und Andreas Gestrich zu «Natures, Nations, and Collective Memory».

127 Siehe Gugerli/Speich 2002.

128 Zum Klimadeterminismus siehe Boia 2005, S. 66–92. Siehe zudem Hulme 2011. Zum Verhältnis von Landschaft und nationaler Identität siehe Guldin 2014, S. 21–40. Zur Verbreitung eines geologischen, alpenbezogenen Determinismus siehe den Aufsatz von Georg Kreis zum Rasendiskurs in den 1930er-Jahren: Kreis 1992.

129 Sidler 1877, S. 18.

130 Hann 1883, S. 472.

teilung und bezeichneten den Kanton Tessin als mediterranes Gebiet mit einem «schon fast subtropischen Gepräge».¹³¹ Im Kapitel zum Alpensüdhang beschrieb Robert Billwiller junior die Wirkung der Alpen als «markante Klimascheide» und unterstrich, wie unterschiedlich die Verhältnisse zwischen der Nord- und der Südschweiz seien.¹³²

Ein Mitglied der Meteorologischen Kommission hatte bereits in der Anfangsphase des Projekts für eine Klimabeschreibung der Schweiz hervorgehoben, dass die Schweiz als Ganzes gefasst «ebensowenig ein Klima» wie «eine Sprache oder einen Volkscharakter» habe.¹³³ Auch in der schliesslich realisierten Publikation betonten die Autoren wiederholt die «außerordentlich mannigfaltige örtliche Färbung des Klimas».¹³⁴ Dies fiel auch den Lesern ins Auge. «Wie die Schweiz morphologisch keine Einheit darstellt, so ist auch ihr Klima kein einheitliches», lautete der erste Satz einer Rezension zu *Das Klima der Schweiz*.¹³⁵ Klimatische Vielfalt stand aber nicht im Widerspruch zum Konzept nationaler Einheit. Vielmehr liess sie sich an die voluntaristische Vorstellung der schweizerischen Nation anschliessen. Verschiedenheit passte zum Bild einer multiethnischen Föderation.¹³⁶ Sie machte es aber schwierig, die Verhältnisse zusammenfassend darzustellen. Der in den 1880er-Jahren von Billwiller senior entworfene «Plan für die zur Erstellung einer gründlichen Climatologie der Schweiz auszuführenden Arbeiten» hatte eigentlich eine Einteilung in sogenannte Bezirke vorgesehen – Regionen also, die durch besondere Klimaeigenschaften gekennzeichnet waren.¹³⁷ Diese regionale Differenzierung war jedoch ein schwieriges Unterfangen, weil die starken Lokaleinflüsse es oft verunmöglichten, dass Stationen als repräsentativ für eine weitere Umgebung gelten konnten. In der letztlich realisierten Darstellung von 1909/10 unterteilten die Autoren die Schweiz in nur drei Gebiete: Mittelland, Jura und Alpen. Damit lösten sie die Erwartung, klimatische Bezirke bestimmen zu können, nur sehr beschränkt ein.

Auffallend ist, wie viel Gewicht die nationale Klimadarstellung auf die Alpen legte. Das Kapitel zum Alpengebiet hatte einen doppelt so grossen Umfang wie die Beschreibungen des Mittellands und des Juras zusammen.¹³⁸ Einen klaren

131 Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 63.

132 Verfasser des Kapitels «Der Südhang der Alpen» war Robert Billwiller junior. Siehe Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 234.

133 Schreiben Hagenbach-Bischoff an EDI, 13. 6. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 120).

134 Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 63.

135 Bach 1910, S. 695.

136 Das Konzept der Einheit in Vielfalt findet sich auch in der Reihe *Klimatographie von Oesterreich*. Siehe den ersten Band: Hann 1904. Siehe dazu Coen 2010.

137 Plan für die zur Erstellung einer gründlichen Climatologie der Schweiz auszuführenden Arbeiten, 1881 (BAR, E88 1000/1167, 96).

138 Das grösste Gebiet, das Mittelland, reichte von den Alpen bis zum Jura, von Genf bis an den Bodensee. Die Autoren handelten es vergleichsweise kurz ab und unterstrichen die grosse

Fokus auf die Alpen lässt sich bereits bei den Organisatoren des schweizerischen Beobachtungsnetzes in den 1860er-Jahren ausmachen. Sie hatten viele Stationen in Lagen über 1000 Metern über Meer eingerichtet – trotz der Schwierigkeit, in dünn besiedelten Regionen Beobachter zu finden.¹³⁹ Diese Stationen wurden auch in den folgenden Jahrzehnten prioritär behandelt. Zudem konzentrierten die beiden Billwiller, Julius Maurer und auch Alfred de Quervain, der ab 1906 auf der Zentralanstalt arbeitete, ihre Forschungen auf alpine Wetterphänomene. Da die Bedingungen im Gebirge deutlich von den Normallagen abwichen, hatten die Alpen den Status eines wissenschaftlichen Prestigeobjekts. Mit ihrem Schwerpunkt auf den Alpen konnte die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt nicht nur bei Fachkollegen, sondern auch in der schweizerischen Öffentlichkeit auf Zustimmung hoffen, wo das Alpenmotiv als eine Form der nationalen Selbstversicherung präsent war. Julius Maurer bezeichnete die Schweiz sogar explizit als «Alpenland» und vernachlässigte damit den Jura und das Mittelland.¹⁴⁰ Mit solchen Darstellungen und der Alpenforschung insgesamt bestärkten er und seine Kollegen die alpine Selbstbeschreibung der Schweiz. Insofern hatte die Meteorologie in der Schweiz einen nationalideologischen Effekt. Das vermittelte Bild der Nation war insbesondere wegen seiner Wissenschaftlichkeit bedeutsam.

Ähnlichkeit mit ganz Mitteleuropa. Nicht mal 20 Seiten nahm die Beschreibung des Juras ein. Das Alpengebiet umfasste die Unterkapitel «Täler des Nordhanges», «Gipfelstationen», «Engadin», «Wallis» und «Südhang der Alpen». Siehe *Maurer/Billwiller/Hess 1909, ab S. 97.*

139 Dieses verfügte über viele Stationen in Lagen über 1000 Metern Höhe, trotz der Schwierigkeit, in dünn besiedelten Regionen Beobachter zu finden. 31 der anfänglich 88 Stationen lagen höher als 1000, 14 davon höher als 1500 und 5 sogar höher als 2000 Meter über Meer. Siehe die Höhenfolge der Stationen in Mousson 1864, S. 262–264.

140 Maurer/Billwiller/Hess 1909, zum Beispiel S. 65.

5 Die Erschliessung der dritten Dimension

Die klimatologischen Erhebungen des 19. Jahrhunderts waren darauf angelegt, möglichst flächendeckend Langzeitdaten zu sammeln. Internationale Meteorologenkongresse formulierten wiederholt das Ziel, Beobachtungen rund um die ganze Erde und insbesondere in wenig besiedelten Regionen zu fördern.¹ Parallel zu diesem klimatologischen Programm entwickelte sich innerhalb der Meteorologie ein grosses Interesse, die Datenerhebung auch in vertikaler Richtung auszudehnen. Theoretisch orientierte Meteorologen drängten darauf, Beobachtungen aus höheren Schichten der Atmosphäre zu sammeln. Von einer dreidimensionalen Erfassung des Wetters erhofften sie sich neue Erkenntnisse, die es ermöglichen würden, die Wettervorgänge besser zu erklären. Mit diesem Zugang war das Ziel verbunden, die Meteorologie stärker physikalisch auszurichten, das heisst, atmosphärische Dynamiken auf der Basis von Physik – genauer der Mechanik und Thermodynamik – zu untersuchen. Im Folgenden wird gezeigt, dass die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt versuchte, zur Erforschung der höheren Schichten der Atmosphäre beizutragen. Dabei soll erklärt werden, welche Argumentationen den Unterhalt eines Bergobservatoriums und den Einsatz von Ballonen ermöglichten, stabilisierten und weitertrieben. Zu berücksichtigen sind dabei auch die jeweiligen materiellen Konstellationen der technisch anspruchsvollen Messungen.

Das Kapitel beginnt mit einer Untersuchung der Strategien und Allianzen, mithilfe deren die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt gemeinsam mit der Meteorologischen Kommission 1882 ein Wetterbeobachtungsposten auf dem 2500 Meter hohen Säntis einrichten konnte. Die Entstehung dieser Station wird zum einen mit dem seit der Gründung der Zentralanstalt verfolgten Schwerpunkt der Alpenforschung erklärt, zum anderen mit dem Impuls, der von einer Resolution des internationalen Meteorologenkongresses im Jahr 1879 ausging. Weiter werden die bundesstaatliche Übernahme der Säntisstation und ihr Ausbau zu einem Observatorium in den Blick genommen. Dabei wird argumentiert, dass ein hoher Inszenierungsaufwand notwendig war, um den teuren Bau und Betrieb zu legitimieren. Die Zentralanstalt sah das Säntisobservatorium als Chance, sich wissenschaftlich zu entfalten, statt im «Mechanismus der statis-

¹ Siehe zum Beispiel die Deklaration des internationalen Meteorologenkongresses 1873 in Wien, es sei wünschenswert, in Nordpolargegenden und in Afrika meteorologische Stationen zu errichten: *Bericht über die Verhandlungen 1873*, S. 64.

tischen Zusammenstellung» aufzugehen.² Ähnlich national repräsentativ wie ein Bergobservatorium war das 1898 realisierte Projekt, die Alpen im Ballon zu überqueren. Die Fahrt – arrangiert als «systematischer Feldzug der Wissenschaft in die Lüfte» – war kein offizielles Unternehmen der Meteorologischen Zentralanstalt, aber ihr Assistent und späterer Direktor Julius Maurer flog mit.³ Untersucht werden soll, wie diese spektakuläre Datengewinnungsmethode begründet wurde. Schliesslich wird der Einsatz unbemannter Ballone durch die Meteorologische Zentralanstalt thematisiert. Ab 1903 beteiligte sich die Schweiz an internationalen Simultanaufstiegen mit sogenannten Registrierballonen, die automatisch aufzeichnende Messgeräte viel höher hinauftragen konnten als bemannte Flugfahrzeuge. Die Arbeit mit unbemannten Ballonen stärkte das Selbstverständnis der Zentralanstalt als Forschungseinrichtung.

Beobachten auf 2500 Metern über Meer

Als Anfang der 1860er-Jahre die neu gegründete Meteorologische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft ein landesweites Beobachtungsnetz aufbaute, legte sie den Fokus auf topografische Einflüsse. In ihrem ersten Bericht bezeichnete die Kommission das alpine Gebirge als meteorologischen «Centralknoten», der sich auf die Wetterverhältnisse in ganz Europa auswirkte.⁴ Dementsprechend lautete die Projektbestimmung: «Der Zweck des Unternehmens ist, den Einfluss eines Gebirgslandes, wie die Schweiz, auf die allgemeinen meteorologischen Verhältnisse Europas zu ermitteln.»⁵ Nach Ansicht der Meteorologischen Kommission war die Schweiz dazu berufen und auch dazu verpflichtet, die Alpen als Wetterfaktor zu erforschen.⁶ Für sie stellte die Schweiz ein ideales meteorologisches Untersuchungsgebiet dar. In der Folge wurden die Resultate aus dem schweizerischen Beobachtungsnetz jedoch kaum genutzt, um die Bedeutung der Alpen für grossräumige Wettersituationen zu bestimmen. Stattdessen dienten sie der Bearbeitung meteorologischer oder klimatologischer Fragen im Alpenraum selbst. Besonders der langjährige Zentralanstaltsdirektor Robert Billwiller konzentrierte sich in seinen wissenschaftlichen Arbeiten auf die Wetter- und Klimaverhältnisse der Alpen. Unter

2 Siehe die Wortmeldung Billwillers in Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission 12. 1. 1889 (BAR, E88 1000/1167, 96).

3 Siehe das Zitat in Heim 1899b, S. 10.

4 Mousson 1862a, S. 489.

5 Ebd., S. 498.

6 Siehe Mousson 1861, S. 92.

anderem widmete er dem Föhnphänomen viel Aufmerksamkeit.⁷ Die alpine Meteorologie und Klimatologie bildete sich in der Schweiz – wie auch in anderen zum Alpenraum gehörenden Ländern – als Forschungsschwerpunkt heraus.⁸ Die Beschäftigung mit den Alpen fungierte nicht nur als Charakteristikum einer «schweizerischen» Meteorologie, sondern wirkte gemeinsam mit der alpinen Forschung anderer Disziplinen als Verstärker von Identitätsdiskursen, die das Alpine als Wesensmerkmal der Nation darstellten.⁹

Der Alpenfokus der Meteorologischen Kommission manifestierte sich bereits bei der Verteilung der 88 Beobachtungsstationen von 1863 deutlich. Ein Drittel der Stationen wurde auf mehr als 1000 Metern, fünf davon sogar auf mehr als 2000 Metern über Meer eingerichtet.¹⁰ Damit begann – in den Worten des Wiener Meteorologen Julius Hanns – eine «systematische Ausbeutung» der Alpen für die Erforschung der Atmosphäre.¹¹ Die Erschliessung des Gebirges mit meteorologischen Beobachtungsstationen schloss an die in verschiedenen Wissenschaften verbreitete Idee an, die Alpen als natürliches Laboratorium zu nutzen.¹² In den folgenden Jahren arbeitete die Meteorologische Kommission darauf hin, das schweizerische Beobachtungsnetz noch stärker «nach der Höhe hin» zu vervollständigen.¹³ Von Anfang an verfolgte sie auch das Ziel, eine Bergstation mit selbst registrierenden, also automatisch aufzeichnenden Instrumenten zu betreiben.¹⁴ Die Gewinnung von Daten aus oberen Luftschichten stellte zunehmend ein zentrales Anliegen der meteorologischen Fachgemeinschaft dar. Die Teilnehmer des ersten Meteorologenkongresses von 1873 waren sich einig, dass ihre Wissenschaft auf permanente Beobachtungen in möglichst hohen Lagen angewiesen sei.¹⁵ Heinrich Wild, der 1868 als Observatoriumsdirektor von Bern nach

7 Beispielsweise publizierte Robert Billwiller, Assistent und ab 1881 Direktor der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, 1875–1903 zehn Aufsätze zur Föhnthematik. Viel Beachtung erhielt: Billwiller 1899. Für einen Überblick über die Föhnforschung in der Schweiz Sprenger/Dürr/Richner 2016.

8 Siehe zum Beispiel zum Alpenfokus in Österreich Coen 2006.

9 Zum Alpenmotiv im schweizerischen Identitätsdiskurs siehe Crettaz 1992; Marchal 1992; Zimmer 1998; Römer 2005; Walter 2007; Speich 2009; Mathieu 2015, S. 125–144. Siehe auch zur Alpenforschung: Eichelberg 1999; Pont/Lacki 2000.

10 Auf über 2000 Metern über Meer lagen die Stationen St. Bernhard, Julier, Gotthard, Bernhardin und Simplon. Siehe die Übersicht in Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 11–17.

11 Hann 1870, S. 162. Allerdings waren Bergstationen in den 1860er-Jahren nichts Neues. Beobachtungen auf dem Gotthard waren bereits 1781 bis 1792 angestellt worden. Siehe Billwiller junior 1927b, S. 17.

12 Siehe Felsch 2005; Felsch 2007; Bigg/Aubin/Felsch 2009.

13 Schreiben Mousson an EDI, 24. 1. 1866 (BAR, E88 1000/1167, 95).

14 Allerdings fehlten dafür die finanziellen Mittel. Siehe dazu Mousson 1864, S. 231; Wolf 1891b, S. 25.

15 Der Kongress empfahl explizit Stationen auf Berggipfeln mit selbst registrierenden Apparaten. Siehe *Report of the Proceedings* 1874, S. 36, 55 und 59.

St. Petersburg gewechselt hatte, argumentierte beispielsweise, dass die Meteorologie viel weiter käme, wenn sie systematisch Daten auf Bergen erheben würde.¹⁶ Bei dieser Forschungsstrategie ging es darum, von Berggipfeln aus die Vorgänge in der «freien Atmosphäre» zu beobachten. Mit dieser Bezeichnung waren die höheren, von lokalen Bedingungen am Boden unbeeinflussten Schichten der Atmosphäre gemeint. Deshalb war nicht nur die Höhe, sondern auch die Lage der Stationen auf möglichst isolierten Bergspitzen wichtig.

Das Beobachten meteorologischer Phänomene in höheren Atmosphärenschichten war stärker physikalisch orientiert als klimatologische Erhebungen mittels Beobachtungsnetzen. An Daten zu oberen Luftschichten waren vor allem Forscher interessiert, die auf eine physikalische Erklärung atmosphärischer Vorgänge hinarbeiteten. In einem längerfristigen Prozess verschoben sich die Erkenntnishoffnungen der meteorologischen Fachgemeinschaft auf eine vertikale Ausdehnung ihres Beobachtungsfeldes.¹⁷ Auch die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt erhoffte sich, mit Beobachtungen auf Bergen physikalischen Gesetzmässigkeiten auf die Spur zu kommen. Zusätzlich zu permanenten Beobachtungsposten auf Pässen wie dem Grossen Sankt Bernhard oder dem Gotthard bemühte sich die Zentralanstalt ab den 1870er-Jahren insbesondere um eine Station auf einem freiliegenden Gipfel, weil sich nur so die Vorgänge weitgehend unabhängig von Lokaleinflüssen erfassen liessen. Dieser Gipfel sollte in die «Mitte der Wolken-schichten» hineinragen, also höher liegen als etwa Rigi-Kulm, wo seit 1863 auf 1775 Metern über Meer beobachtet wurde.¹⁸ Doch obwohl hochgelegene Beobachtungsstationen mit Gipfellage als erfolgversprechende Einrichtungen galten, um die freie Atmosphäre zu erforschen, entstanden sie der hohen Kosten wegen nur vereinzelt.¹⁹ Eine gut ausgerüstete Gipfelstation erforderte mindestens einen Vollzeitbeobachter, der die Instrumente verlässlich handhaben konnte. Selbst registrierende Apparate konnten nicht einfach sich selbst überlassen werden, sondern mussten mehrmals täglich kontrolliert und abgelesen werden.

Dem internationalen Meteorologenkongress 1879 wurde von Julius Hann empfohlen, permanente Beobachtungen auf Berggipfeln als wünschenswert zu deklarieren.²⁰ Der einflussreiche Wissenschaftler, der die Zentralanstalt in Wien leitete, schlug zudem vor, die Gründung eines Gipfelobservatoriums in der

16 Wild 1873, S. 49.

17 Zur damit einhergehenden Hinwendung zu atmosphärischen Dynamiken siehe Nebeker 1995, S. 27–35; Lehmann 2015, S. 27–30; Fleming 2016; Davies/Wernli 2016; Gramelsberger 2017.

18 Siehe die Beigabe «Ueber meteorologische Bergstationen» in *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Centralanstalt*, 1. April 1882 (Nr. 91), 8. April (Nr. 98).

19 Das erste permanente meteorologische Gipfelobservatorium wurde 1876 auf dem Puy de Dôme im französischen Zentralmassiv in Betrieb genommen. Siehe den Überblick zu Gipfelstationen: Hann 1879a, S. 3–11.

20 Siehe Hann 1879a.

Schweiz mit internationalen Beiträgen zu unterstützen.²¹ Hanns Antrag entstand wahrscheinlich auf Bitten der Schweizerischen Meteorologischen Kommission, die 1878 den Plan gefasst hatte, eine internationale Finanzierung für ein solches Observatorium anzustreben.²² Voraussetzung dafür war, dass der Meteorologenkongress einen Fonds schaffen würde, was jedoch keine Mehrheit fand.²³ Am Ende wurde folgende Resolution verabschiedet: «Der Congress empfiehlt der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft ihr Möglichstes zu thun, damit ein Observatorium auf einem der hohen Gipfel der Schweiz errichtet werde.»²⁴ Der Schweizer Delegierte, Emile Plantamour, bezeichnete diese Kongressresolution allerdings als nutzlos, weil er es für unmöglich hielt, dass die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft die Kosten allein tragen könnte.²⁵ Nach Plantamour hätte die Empfehlung an die naturforschenden Gesellschaften aller Länder und nicht nur an die schweizerische gerichtet werden sollen. Denn schliesslich müsste – so argumentierte der Genfer Professor – die Erforschung höherer Atmosphärenschichten allen Meteorologen gleichermassen am Herzen liegen. Doch obwohl er bereits am Kongress die Strategie verfolgt hatte, die universelle Bedeutung des schweizerischen Projekts zu betonen, waren die Kongressteilnehmer nicht zu einer internationalen Finanzierung bereit gewesen.

Das Scheitern der internationalen Finanzierungspläne hatte aber nicht zur Folge, dass das Projekt eines schweizerischen Gipfelobservatoriums begraben wurde. Besonders Robert Billwiller, Bureauchef und erster Direktor der per 1881 verstaatlichten Zentralanstalt, wirkte als vorantreibende Kraft. Bereits wenige Monate nach dem internationalen Kongress wählte die neu aufgestellte Meteorologische Kommission auf seinen Vorschlag hin den 2500 Meter hohen Säntis als Standort aus.²⁶ Dessen Gipfel lag laut Billwiller «so vollständig frei» wie kein zweiter in den schweizerischen Alpen und war verhältnismässig leicht zugänglich.²⁷ Die Kommission reduzierte die ursprünglich veranschlagte Summe für ein Observatorium von 100 000 Franken auf rund einen Viertel und lancierte eine Spendenkampagne.²⁸ Dabei versuchte die Kommission, die Autorität des internationalen Meteorologenkongresses zu nutzen: Sie argumentierte, die Verwirkli-

21 Ebd., S. 22.

22 Siehe Wolf/Billwiller 1876 (1878), S. X; Hagenbach-Bischoff 1880, S. 67.

23 Siehe dazu Kapitel 3.

24 *Report of the proceedings* 1879, S. 27. Deutsche Übersetzung in Billwiller 1887, S. 5.

25 Siehe Plantamours Bericht an das EDI, 14. 6. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 158).

26 An die Stelle der früheren Meteorologischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft trat 1881 die Eidgenössische Meteorologische Kommission, über deren Zusammensetzung der Bundesrat bestimmte. Die meisten Mitglieder der früheren Kommission waren auch in der neuen Kommission vertreten. Siehe dazu Kapitel 8.

27 Siehe Billwillers «Motivirung des Gesuches um eine einmalige Subvention der projectirten meteorolog. Station auf dem Säntis» (BAR, E88 1000/1167, 139).

28 Siehe Billwiller/Hagenbach-Bischoff 1877 (1880), S. X.

chung der Kongressempfehlung sei eine Chance, das internationale Ansehen der Schweiz zu steigern.²⁹ Mit der Beobachtung höherer Luftschichten könne das Land einen wichtigen Beitrag zur Wissenschaft leisten. In einem Spendenaufruf an den Schweizerischen Alpenclub, kantonale naturforschende Gesellschaften sowie an mehrere Kantonsregierungen forderte die Kommission dazu auf, «ein wahrhaft patriotisches und zugleich eminent wissenschaftliches Unternehmen» zu unterstützen.³⁰ So kamen 23 000 Franken zusammen.³¹ Zusätzlich bewilligte die Bundesversammlung einen Extrakredit von 5000 Franken.³² Diese Beiträge reichten zwar nicht aus, um ein vollständiges Observatorium zu bauen, aber ermöglichten es, eine gut ausgerüstete Station im Säntis-Gasthaus einzurichten. Dessen Besitzer erklärte sich bereit, einen Teil des Hauses zu vermieten.³³ So konnte 1882 eine ganzjährige Station auf dem Säntis eröffnet werden. Als Beobachter stellte die Zentralanstalt einen früheren Postbeamten ein.³⁴ Für seine Verpflegung sorgte der Wirt des Berggasthauses, der gegen zusätzliche Bezahlung auch in den Wintermonaten auf dem Berg blieb. Alle Lebensmittel mussten von Trägern herauftransportiert werden. Trotz der Abgeschiedenheit stand der Säntisbeobachter täglich in Kontakt mit der Zentralanstalt in Zürich, die 1882 eine Telegrafienleitung ab Appenzell hatte verlegen lassen.³⁵ Der Beobachter notierte fünfmal am Tag die Messwerte der verschiedenen Instrumente und kontrollierte die Apparate, die den Verlauf des Luftdruckes und der Temperatur automatisch aufzeichneten. Das wichtigste Instrument war ein 5000 Franken teurer Windmesser, der dank der freien Lage der Bergspitze besonders aufschlussreiche Daten zu den Luftbewegungen in der freien Atmosphäre liefern sollte.³⁶ Zahnräder übertru-

29 Siehe den Spendenaufruf der Meteorologischen Kommission von April 1880 (BAR, E88 1000/1167, 139). Zur Bedeutung, welche der Kongressempfehlung zugeschrieben wurde, siehe Billwillers Bericht in *Report of the third meeting* 1887, S. 28. Siehe auch die Beilage zu «internationalen meteorologisch-magnetischen Beobachtungen» in *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt*, 21. Oktober 1882 (Nr. 294).

30 Die Kommission wandte sich an all diejenigen, «denen die Pflege der Naturwissenschaft auf heimischem Boden am Herzen» liege. Siehe den Spendenaufruf der Meteorologischen Kommission von April 1880 (BAR, E88 1000/1167, 139).

31 Als Überblick zur Finanzierung siehe *Botschaft des Bundesrates* 1885, S. 577. Siehe auch das Verzeichnis der «Beiträge für Errichtung einer meteorologischen Station auf dem Säntis» (BAR, E88 1000/1167, 139).

32 *Bericht des Bundesrates* 1882, S. 77. Siehe auch Billwillers «Motivierung des Gesuches um eine einmalige Subvention der projectirten meteorolog. Station auf dem Säntis» (BAR, E88 1000/1167, 139).

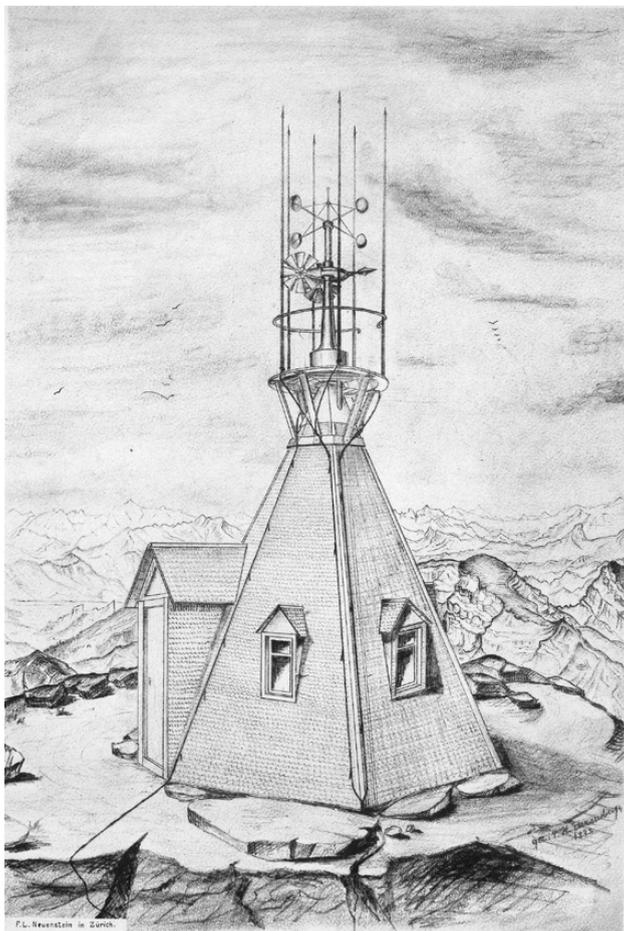
33 Zum 1874 neu gebauten Gasthaus und zu dessen Wirt Andreas Anton Dörig siehe Kälin 2015.

34 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 25. 11. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 96).

35 An den Herstellungskosten für die telegrafische Verbindung beteiligten sich auch Kantone und Privatpersonen. Für den Unterhalt war die Zentralanstalt zuständig. Siehe Billwiller 1884b, S. 4.

36 Siehe Billwiller 1883a (1884), S. VI; Billwiller 1884b, S. 7 f. Zu den Säntis-Messinstrumenten siehe auch *MeteoSchweiz* 2000, S. 168–178.

Abb. 19: Zeichnung des Windmessers, der 1883 auf dem Säntis aufgestellt wurde.



gen die Bewegungen eines grossen Schalenkreuzes auf einen Stift, der die Anzahl Umdrehungen aufzeichnete. Ein zusätzlicher Mechanismus dokumentierte Veränderungen im Stand der Windfahne. Hergestellt hatte das sogenannte Anemometer eine Londoner Werkstätte. Um es auf der Säntisspitze aufzustellen, wurde das sich dort befindende trigonometrische Signal umgebaut.³⁷ Durch eine Holzverschalung verwandelte sich das Gerüst in ein Häuschen, das den Apparat schützte. Allerdings verunmöglichten die extremen Bedingungen ununterbrochene Auf-

37 1873 hatte die Alpenclub-Sektion St. Gallen ein neues trigonometrisches Signal auf dem Säntis errichten lassen, das nun umgebaut wurde. Siehe Grosser 1981, S. 47.

zeichnungen: Bei Temperaturen unter null und feuchten Westwinden setzte sich so viel Eis an, dass das Anemometer zeitweise nicht richtig funktionierte.³⁸ Trotz der Messprobleme zeigte sich die Zentralanstalt sehr zufrieden mit den Säntisbeobachtungen. Nach der Ansicht Robert Billwillers wirkten sich Lücken in den Registrierungen nicht schwerwiegend aus, zumal nicht klimatologische Mittelwerte, sondern für theoretische Untersuchungen verwertbare Daten das Ziel seien.³⁹ Ihm zufolge hatten die Beobachtungen das Potenzial, zahlreiche wissenschaftliche Probleme zu lösen.⁴⁰ Er bezeichnete den Säntis als eine «einzig dem Dienste der Wissenschaft geweihte Stätte».⁴¹ Auch eine Rezension der *Meteorologischen Zeitschrift* zu einer Publikation über die Säntisstation sprach von einer grossen Bedeutung für die «beginnende Wissenschaft von der Physik der höheren Luftschichten».⁴² Der Betrieb der aufwendigen Messinfrastruktur in einer Höhe von 2500 Metern über Meer zeigt, dass sich die Zentralanstalt an der aktuellen meteorologischen Forschung orientierte. Als Bundesinstitution, zu der sie 1881 geworden war, verfolgte sie wie bereits zuvor wissenschaftliche Interessen. Zwar gewann der Praxisbezug mit der bundesstaatlichen Übernahme an Gewicht, aber die Zentralanstalt definierte sich nicht allein über direkte Anwendungsmöglichkeiten, sondern auch über ihre wissenschaftliche Rolle.⁴³

Von der Säntisstation zum Observatorium

Der Betrieb der Säntisstation war mit der Spendensammlung für drei Jahre, also bis 1885, gesichert worden. Deshalb stellte sich schnell die Frage nach einer Weiterfinanzierung. Billwiller hielt es für unwahrscheinlich, dass Vereine und Privatpersonen einem erneuten Spendenaufruf folgen würden.⁴⁴ Er überzeugte die Meteorologische Kommission davon, beim Bund eine offizielle Übernahme der Station zu beantragen. In ihrem Gesuch argumentierte die Kommission in zwei Richtungen: Zum einen machte sie wissenschaftliche Gesichtspunkte geltend und unterstrich die internationale Bedeutung der Säntisbeobachtungen,

38 Siehe Billwillers Erklärungen zu den Anemometeraufzeichnungen in der *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie* Billwiller 1883a.

39 Billwiller 1884b, S. 9.

40 Siehe Billwiller 1883b, S. 74.

41 Billwiller 1887, S. 3.

42 Siehe *Literaturbericht* 1885, S. 80.

43 Siehe zu den Prognosen Kapitel 8.

44 Schreiben Billwiller an EDI, 18. 2. 1885 (BAR, E88 1000/1167, 140). Siehe auch Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 22. 11. 1884 (BAR, E88 1000/1167, 96).

deren Fortsetzung der Meteorologie und der «Ehre des Landes» diene.⁴⁵ Zum anderen erinnerte die Kommission an die erfolgreiche Spendensammlung, die ihr zufolge bewies, dass in weiten Kreisen ein Interesse an der Säntisstation bestehe. Der Anklang «im Publicum» legitimierte in ihren Augen eine zusätzliche Bundesausgabe. Ausserdem verwies die Kommission darauf, dass Einrichtungen in öffentlichem Interesse zunehmend als Sache des Staates angesehen würden.⁴⁶ Der Bundesrat übernahm die Kommissionsargumente weitgehend. In einer Botschaft an die Bundesversammlung schrieb er, die Unterstützung wissenschaftlicher Unternehmungen falle in allen Ländern mehr und mehr dem Staat zu.⁴⁷ Daher solle man der «Freigebigkeit der Begüterten» besser «das Feld der Wohlthätigkeit auf sozialem Gebiete» zuweisen und den Staat für die Wissenschaft sorgen lassen.⁴⁸ Dem bundesrätlichen Antrag um Übernahme der Station stimmten National- und Ständerat im März 1885 zu, womit die meteorologischen Beobachtungen auf dem Säntis als bundesstaatliche Aufgabe verankert wurden.⁴⁹ Kurz nachdem der Fortbestand der Säntisstation gesichert war, erfuhr die Meteorologische Zentralanstalt, dass ihr ein grosses Legat vermacht worden war. Der im Mai 1885 verstorbene Friedrich Brunner, ein vermöglicher «Liebhaber der Naturwissenschaften» aus Winterthur, hinterliess der Zentralanstalt überraschend 125 000 Franken.⁵⁰ Die Auflage lautete, dieses Geld zur Erweiterung der Zentralanstalt oder zur Förderung der Wissenschaft einzusetzen. Die Meteorologische Kommission betonte denn auch, das Legat dürfe nur für spezielle Zwecke verwendet werden und keine Budgetkürzung für die Zentralanstalt zur Folge haben.⁵¹ Der Bundesrat wies die Kommission jedoch zurecht, dass nicht sie, sondern er letztlich über das Legat des Mäzens bestimmen dürfe, weil die Zentralanstalt seit 1881 eine Bundesinstitution sei.⁵² Der Vorsteher des Depar-

45 Siehe «Gesuch der eidgen. meteorologischen Commission um Uebernahme der Säntisstation durch den Bund und Erhöhung des Credits der meteorolog. Centralanstalt» (BAR, E88 1000/1167, 140).

46 «Gesuch der eidgen. meteorologischen Commission um Uebernahme der Säntisstation durch den Bund und Erhöhung des Credits der meteorolog. Centralanstalt» (BAR, E88 1000/1167, 140). Einige Gönner hatten der Zentralanstalt explizit mitgeteilt, dass sie den weiteren Unterhalt der Säntisstation als Sache des Staates ansähen. Siehe zum Beispiel Schreiben Joh. Schoch an Billwiller, eingegangen 3. 11. 1884 (BAR, E88 1000/1167, 140). Siehe zudem Billwillers «Bericht & Antrag betreffend die Fortführung der Säntis-Station» von November 1884 (BAR, E88 1000/1167, 99).

47 *Botschaft des Bundesrathes* 1885.

48 Ebd., S. 577.

49 Siehe *Bundesbeschluss* 1885.

50 Zu Friedrich, teilweise auch «Fritz», Brunner (1840–1885) siehe *Friedrich Brunner* 1885. Als «Liebhaber der Naturwissenschaften» wurde er bezeichnet in Wolf 1891b, S. 26.

51 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 20. 2. 1886 (BAR, E88 1000/1167, 96).

52 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 26. 11. 1887 (BAR, E88 1000/1167, 96).

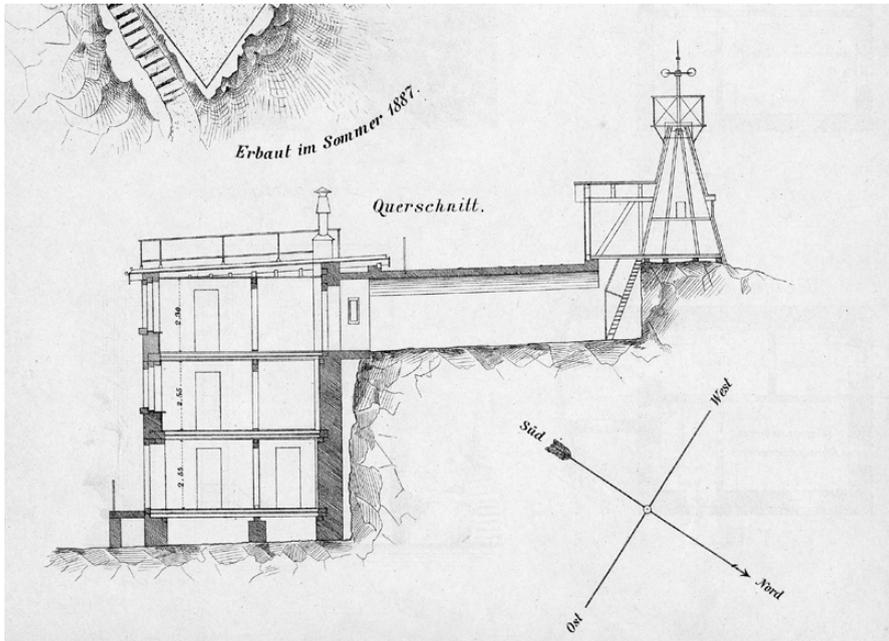


Abb. 20: Querschnitt des Säntisobservatoriums.

tements des Innern und die Kommissionsmitglieder kamen schliesslich überein, mit dem Legat den Bau eines Observatoriums auf dem Säntis zu finanzieren.⁵³ Damit sollte die meteorologische Station vom Berggasthaus, das 40 Meter unter dem höchsten Punkt lag, in ein eigenes, in den Gipfelfelsen eingebautes Gebäude transferiert werden. Laut Billwiller ermöglichte erst dies eine vollumfängliche wissenschaftliche Nutzung des Säntis.⁵⁴ Zudem hatte sich gezeigt, dass die im ersten Obergeschoss des Gasthauses untergebrachten Instrumente unter Erschütterungen litten, insbesondere wenn an Sommerwochenenden viel Betrieb war. Die Kommission sprach sogar von «Belästigungen» durch Gäste.⁵⁵ Ein ei-

53 Dafür wurde rund die Hälfte des Legats eingesetzt. Vom Rest wurden in den folgenden Jahrzehnten nur die Zinserträge verwendet, um etwa neue Instrumente anzuschaffen. Siehe «Reglement über die Verwendung des zu Gunsten der meteorologischen Centralanstalt ausgesetzten Legats» (BAR, E88 1000/1167, 114).

54 Billwiller 1887, S. 11.

55 Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 20. 2. 1886 (BAR, E88 1000/1167, 96).



Abb. 21: Bergsteiger vor dem Observatorium. Undatierte Fotografie, um 1891.

genes Gebäude hatte ihrer Ansicht nach auch den Vorteil, dass die Station nicht länger vom Sântiswirt als Vermieter der Lokalität abhing.

Der Bau des Observatoriums begann bereits 1886. Ein Teil des Gipfelfelsens wurde ausgesprengt, um Platz für das acht mal sechs Meter grosse Gebäude zu schaffen.⁵⁶ Im Erdgeschoss waren ein Arbeitszimmer, ein Telegrafenzimmer und eine Küche untergebracht. Das erste Obergeschoss diente als Wohn- und Schlafbereich. Darüber befanden sich das Instrumentenzimmer, ein Gastzimmer und eine Reservekammer.⁵⁷ Ein kleiner Tunnel führte zum Anemometerhäuschen. Trotz seiner bescheidenen Dimensionen wirkte das neue meteorologische Observatorium massiv, laut Billwiller wie eine «Felsenburg». Die dominierende Lage auf dem Sântisgipfel wurde mitunter als störend empfunden. Die Alpenclub-Sektion «Sântis» beschwerte sich bei Billwiller, das Gebäude behindere die

56 Das ausgesprengte Gestein wurde für den Rohbau verwendet. Zum Bau unter der Leitung des Eidgenössischen Oberbauinspektorats siehe Billwiller 1887, S. 12.

57 Siehe den Gebäudeplan im 24. Jahrgang (1887) der *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*.

Aussicht.⁵⁸ Auch die St. Galler Sektion kritisierte die Einschränkung der Rund-
sicht, die ihr zufolge die Attraktivität des Säntis ausmachte.⁵⁹ Daraufhin setzte
die Meteorologische Kommission eine Subkommission ein, um die Verbauung
der Aussicht zu untersuchen.⁶⁰ Diese kam zum Schluss, das Observatorium störe
die Aussicht tatsächlich, weil es höher als ursprünglich vorgesehen gebaut wor-
den sei. Die Kommission entschied sich dennoch gegen eine bauliche Anpassung,
mit dem Argument, eine solche würde zu viel kosten.⁶¹

Die Säntisbesteiger gewöhnten sich an den neuen Zustand. Zwar blieb das me-
teorologische Observatorium für einige Bergkenner ein Störfaktor. Viele sahen
es aber als eine Attraktion an.⁶² Dadurch wurde eine bessere Abschirmung der
meteorologischen Instrumente erneut zum Thema: Zum Ärger der Meteorolo-
gischen Kommission gab das Baedeker-Reisehandbuch an, das Säntisobserva-
torium sei zum Preis von 30 Rappen zugänglich.⁶³ Als Gegenmassnahme liess
die Kommission 1907 eine Verbotstafel anbringen und wies den Beobachter an,
«unter allen Umständen» Eintritte in die Instrumentenräume zu «verwehren».⁶⁴
Ein weiteres Problem war, dass immer wieder Säntisbesteiger auf das Anemo-
meterhäuschen kletterten, das sich seit 1882 auf dem höchsten Punkt des Gipfels
befand. Einmal kam es deswegen sogar zu einem Gerichtsfall, weil zwei Männer
bei ihrer Kletteraktion Teile des Anemometers verschoben hatten.⁶⁵ Anders als
Touristen waren Wissenschaftler im Observatorium sehr willkommen. Für sie
war im zweiten Obergeschoss ein eigenes Zimmer reserviert. Dass bald nach der
Eröffnung Richard Assmann vom Preussischen Meteorologischen Institut eige-
ne Messungen auf dem Säntis durchführte, nahm Billwiller als Beweis für die
beanspruchte internationale Bedeutung des Observatoriums.⁶⁶

Im Vergleich zu den übrigen meteorologischen Beobachtungsstationen in der
Schweiz war der Betrieb der Säntisstation sehr teuer. Zu Personalausgaben und

58 Siehe Schreiben SAC-Sektion Säntis an Billwiller, 24. 11. 1887 (BAR, E88 1000/1167, 141).

59 Schreiben SAC-Sektion St. Gallen an Billwiller, 20. 11. 1887 (BAR, E88 1000/1167, 141).

60 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 26. 11. 1887
(BAR, E88 1000/1167, 96).

61 Siehe Bericht der Subkommission über den Bau der Säntisstation an das EDI, 3. 1. 1889 (BAR,
E88 1000/1167, 141); Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commis-
sion, 12. 1. 1889 (BAR, E88 1000/1167, 96).

62 Siehe dazu Kälin 2015, S. 141.

63 Siehe Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission, 27. 7. 1907 (BAR,
E88 1000/1167, 96).

64 Grundlage für die Kommissionsbeschlüsse war der «Bericht über die Inspektion des Säntis-
observatoriums am 27. August 1906 durch Prof. A. Riggenbach & Prof. Wolfer» (BAR, E88
1000/1167, 100).

65 Siehe Kälin 2015, S. 141.

66 Auf dem Säntis testete Assmann im Juni 1889 das von ihm erfundene Aspirationspsychrometer.
Siehe Billwiller 1889 (1890), S. VI. Zum internationalen Anspruch siehe auch *Bericht des Bun-
desrathes* 1888, S. 724; *Bericht des Bundesrathes* 1890, S. 596.

Abb. 22: Bergsteiger als Gefahr für das Observatorium? Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt hatte nicht damit gerechnet, dass der Windmesser zuoberst auf dem Säntis zu einer touristischen Attraktion würde. Undatierte Ansichtskarte.



Gebäudeunterhalt kamen Kosten für Transporte und die Telegrafienlinie hinzu, sodass auf die Säntisbeobachtungen fast ein Fünftel des Gesamtbudgets der Zentralanstalt entfiel.⁶⁷ Während alle anderen Beobachter für ihre Tätigkeit nur eine kleine oder gar keine Entschädigung erhielten, war der Säntisbeobachter ein Bundesbeamter mit einem Jahreslohn von rund 2000 Franken. Ab 1889 führten fast drei Jahrzehnte lang der ehemalige Malermeister Jakob Bommer und seine Frau Louise die Station – während 365 Tagen im Jahr, sowohl in der touristischen Sommersaison als auch in der Einsamkeit des Winters.⁶⁸ Dass der Säntis kein ungefährlicher Berg war, zeigten mehrere Unfälle. Jakob Bommer verletzte

67 Siehe *Botschaft des Bundesrates* 1885, S. 578. Der Anteil war auch 20 Jahre später noch ungefähr gleich. Siehe Protokoll Sitzung der eidgenössischen Meteorologischen Kommission, 24. 7. 1905 (BAR, E88 1000/1167, 96).

68 Zum Ehepaar Bommer siehe Billwiller 1889 (1890), S. VI; *Bericht des Bundesrates* 1920, S. 709. Allgemein zu den Säntisbeobachtern siehe Grosser 1981; Meier 2012.

sich 1892 beim Beobachtungsdienst lebensgefährlich, konnte aber gerettet werden.⁶⁹ Weniger Glück hatte im ersten Betriebsjahr ein Neffe des Sântiswirts gehabt, der die Telegrafeneitung hatte reparieren wollen und auf dem Weg dorthin abgestürzt war.⁷⁰ Ebenfalls ihr Leben verloren 1894 zwei Proviandräger in einer Lawine.⁷¹ Der Preis meteorologischer Beobachtungen auf dem Sântis war also auch hinsichtlich der Gefährdung von Menschenleben hoch. Dementsprechend musste immer wieder betont werden, wie wichtig die Station für die Wissenschaft war.

War die Sântisstation bei ihrer Eröffnung 1882 noch der höchste permanente meteorologische Beobachtungsposten Europas gewesen, konnte das 1887 fertiggestellte Observatorium diesen ersten Rang nicht mehr beanspruchen. Die inzwischen errichteten Stationen auf dem Pic du midi in den Pyrenäen und auf dem Sonnblick in den Ostalpen lagen höher.⁷² Der Bau der Sonnblick-Wetterwarte als höchstes Observatorium wurde denn auch als Unternehmen gefeiert, das Österreich «zum Ruhme gereichen» würde.⁷³ Billwiller konnte bei den Sântisbeobachtungen also nicht länger mit einer national inszenierten Einzigartigkeit argumentieren und passte deshalb seine Rhetorik an: «Je mehr solcher Gipfelobservatorien existieren, um so besser ist der meteorologischen Forschung in den höheren Luftschichten gedient», schrieb er 1887.⁷⁴ Neben der verlorenen Singularität schmälerten auch neu hinzukommende Forschungstechniken die Bedeutung der Sântisbeobachtungen, auch wenn die Schweizerische Zentralanstalt deren Fortführung nie infrage stellte. Bemannte und unbemannte Ballonflüge machten den Beobachtungsposten auf Bergspitzen zunehmend Konkurrenz. Ballone wurden ab Ende des 19. Jahrhunderts immer häufiger eingesetzt, um obere Luftschichten zu erforschen. Viele Meteorologen plädierten dafür, die Daten von Gipfelobservatorien mit solchen von Ballonflügen zu ergänzen.

69 Zu Bommers Unfall siehe das Dossier «BAR, E88 1000/1167, 143».

70 Siehe Billwiller 1884b, S. 11.

71 Siehe das Dossier «BAR, E88 1000/1167, 143».

72 Zum Pic du midi siehe *Das Meteorologische Observatorium* 1892. Zum Sonnblick siehe Hann 1887 sowie Deborah Coens geschichtswissenschaftlichen Beitrag: Coen 2009. Die höchste meteorologische Beobachtungsstation weltweit befand sich auf dem Pike's Peak in Colorado. Siehe Becker 2009. Stéphane Le Gars und David Aubin zeigen in ihrer Fallstudie zu Beobachtungen auf dem Mont Blanc, dass der wissenschaftliche Zweck von Bergobservatorien einem fortdauernden Aushandlungsprozess unterlag. Siehe Le Gars/Aubin 2009. Zur 1900 eröffneten Station auf der bayerischen Zugspitze siehe Lüdecke 2000; Wege 2000.

73 Siehe *Ausserordentliche Generalversammlung* 1885, S. 160.

74 Billwiller 1887, S. 13. Für möglichst viele Gipfelstationen argumentierte zum Beispiel auch Trabert 1898, S. 43 f.

Eine «wissenschaftliche Ballonfahrt über die Schweizalpen»

Wissenschaftler nutzten Ballonflüge seit dem späten 18. Jahrhundert für meteorologische Messungen. Bald nach dem ersten bemannten Flug 1783 fanden Ballonfahrten statt, die eine wissenschaftliche Zwecksetzung hatten.⁷⁵ Umfangreiche Programme mit zahlreichen Aufstiegen wurden aber erst ab den 1880er-Jahren durchgeführt, zum Beispiel vom Deutschen Verein zur Förderung der Luftschiffahrt in Zusammenarbeit mit dem Preussischen Meteorologischen Institut.⁷⁶ Von solchen Aktivitäten angestossen, entwickelte sich innerhalb der Meteorologie eine Forschungsrichtung, die sich «wissenschaftliche Luftschiffahrt», «aeronautische Meteorologie» oder «Aerologie» nannte.⁷⁷ Deren Ziel war es, mithilfe von Ballonfahrten Vorgänge in der Atmosphäre zu untersuchen. Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt stand Ballonfahrten zunächst kritisch gegenüber. Ihr Direktor, Robert Billwiller, fand 1890, Bergstationen würden viel bessere Daten liefern als Ballonfahrten, deren Messungen nicht exakt lokalisierbar waren.⁷⁸ Allerdings konnten Ballone über die Höhe von Gipfelobservatorien hinaufsteigen.⁷⁹ Zusammen mit einer verbesserten Messgenauigkeit machte dies den Einsatz von Flugfahrzeugen zu einer immer beliebteren und immer breiter akzeptierten Forschungsmethode. Auch Billwiller änderte seine Meinung: 1898 unterstützte die Zentralanstalt offiziell das Projekt des Ballonfahrers Eduard Spelterini, die Alpen zu überfliegen.⁸⁰

Spelterini, der eigentlich Eduard Schweizer hiess, hatte bereits an die 500 Ballonfahrten durchgeführt. Für sein Alpenüberquerungsprojekt konnte er Albert Heim gewinnen. Der Zürcher Geologieprofessor, der einmal die Berge von oben sehen wollte, machte unter der Bedingung mit, dass der Flug in den Dienst der Wissenschaft gestellt würde.⁸¹ Die beiden gaben dem Projekt den Titel «wissenschaftliche Ballonfahrt über die Schweizalpen». Heim entwarf ein provisorisches Beobachtungsprogramm und legte dieses einer ad hoc

75 Zur wissenschaftlichen Ballonfahrt siehe Höhler 2000; Höhler 2001.

76 Siehe Bernhardt 2000; Höhler 2001, S. 155–169.

77 Zum Teil wurden «aeronautisch», «aerologisch» und «Aerologie» mit einem Trema auf dem ersten e geschrieben. Zur Einführung der Bezeichnung Aerologie im Jahr 1906 siehe Höhler 2001, S. 295.

78 Schreiben Billwiller an EDI, 2. 10. 1890 (BAR, E88 1000/1167, 176).

79 Den Höhenrekord hielt ab 1894 Arthur Berson, Assistent am Preussischen Meteorologischen Institut und Mitglied des Deutschen Vereins zur Förderung der Luftschiffahrt. Siehe Trabert 1898, S. 46.

80 Heim 1899b, S. 8. Zu Spelterini siehe Degen 1996; Kramer/Stadler 2007. Siehe auch das literarische Porträt in Capus 2008, S. 127–154.

81 Heim 1899b, S. 4.

bestimmten wissenschaftlichen Beratungskommission vor.⁸² Die Funktion dieses 22-köpfigen Gremiums bestand darin, Heims Entwurf schriftlich zu kommentieren und ein Unterstützungsschreiben zu unterzeichnen, das die wissenschaftliche Bedeutung der Ballonfahrt betonte.⁸³ Über Details des Beobachtungsprogramms berieten Spelterini und Heim in kleinerem Kreis mit den Meteorologen Robert Billwiller und Heinrich Wild sowie dem Geografen Johann Früh.⁸⁴ Sie kamen überein, dass der oberste Assistent der Zentralanstalt, Julius Maurer, die meteorologischen Messungen während der «Expedition durch die Lüfte» übernehmen sollte.⁸⁵ Heim wandte sich zudem an Hugo Hergesell, Direktor des Meteorologischen Landesdienstes von Elsass-Lothringen und wichtiger Akteur auf dem Feld der aeronautischen Meteorologie. Durch ihn wurde Strassburg – neben Berlin – zu einem Zentrum wissenschaftlicher Luftfahrt. Hergesell war zudem Präsident einer 1896 gegründeten internationalen Kommission mit dem Zweck, «aeronautische Versuche für die meteorologische Wissenschaft» zu fördern.⁸⁶ An deren Versammlung im Frühling 1898 lud er Heim und Spelterini ein, damit sie sich über die neusten Flug- und Messtechniken informieren konnten.⁸⁷

Während der geplanten Ballonfahrt sollten Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit sowohl direkt als auch mit Registrierinstrumenten gemessen werden. Maurer kümmerte sich um die Zusammenstellung eines «reichhaltigen Observatoriums» – eine Bezeichnung, welche die Konzeption des Ballons als Forschungsstätte verdeutlicht.⁸⁸ Die Historikerin Sabine Höhler zeigt in ihren Arbeiten zur wissenschaftlichen Ballonfahrt in Deutschland, dass die instrumentelle Praxis performativ wissenschaftliche Objektivität repräsentierte.⁸⁹ Instrumente verkörperten, so Höhler, ein konzentriertes, streng regelhaftes und leidenschaftsloses Beobachten und stellten deshalb das wichtigste Symbol wissenschaftlicher Arbeit im Ballon dar.⁹⁰ Auch im Fall der geplanten schweizeri-

82 Siehe Heims «Circularschreiben» mit dem Titel «Wissenschaftliche Ballonfahrt über die Schweizeralpen», 10. 3. 1898 (BAR, E88 1000/1167, 177).

83 Siehe die mit «Sommer 1897» datierte Spenderliste als Beilage von: Spelterini, «Projekt einer wissenschaftlichen Ballonfahrt über die Schweizer-Alpen», März 1898 (BAR, E88 1000/1167, 177).

84 Wild war 1895 als Direktor des Zentralobservatoriums in St. Petersburg zurückgetreten und in die Schweiz zurückgekehrt. Zur Sitzung siehe Heim 1899b, S. 6.

85 Heim 1899b, S. 8.

86 Erk 1896, S. 462. Hugo Hergesell war in der sich etablierenden aeronautischen Meteorologie gut vernetzt. Zur Kommission siehe Trischler 1992, S. 39 f.; Höhler 2001, S. 283–291.

87 Heim 1899b, S. 8. Zur Versammlung der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt 1898 in Strassburg siehe Meteorologischer Landesdienst von Elsass-Lothringen 1898.

88 Mitgenommen wurden unter anderem zwei selbst registrierende Aneroidbarometer, ein Assmannsches Aspirationsthermometer und ein Richardscher Haarhygroskop. Siehe Maurer 1899b, S. 82–93.

89 Höhler 2001, S. 256. Siehe auch Höhler 2000.

90 Höhler 2001, S. 239.

schen Ballonfahrt über die Alpen wurde mit der Betonung der instrumentellen Ausrüstung vermittelt, dass die Fahrt Forschungszwecken diene. Dies erfüllte auch eine Abgrenzungsfunktion gegenüber Vergnügungsfahrten. Um die wissenschaftlichen Verwertungsmöglichkeiten der Beobachtungen im Ballon zu vergrössern, wies die Meteorologische Zentralanstalt einige ihrer Stationen an, am Tag der geplanten Ballonfahrt zusätzliche Messungen anzustellen.⁹¹ Auf diese Weise sollten die gleichzeitigen Windbewegungen in verschiedenen Höhen untersucht werden können. In einem weit gestreuten Spendenaufwurf verwies Spelterini aber nicht nur auf die wissenschaftliche Relevanz der Fahrt, sondern stellte den Versuch, die Alpen im Ballon zu überqueren, auch als ein «nationales Unternehmen im edelsten Sinne des Wortes» dar.⁹² Eine nationale Bedeutung hatte das Projekt nach Spelterini allein schon wegen der angestrebten Flugroute, die quer durch die Schweiz von Südwest nach Nordost, vom Rhonetal über die Finsteraarhorngruppe sowie die Urner und die Glarner Alpen bis ins Rheintal reichte. Zudem war bisher noch niemand über die Alpen geflogen. Bei einem Erfolg würde Spelterini also für sich selbst und die Nation Prestige erlangen.

Wie bei der meteorologischen Station im Säntisgasthaus, für die 17 Jahre zuvor ebenfalls Geld gesammelt worden war, handelte es sich bei der Ballonfahrt über die Alpen formell gesehen um ein privates, durch Spenden finanziertes Projekt, in das die Meteorologische Zentralanstalt jedoch zahlreiche Arbeitsstunden steckte.⁹³ Albert Heim hielt eine offizielle bundesstaatliche Beteiligung nicht für angebracht, weil ihm zufolge der Staat nicht Projekte finanzieren durfte, deren Erfolg unsicher war.⁹⁴ Auf Heims Bitte informierte das Departement des Innern aber auf diplomatischem Weg die italienische Regierung über den bevorstehenden Flug, damit den Ballonfahrern Schutz geboten würde, sollten sie wider Erwarten in Italien landen.⁹⁵ Am Abflugort im Wallis brachten die Behörden Spelterini, Heim und Maurer viel Wohlwollen entgegen. Die Kantonsregierung stellte Polizisten zur Verfügung, die den Ballon bewachten, und die Gemeinde Sitten offerierte ein Bankett.⁹⁶ Die Vorbereitungen für den Aufstieg des Ballons, der auf den Namen «Wega» getauft wurde, waren aufwendig: Unter anderem brauchte es 30 Tonnen Schwefelsäure und 20 Tonnen Eisenspäne, um das nötige Gas für den Ballon von 18 Metern Durchmesser herzustellen.⁹⁷ Die Arbei-

91 Siehe Spelterini, «Projekt einer wissenschaftlichen Ballonfahrt über die Schweizer-Alpen», März 1898 (BAR, E88 1000/1167, 177).

92 Ebd.

93 Die grösste Spende kam von Fanny Forst aus Koblenz am Rhein. Alfred Biedermann, ein polnischer Industrieller, bezahlte als Fahrgast. Siehe Heim 1899b, S. 5 f.

94 Heim 1899b, S. 3.

95 Siehe Schreiben Heim an EDI, 9. 9. 1898 (BAR, E88 1000/1167, 177); Heim 1899b, S. 10.

96 Siehe Heim 1899a, S. 21 f.

97 Spelterini 1899, S. 16 f.

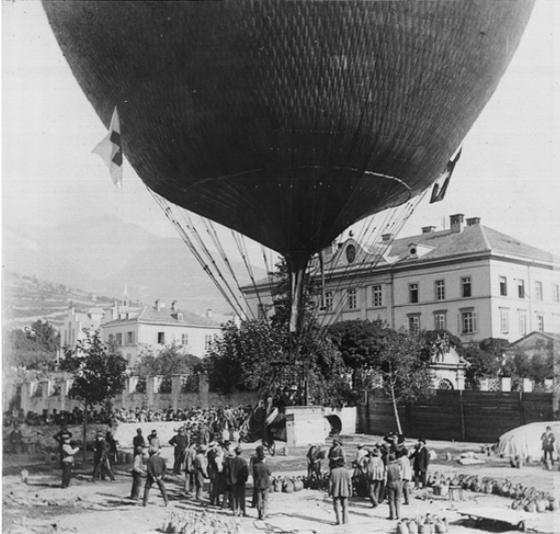


Abb. 23: Der Ballon Wega kurz vor dem Abflug. Fotografie, 1898.

ten zogen viele Zuschauerinnen und Zuschauer an, und Zeitungen informierten detailliert über den Gang der Dinge. Als alles abflugbereit war, blieb der Ballon zunächst trotzdem am Boden, weil die Zentralanstalt die Wetterlage als «ungünstig» einschätzte.⁹⁸ Dann, nach mehreren Tagen, konnte die Wega am 3. Oktober 1898 starten.

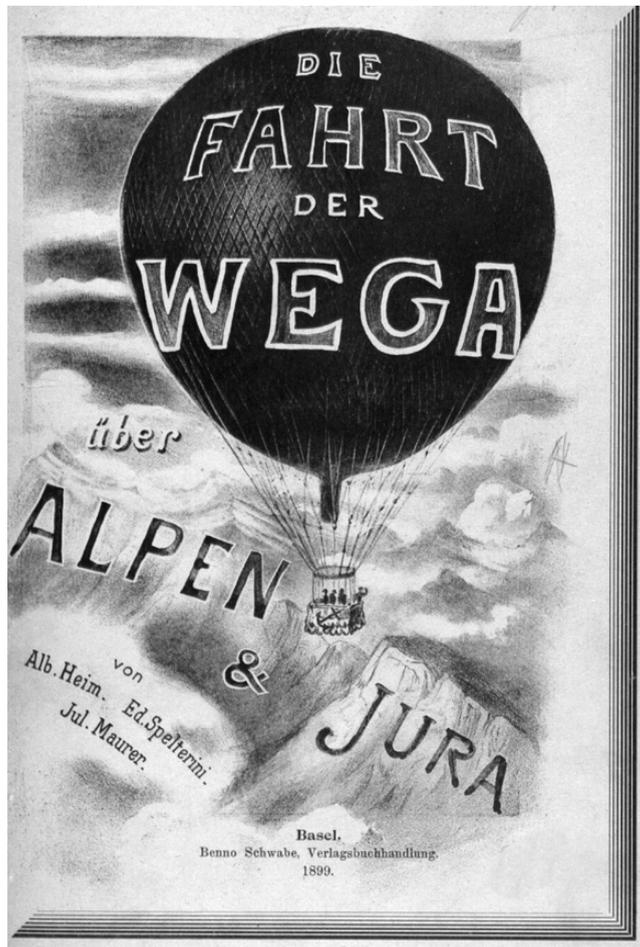
Gleichzeitig mit der Wega in Sitten hoben auch Ballone in Berlin, München, Wien, Paris und St. Petersburg ab.⁹⁹ Durch den Kontakt von Heim und Spelterini mit Hugo Hergesell hatte die Wega-Fahrt Anschluss an die von der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt koordinierten Simultananstiege gefunden. Seit ihrer Gründung 1896 organisierte die Kommission gleichzeitige Auffahrten von verschiedenen Punkten Europas, um so die Analyse einer grossräumigen Wetterlage mit mehreren Druckgebilden zu ermöglichen.¹⁰⁰ Der Termin des fünften internationalen Aufstiegs war nun mit den schweizerischen Ballonfahrern abgesprochen worden. Hugo Hergesell reiste als

98 Siehe Billwillers Telegramme vom 28. 9. 1898, 1. 10. 1898 und 2. 10. 1898 (BAR, E3180-01 2005/90, 344). Billwiller stützte sich auf vor allem auf Messungen aus Zürich, Pilatus, Säntis, Luzern, Bern. Siehe auch Heim 1899a, S. 25.

99 Die Ballone sollten alle um 11 Uhr aufsteigen. Siehe *Die Hochfahrt* 1898, S. 435 f.; Maurer 1899b, S. 94–96.

100 Siehe den Überblick in Hergesell 1900, S. 11 f. Für die Internationale Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt wurde teilweise auch die Bezeichnung «Internationale Aeronautische Kommission» verwendet.

Abb. 24: Titelbild des 124-seitigen Berichts «Die Fahrt der ‹Wega› über Alpen und Jura am 3. Oktober 1898».



Präsident der internationalen Kommission sogar nach Sitten, um dort einen unbemannten Ballon mit Registrierinstrumenten aufsteigen zu lassen.¹⁰¹ Für den schweizerischen Alpenüberquerungsversuch brachte die internationale Unterstützung eine Bedeutungssteigerung. Für Heim und Maurer war die Wega-Fahrt damit in einen grossen wissenschaftlichen «Feldzug» eingebunden.¹⁰² Sie stellten ihren Flug allerdings nicht nur als systematisches Forschen dar, sondern inszenierten ihn auch als Abenteuer. Die Alpenüberquerung galt insbesondere wegen

101 Der unbemannte Ballon konnte aber erst mit mehreren Stunden Verspätung hochgelassen werden und lieferte wegen eines Instrumentendefekts keine Temperaturaufzeichnungen. Siehe Maurer 1899b, S. 96.

102 Heim 1899b, S. 10. Zur Bedeutungssteigerung siehe auch Maurer 1899b, S. 93–97.

einer eventuellen Landung im Gebirge als gefährlich.¹⁰³ Doch Heim beschrieb sich und seine Kollegen als unerschrocken und tapfer: «Viele haben Angst um uns, wir selbst nicht.»¹⁰⁴ Seine Darstellung war allerdings ambivalent, denn Heim vermittelte auch das Bild vernünftiger Wissenschaftler, denen Tollkühnheit fern lag.¹⁰⁵ Deshalb betonte er den Gegensatz zu Spelterini: In 6800 Metern Höhe hätten die beiden Wissenschaftler den wagemutigen Kapitän zur Einleitung des Sinkflugs gezwungen, weil ein weiteres, riskantes Aufsteigen «keinen wesentlichen Nutzen» gebracht hätte.¹⁰⁶ Die Ballonfahrer landeten schliesslich wohlbehalten in einem französischen Dorf in der Nähe von Dijon. Trotz nordwestlicher statt wie geplant nordöstlicher Fahrtrichtung hatten sie die Alpen überflogen. Ebenso ambivalent wie die Gefahrenlage wurde das wissenschaftliche Beobachten während des Fluges geschildert. In der von Heim, Spelterini und Maurer verfassten, an ein breites Publikum gerichteten Publikation über die Fahrt der Wega wechselten sich Faszination und Nüchternheit ab.¹⁰⁷ Zum einen wurde Maurer als disziplinierter Beobachter dargestellt, der trotz stechender Kopfschmerzen und Übelkeit stets weiter beobachtete und somit seinen Forschungsauftrag pflichtbewusst erfüllte. Gemäss Sabine Höhler war das Beobachten unter physischer Belastung ein zentraler Bestandteil der Selbstinszenierung wissenschaftlicher Ballonfahrer.¹⁰⁸ Zum anderen finden sich auch Darstellungen überwältigter Wissenschaftler. Heim beschrieb den Blick aus der Luft als ein ergreifendes Erlebnis, bei dem es schwerfalle, «den Geist» zur wissenschaftlichen Beobachtung zu sammeln: «vor Staunen und Entzücken steht der Verstand einem still».¹⁰⁹ Maurer seinerseits betonte aber, dass er die Instrumentenablesungen nur während der «allerersten Zeit» des Aufstieges vernachlässigt habe.¹¹⁰ Damit stellte er Selbstbeherrschung als Voraussetzung wissenschaftlicher Beobachtung dar. Diese epistemische Tugend des disziplinierten Beobachtens schloss an das Ideal von Objektivität an und war ein zentrales Element der wissenschaftlichen Selbst-

103 Zur Gefährlichkeit von Ballonfahrten siehe Trabert 1898, S. 47; Heim 1899a, S. 23.

104 Heim 1899a, S. 28.

105 Siehe ebd., S. 24.

106 Ebd., S. 49. Heim betonte, dass Spelterini die «Qualitäten» für einen Höhenrekord gehabt hätte und er allein wegen der mitfliegenden Wissenschaftler nicht weiter aufsteigen konnte. Siehe ebd., S. 50.

107 Die 125-seitige Publikation, die auch Fotografien enthält, erschien beim Schwabe-Verlag: Heim/Maurer/Spelterini 1899.

108 Höhler 2000, S. 326–328.

109 Heim 1899a, S. 41. Heims Motivation für die alpenüberquerende Ballonfahrt war der Vergleich zwischen Natur und Karte, also die Frage, inwiefern die Kartendarstellung der Alpen mit der eigenen Anschauung aus der Luft übereinstimmen würde. Siehe dazu Gugerli/Speich 2002, S. 208–210.

110 Maurer 1899b, S. 104.

vergewisserung.¹¹¹ Maurers Ansicht nach hatten die Wega-Fahrt und die sie begleitenden Simultanaufstiege relevantes Material für die Meteorologie generiert, das die Kenntnisse über die freie Atmosphäre verbessern würde.¹¹² Als wichtigstes Resultat sah Maurer die Temperaturunterschiede zwischen Hoch- und Tiefdruckgebieten an, die man mit den zeitgleichen Aufstiegen an verschiedenen Orten beobachtet hatte.¹¹³ Möglichst zahlreiche, vergleichbare Beobachtungen erachtete Maurer auch deshalb als wichtig, weil er einzelnen Ballonmessungen wegen der «ziemlich weiten Fehlergrenzen» misstraute.¹¹⁴ Sichere Schlussfolgerungen waren ihm zufolge also nur möglich, wenn Ballonflüge breiter als Datengewinnungsmethode eingesetzt würden.

Unbemannte Ballone als Forschungschance

Ein halbes Jahr nach ihrer Wega-Fahrt, im Frühling 1899, richteten Julius Maurer und Albert Heim zusammen mit François-Alphonse Forel, einem befreundeten Wissenschaftler, ein Gesuch an die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft.¹¹⁵ Die drei forderten die Vereinigung dazu auf, beim Bundesrat finanzielle Mittel für wissenschaftliche Ballonfahrten zu beantragen. Dabei hatten sie nicht einen Einsatz bemannter Ballone wie die Wega, sondern unbemannter Ballone, sogenannter Registrierballone oder «ballons-sondes», im Sinn. Diese waren 1892 erstmals in Frankreich eingesetzt worden und konnten bedeutend höher als bemannte Ballone aufsteigen, weshalb die automatischen Aufzeichnungen der an ihnen befestigten Instrumente als vielversprechend galten.¹¹⁶ Dem Registrierballon wurde laut Sabine Höhler eine Doppelfunktion als Mittel zur objektiven Datenaufnahme und als Technik der Fernerkundung unzugänglicher Gebiete zugeschrieben.¹¹⁷ Forel, Heim und Maurer verwiesen auf die Internationale Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt, die seit 1896 Simultanaufstiege koordinierte. Sie schlugen vor, die Schweiz solle dieser Organisation beitreten und die Meteorologische Zentralanstalt beauftragt werden, an der «grossen wissenschaftlichen Unternehmung» mitzuwirken. Die Schweizerische

111 Zu Selbstdisziplinierung in Zusammenhang mit dem naturwissenschaftlichen Objektivitätsverständnis des 19. Jahrhunderts siehe Daston/Galison 1992; Daston 2001; Daston/Galison 2007.

112 Maurer 1899b, S. 104 und 121.

113 Siehe *Die Hochfahrt* 1898, S. 439; Maurer 1899a, S. 112; Maurer 1899b, S. 118.

114 Maurer 1899b, S. 93.

115 Siehe Schreiben Forel, Heim, Maurer an Zentralkomitee SNG, April 1899 (Kopie in BAR, E88 1000/1167, 178).

116 Zur Erfindung der unbemannten Ballone mit selbst registrierenden Instrumenten siehe Middleton 1969, S. 298.

117 Höhler 2001, S. 291.

Naturforschende Gesellschaft liess sich davon überzeugen und stellte dem Vorsteher des Departements des Innern einen entsprechenden Antrag.¹¹⁸ Schliesslich war der Präsident der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt, Hugo Hergesell, persönlich an ihre letzte Jahresversammlung gereist und hatte für einen Schweizer Beitritt geworben.¹¹⁹ Die Initiatoren Forel, Heim und Maurer hofften, dass die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft am ehesten Druck auf den Bundesrat ausüben könnte, der internationalen wissenschaftlichen Vereinigung beizutreten.

Der Vorsteher des Departements des Innern verwies zunächst auf fehlende finanzielle Mittel, legte das Gesuch aber dennoch der ihm unterstehenden Eidgenössischen Meteorologischen Kommission vor.¹²⁰ Diese beschloss, die Angelegenheit genauer zu prüfen. Das Kommissionsmitglied Eduard Brückner, der Zentralanstaltsdirektor Robert Billwiller und François-Alphonse Forel als Vertreter der Initiatoren erarbeiteten gemeinsam einen Bericht, den sie 1902 präsentierten.¹²¹ Darin argumentierten sie, die Schweiz solle sich aus wissenschaftlichen, praktischen und politischen Gründen an den internationalen Ballonfahrten beteiligen. Die Wissenschaft profitiere von der Erforschung der oberen Luftschichten, weil die Ursachen für das Wettergeschehen nicht unten an der Erdoberfläche, sondern oben in den «Strömungen der allgemeinen atmosphärischen Circulation» zu suchen seien. Damit forderten die drei Autoren des Berichts, der Meteorologie eine stärker physikalische Ausrichtung zu geben, ja sie sogar zu einer Physik der Atmosphäre zu transformieren. «Physik der Atmosphäre» war in der zeitgenössischen meteorologischen Fachgemeinschaft ein Schlagwort.¹²² Zunächst stellte es vor allem eine Rhetorik dar, die für die Vision stand, die Meteorologie zu einer physikalischen Wissenschaft zu machen. Dann, etwa ab der Jahrhundertwende 1900, bezeichnete «Physik der Atmosphäre» die konkreten Versuche, die physikalischen Theorien der Mechanik und Thermodynamik auf Wetterphänomene zu beziehen. Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurde dieser physikalische Zugang schliesslich zu einer zentralen Praxis der Meteorologie. Von Beginn an, also seit dem späten 19. Jahrhundert, galt dabei die Erschliessung der dritten Di-

118 Schreiben Geiser (SNG) an EDI, 4. 6. 1899 (BAR, E88 1000/1167, 178). Siehe auch *Séance de la Commission préparatoire* 1899, S. 42; Schreiben Forel an EDI, 20. 10. 1899 (BAR, E88 1000/1167, 178).

119 Siehe Brückner 1898a, S. 107.

120 Zur Antwort des Bundesrats siehe *Bericht des Centralkomitees* 1899, S. 87.

121 Siehe «Bericht über die Verhandlungen der Fachkommission für das Projekt der Beteiligung der Schweiz an den internationalen wissenschaftlichen Ballonfahrten», 1. 4. 1902 (BAR, E88 1000/1167, 179).

122 Die Bezeichnung geht auf Wilhelm von Bezold zurück. Siehe Bezold 1892; Bezold 1901, S. 434. Siehe dazu Nebeker 1995, S. 27–35.

mension als entscheidend.¹²³ Ballonbeobachtungen aus bisher unerreichbaren Höhen waren also an die Erwartung geknüpft, damit die Erklärung atmosphärischer Dynamiken voranzubringen. Mit der Entdeckung der Temperaturinversion in etwa zehn Kilometer Höhe hatte die aeronautische Meteorologie auch bereits ein aufsehenerregendes Ergebnis vorzuweisen.¹²⁴

Neben diesen erkenntnisorientierten Aspekten stellte der Bericht von 1902 auch einen Nutzen für den Prognosedienst der Zentralanstalt in Aussicht – zumal das Wetter nach dem aktuellen meteorologischen Kenntnisstand in den oberen Luftschichten «gebraut» würde.¹²⁵ Und schliesslich machten die Autoren auch geltend, dass die Beteiligung an internationalen Forschungsprojekten eine politische Pflicht sei. Für sie war es selbstverständlich, dass die Atmosphäre oberhalb des schweizerischen Territoriums in das «Arbeitsgebiet der Schweizer Forscher» gehörte.¹²⁶ In dieser Logik konnte das erdumfassende Forschungsvorhaben der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt nur umgesetzt werden, wenn auch bislang unbeteiligte Staaten wie die Schweiz mitmachten.¹²⁷ Um der Meteorologischen Kommission einschliesslich des Vorstehers des Departements des Innern zu beweisen, dass die erst vor wenigen Jahren erfundenen Registrierballone verlässlich funktionierten, organisierte Brückner einen Aufstieg zu Demonstrationszwecken.¹²⁸ An der direkt daran anschliessenden Sitzung hiess die Kommission den Bericht in allen Punkten gut und beschloss, die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt solle sich an den international koordinierten Ballonaufstiegen beteiligen.¹²⁹ Daraufhin richtete die Zentralanstalt mit einem von der Bundesversammlung bewilligten Nachtragskredit eine

123 Von Bezold beispielsweise schrieb im Jahr 1901, die Forschung dürfte sich nicht mehr mit bodennahen Beobachtungen begnügen, sondern müsse «nach Oben vordringen». Siehe Bezold 1901, S. 435 f.

124 Durch Aufstiege mit Registrierballonen waren Richard Assmann und Léon Teisserenc de Bort unabhängig voneinander zur Überzeugung gelangt, dass die Temperatur bis in etwa zehn Kilometer abnehme, darüber aber relativ stabil sei. Dies stiess eine Unterteilung der Atmosphäre in verschiedene Schichten an. Zur sogenannten Inversion siehe Assmann 1915, S. 175; Dörries 2005, S. 62 f.; Höhler 2015a, S. 187. Insbesondere zur Stratosphäre siehe Greene 2015, S. 73–76.

125 «Bericht über die Verhandlungen der Fachkommission für das Projekt der Beteiligung der Schweiz an den internationalen wissenschaftlichen Ballonfahrten», 1. 4. 1902 (BAR, E88 1000/1167, 179).

126 Ebd. In diesem Sinne hatte die Erforschung der Atmosphäre auch eine machtdemonstrative Funktion, indem sie einen Herrschaftsanspruch symbolisierte.

127 Zum Ziel einer erdumfassenden Erforschung der freien Atmosphäre siehe Höhler 2001, S. 284 f., 295–300; Wille 2017.

128 Brückner führte den Aufstieg mithilfe Hugo Hergesells, dem Präsidenten der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt, durch. Siehe «Programm des Ballon-Aufstieges am 6. November 1902»; Schreiben EDI an Hergesell, 30. 10. 1902; Schreiben Billwiller an EDI, 7. 11. 1902 (alle in BAR, E88 1000/1167, 175). Siehe zur Entwicklung von Registrierballonen: Assmann 1915, S. 174–202.

129 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 6. 11. 1902

eigene kleine Ballonstation ein.¹³⁰ Die erste ihrer «Registrierballon-Fahrten», für die von nun an 1500 bis 2500 Franken des Jahresetats reserviert waren, fand am 7. Mai 1903 um 5 Uhr morgens, zeitgleich mit Aufstiegen an zehn weiteren Orten in Europa statt.¹³¹

Den Empfehlungen der internationalen Kommission folgend, verwendete die Zentralanstalt einen von Hugo Hergesell entworfenen Baro- und Thermografen, der den Verlauf der automatisch gemessenen Werte in eine Aluminiumfolie ritzte.¹³² Da die schweizerische Institution keine genügende Laboreinrichtung für Funktions- und Genauigkeitstests besass, wurden diese vom Meteorologischen Institut in Strassburg ausgeführt.¹³³ Als Instrumententräger wählte die Zentralanstalt Gummiballone, die der Berliner Meteorologe Richard Assmann 1901 als Alternative zu Papiermodellen eingeführt hatte.¹³⁴ Ballone von einhalb Metern Durchmesser reichten aus, um den weniger als 700 Gramm schweren Baro- und Thermografen emporzutragen. Gefüllt mit Wasserstoffgas stiegen die Ballone auf, bis ihre Widerstandsfähigkeit erreicht war und sie platzten. Danach öffnete sich ein Fallschirm, sodass die Registrierinstrumente in den meisten Fällen unbeschädigt auf dem Erdboden ankamen. Die Resultate der Fahrten, die gemäss dem internationalen Programm jeden ersten Donnerstag im Monat stattfanden, bezeichnete die Zentralanstalt als wertvoll.¹³⁵ Bereits im ersten Jahr erreichte sie zum Teil ähnliche Höhen wie die anderen, erfahreneren Teilnehmer und 1909 gelang ihr sogar ein Rekord: Einer ihrer Ballone stieg bis in 32 Kilometer Höhe auf – so hoch wie noch nie zuvor ein «Gebilde aus Menschenhand».¹³⁶ Laut der Zentralanstalt hatten die schweizerischen Ballonaufstiege besonderen Wert, weil ihre Aufzeichnungen mit denjenigen vom Säntis und von anderen

(BAR, E88 1000/1167, 96). Formell wurde nur eine versuchsweise Beteiligung beschlossen, die Zentralanstalt stellte den Beitritt allerdings als definitiv dar. Siehe Maurer 1903 (1904), S. 1.

130 Dies kam billiger, als bei jedem Aufstieg von Zürich nach Bern zu reisen, um dort die vorhandene, 1902 erstellte Ballonhalle der Luftschifferkompagnie der Armee zu benutzen. Siehe «Bericht über die Verhandlungen der Fachkommission für das Projekt der Beteiligung der Schweiz an den internationalen wissenschaftlichen Ballonfahrten», 1. 4. 1902 (BAR, E88 1000/1167, 179). Vereinzelt arbeitete die Zentralanstalt in den kommenden Jahren mit dem 1901 gegründeten Schweizerischen Verein für Luftschiffahrt («Aeroclub») zusammen. Siehe de Quervain 1913 (1914), S. 2. Zum Nachtragskredit siehe *Bericht des Bundesrates* 1904, S. 80.

131 Siehe Maurer 1903 (1904), S. 4 f.; Hergesell 1903. Zu den Ausgaben für Ballonaufstiege siehe das Dossier «BAR, E88 1000/1167, 109».

132 Maurer 1903 (1904), S. 2 f. Siehe auch Maurer 1904 (1905), S. 6; Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 24. 7. 1903 (BAR, E88 1000/1167, 179). Zur Diskussion um die Genauigkeit von Messungen bei Registrierballonaufstiegen siehe Hergesell 1900; Trabert 1902.

133 Siehe Maurer 1903 (1904), S. 6; de Quervain 1906 (1907), S. 1.

134 Siehe Assmann 1915, S. 175.

135 Maurer 1903 (1904), S. 8. Siehe auch *Bericht des Bundesrates* 1904, S. 80. Zu den internationalen Simultanaufstiegen siehe Höhler 2001, S. 224 und 294 f.

136 De Quervain 1909 (1910), S. 1. Siehe auch Jeannot/Philipona/Richner 2016, S. 144.

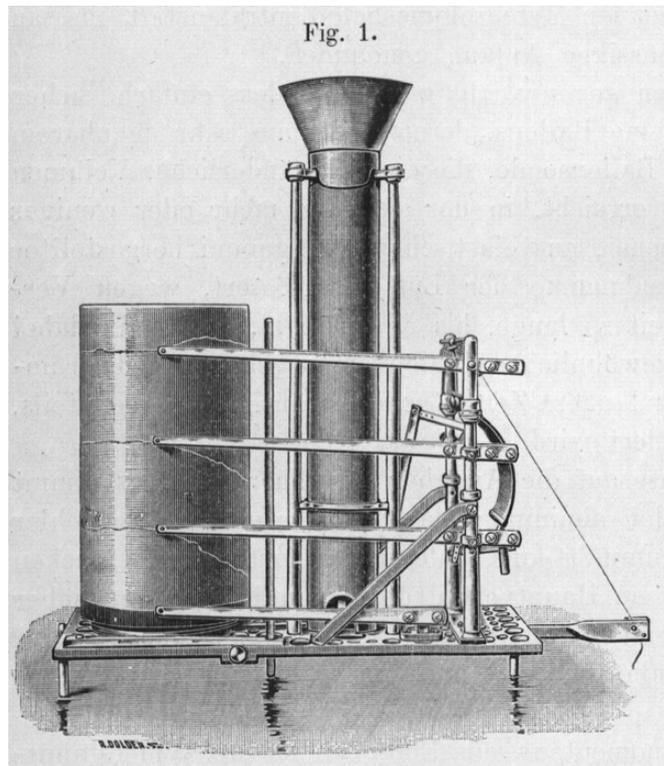


Abb. 25: Registrierapparat, den die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt für ihre unbemannten Ballonfahrten einsetzte.

Bergen verglichen werden konnten.¹³⁷ Nach diesem Argument konkurrenzieren die beiden Datenerhebungsmethoden einander nicht, sondern gewannen in ihrer Wechselseitigkeit an Bedeutung. Dennoch schmälerten die unbemannten Ballone die Bedeutung von Gipfelobservatorien für die meteorologische Forschung. Ballone etablierten sich schnell als hauptsächliches Werkzeug zur Untersuchung von Luftbewegungen in der freien Atmosphäre.¹³⁸

¹³⁷ Maurer 1904, S. 500. Indes wurden auch anderswo Resultate von Registrierballonaufstiegen und Bergstationen verglichen. Siehe Wege 2000, S. 37.

¹³⁸ Zur Rolle, die Registrierballonen für die Meteorologie als Wissenschaft zugeschrieben wurde, siehe das Kapitel «The upper air» im 1926 publizierten *Manual of Meteorology*: Shaw 1926, S. 207–233. Die Messungen auf Bergspitzen – ursprünglich initiiert, um unbeeinflusste Angaben zur freien Atmosphäre zu erhalten – wurden zunehmend als zu stark beeinflusst problematisiert. Siehe zum Beispiel de Quervain 1906b, S. 98 f.

Wenn auch immer wieder auf ihren wissenschaftlichen Nutzen verwiesen wurde, waren die Registrierballonaufstiege doch ein problembehaftetes Unterfangen. Teils platzten die Ballone wegen schlechter Gummiqualität zu früh, teils blieb die Uhr des Registrierapparats stehen.¹³⁹ Manchmal wurden Instrumente auch nicht wieder aufgefunden, insbesondere wenn sie im Gebirge landeten.¹⁴⁰ Deshalb machte die Zentralanstalt Versuche mit «gefesselten Registrierballonen», die an einem dünnen Draht emporgelassen wurden.¹⁴¹ Sie gab diese Methode aber wieder auf, weil sie ihr zu aufwendig war.¹⁴² Trotz solcher Probleme wurden die Ballonaufstiege zu einem wichtigen Teil im Programm der Zentralanstalt. Mit der Anstellung von Alfred de Quervain als oberster Assistent, genauer als «Adjunkt», erhielt das aeronautische Arbeitsgebiet zusätzliches Gewicht. De Quervain hatte zuvor als Assistent bei zwei führenden Forschern auf diesem Gebiet, Léon Teisserenc de Bort und Hugo Hergesell, sowie als Sekretär der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt gearbeitet.¹⁴³ Ab 1906 versuchte er, die Aerologie – wie sich die aeronautische Meteorologie nun nannte – innerhalb der schweizerischen Institution zu stärken.¹⁴⁴ Bei der angestrebten Entfaltung der Ballonforschung fühlte sich de Quervain jedoch von den internationalen Terminen zu stark eingeschränkt. Da die Simultanaufstiege weit im Voraus festgelegt wurden, war es immer Zufall, welche Wetterlage man untersuchte.¹⁴⁵ De Quervain interessierte sich aber für den spezifischen Augenblick, der eine Antwort auf eine «Experimentalfrage» versprach.¹⁴⁶ Auf seine Initiative

139 Siehe Maurer 1903 (1904), S. 3; Maurer 1905 (1906), S. 1. Eine neue Konstruktion behob die Störungen im Uhrwerk weitgehend. Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 24. 7. 1903 (BAR, E3001-01 2004/492, 267).

140 Im Jahr 1904 beispielsweise gingen bei vier von zwölf Aufstiegen die Instrumente verloren. Siehe Maurer 1904 (1905), S. 2.

141 Maurer publizierte zu «gefesselten Registrierballonen» einen Aufsatz in der *Meteorologischen Zeitschrift*: Maurer 1906.

142 Siehe de Quervain 1906 (1907), S. 1. Zu Fesselballonaufstiegen im Deutschen Reich siehe Assmann 1915, S. 154–170; Höhler 2001, S. 212 f.

143 Siehe Billwiller junior 1927a. Zu Alfred de Quervain siehe auch die Dissertation «Das Wissen, das aus der Kälte kam: Assoziationen der Arktis um 1912» von Lea Pfäffli (ETH Zürich). Neben Teisserenc de Bort (Trappes bei Paris) und Hergesell (Strassburg) war auch Richard Assmann (Berlin) ein zentraler Akteur der aeronautischen Meteorologie.

144 Julius Maurer, der sich zuvor um die Registrierballone gekümmert, nun aber die Direktion der Zentralanstalt übernommen hatte, überliess die Ausführung und Bearbeitungen der Ballonmessungen weitgehend de Quervain. Siehe de Quervain 1906 (1907), S. 1; Mörkifer 1938, S. 452.

145 Neben den fixen Monatsaufstiegen fanden ab 1905 auch Serienaufstiege an jeweils drei aufeinanderfolgenden Tagen statt, die genauere Untersuchungen ermöglichen sollten. Bei beiden Aufstiegsarten war die Wettersituation aber zufällig. Siehe zu den internationalen Serienaufstiegen: de Quervain 1906a, S. 505; Höhler 2001, S. 294.

146 De Quervain 1910 (1911), S. 1.

Abb. 26: Alfred de Quervain (1879–1927) arbeitete ab 1906 für die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt, die von seiner breiten Erfahrung auf dem Gebiet der aeronautischen Meteorologie profitierte. Undatierte Fotografie.



hin hielt sich die Zentralanstalt deshalb nicht länger strikt an die internationalen Termine, sondern führte vor allem sogenannte improvisierte Aufstiege durch.¹⁴⁷

Besonders interessant schienen de Quervain Aufstiege bei starkem Föhn. Dabei sollten die Ballonaufzeichnungen zum Beispiel beantworten, bis wie weit hinauf sich das Windphänomen bemerkbar machte.¹⁴⁸ Jeder Registrierballonaufstieg kostete die Zentralanstalt aber rund 100 Franken und beanspruchte jeweils zwei Mitarbeiter für mehrere Stunden.¹⁴⁹ Die kleine, aus eigener Perspektive unterfinanzierte Institution setzte deshalb vermehrt auf Pilotballone. Diese wurden ohne Instrumente emporgelassen. De Quervain entwickelte einen «Spezialtheodoliten», mit dem er die Flugbahn der Pilotballone verfolgen und daraus Richtung und Geschwindigkeit von Höhenwinden bestimmen konnte.¹⁵⁰ Durch diese kostengünstige Methode bot sich der Schweizerischen Meteorologischen

147 Siehe «Bericht über die Beteiligung der Zentralanstalt an den internationalen Ballonfahrten im Jahre 1906/07» (BAR, E88 1000/1167, 179).

148 Siehe de Quervain 1910 (1911), S. 1.

149 Siehe de Quervain 1906b, S. 100.

150 Siehe de Quervains Aufsatz in der *Meteorologischen Zeitschrift*: de Quervain 1906c. Siehe auch *MeteoSchweiz* 2000, S. 80 f.

Zentralanstalt ein «Feld für wertvolle Untersuchungen», was sie als Chance wahrnahm, trotz beschränkter Ressourcen ein aktuelles Forschungsthema zu bearbeiten.¹⁵¹ Für das Selbstverständnis der Zentralanstalt war es wichtig, dass sie eine eigene Forschungstätigkeit entwickeln konnte. Als Zweck der Pilotballonaufstiege gab sie jedoch nicht allein die Förderung der Forschung an, sondern verwies auch auf die Möglichkeit einer «prognostischen Verwendung».¹⁵² Dabei ging die Argumentation in zwei Richtungen: Einerseits sollten aus den Resultaten der Pilotballonaufstiege Erfahrungssätze abgeleitet und ein unmittelbarer Nutzen für die Beurteilung von Wettersituationen gezogen werden.¹⁵³ Andererseits argumentierte die Zentralanstalt längerfristig. Sie versprach, dass ihre Prognosen besser würden, je genauer man die Vorgänge in höheren Luftschichten erforscht und mit physikalischen Gesetzen begründet haben werde.¹⁵⁴

Tiefgreifend wirkte sich die dreidimensionale Betrachtung der Atmosphäre erst ab den 1920er-Jahren auf die Prognosepraxis der Zentralanstalt aus, indem sie die Methode adaptierte, die norwegische Meteorologen um Vilhelm Bjerknes basierend auf ihrer Theorie der Zyklonenbildung entwickelt hatten.¹⁵⁵ Der Aerologie brachte der in den 1920er-Jahren aufkommende zivile und militärische Flugverkehr einen grossen Impuls.¹⁵⁶ Im Laufe des 20. Jahrhunderts trieben also zahlreiche Meteorologen das Projekt einer Theoriebildung zu atmosphärischen Dynamiken weiter voran. Die Wissenschaftsgeschichte hat diesen Prozess als Physikalisierung der Meteorologie umschrieben.¹⁵⁷ Längerfristig gesehen gewannen in der meteorologischen Theoriebildung situationspezifische Messungen in der Höhe gegenüber langjährigen Erhebungen am Boden an Bedeutung. Die Techniken zur Sondierung der Atmosphäre veränderten sich allerdings: Pilotballone wurden nach dem Ersten Weltkrieg in erster Linie als Vorhersage- und nicht mehr als Forschungsmittel genutzt, Radiosonden ersetzten ab den 1940er-Jahren die herkömmlichen Registrierballone, und später wurden Daten

151 De Quervain 1906b, S. 98. Siehe auch de Quervain 1907, S. 546. Als Überblick zu Pilotballonaufstiegen siehe Assmann 1915, S. 202–220.

152 De Quervain 1906 (1907), S. 7.

153 Siehe de Quervain 1906b, S. 103.

154 Siehe dazu de Quervain 1906 (1907), S. 7. Dasselbe Argument hatte Billwiller in Bezug auf das Säntisobservatorium in Anschlag gebracht: Billwiller 1887, S. 28.

155 Siehe Billwiller junior 1946, S. 244–246.

156 Dadurch wurde die aeronautische Meteorologie militärisch relevant. Zum Einsatz von Pilotballonen zur Flugsicherung siehe Jeannet/Philipona/Richner 2016, S. 141.

157 Siehe zur Entwicklung der Meteorologie zu einer physikalischen Wissenschaft: Friedman 1989; Lehmann 2015; Fleming 2016; Gramelsberger 2017. Auch die Klimatologie, die im 19. Jahrhundert vorwiegend statistisch arbeitete, begann sich stärker physikalisch zu orientieren. Siehe Heymann 2009. Siehe auch Robert-Jan Willes laufendes Projekt «Mapping Climates and Climatology: Cartographical Practice in Wilhelmine and Weimar Germany and the Humboldtian Science of the Köppen-Wegener Family», von dem erste Ergebnisse bereits veröffentlicht worden sind: Wille 2017.

auch mit Flugzeugen und Satelliten erhoben.¹⁵⁸ Diese neuen Geräte verringerten die Wichtigkeit von Gipfelobservatorien für die physikalische Erforschung von Atmosphärenbewegungen. Die langjährigen Beobachtungen auf Bergen wurden aber zu bedeutsamen Klimamessreihen. Bei gewissen meteorologischen Datenprogrammen veränderten sich also die anfangs zugewiesenen Bedeutungen im Laufe der Zeit.

Im Vergleich zu späteren Jahrzehnten waren die aerologischen Arbeiten, die bis 1914 innerhalb der Zentralanstalt ausgeführt wurden, von kleinem Umfang. Zwar zählte seit dem 1901 verabschiedeten Bundesgesetz die Förderung der «theoretischen Meteorologie» zu den Aufgaben der Institution.¹⁵⁹ Doch bei den Ballonaufstiegen zeigte sich, dass die Zentralanstalt dies nur im Rahmen ihrer beschränkten Ressourcen umsetzen konnte. Ihre zwei Hauptaufgaben – die klimatologische Erhebung und die Wetterprognosen – hatten Priorität. In den Sommern 1909 und 1912 beispielsweise fanden kaum Ballonaufstiege statt, weil Alfred de Quervain je für mehrere Monate auf Expedition in Grönland war und deshalb das Personal für die «wissenschaftlichen Arbeiten» fehlte.¹⁶⁰ Nach dem Kriegsausbruch 1914 stellte die Zentralanstalt ihre aerologischen Tätigkeiten sogar für mehrere Jahre ein. Auch wenn de Quervain einige Kurse bei der militärischen Fliegertruppe veranstalten konnte, profitierte die Zentralanstalt nicht von der Kriegssituation, im Gegenteil.¹⁶¹ Anders als in den Krieg führenden Staaten wurde der Etat für die Meteorologiebehörde nicht aufgestockt, sondern gekürzt. Die Einstellung der aerologischen Tätigkeiten während des Ersten Weltkriegs hing also weniger damit zusammen, dass keine internationalen Simultanaufstiege mehr stattfanden, sondern vielmehr damit, dass sich das Ressourcenproblem der Zentralanstalt infolge der Mobilmachung und kriegsbedingter Sparmassnahmen verschärfte. Die nur zehn Mitarbeitenden hatten für die statistischen Zusammenstellungen und die Aufrechterhaltung des Prognosedienstes zu sorgen.¹⁶² In den Kriegsjahren kam deshalb die gewünschte Entfaltung als wissenschaftliche Forschungseinrichtung ins Stocken. Die institutionelle Identität war durch die Entwicklung bis 1914 aber nachhaltig geprägt worden. Für die Zentralanstalt stand nun ausser Frage, dass sie auch für die Bearbeitung von Forschungsfragen zuständig war. Anders als bei der statistischen Erfassung

158 Siehe Trischler 1992; MeteoSchweiz 2000, S. 142–158; Achermann 2016.

159 *Bundesgesetz* 1901, S. 896.

160 De Quervain 1912 (1913), S. 1. Siehe auch de Quervain 1909 (1910), S. 1. Zu den Expeditionen, bei denen neben glaziologischen, geologischen und anthropologischen Untersuchungen auch zahlreiche Pilotballonaufstiege durchgeführt wurden, siehe «Das Wissen, das aus der Kälte kam: Assoziationen der Arktis um 1912» (Dissertationsprojekt Lea Pfäffli, ETH Zürich).

161 Siehe de Quervain 1914 (1915), S. 1–4; Maurer 1915 (1916).

162 Als Überblick zum Personal der Zentralanstalt siehe das Protokoll der Bundesratssitzung vom 25. 11. 1919 (BAR, E1004.1, Bd. 273).

des Wetters und seiner Vorhersage dauerte es aber länger, bis die Wetterforschung nicht nur als Aufgabe der Zentralanstalt anerkannt, sondern auch entsprechend alimentiert wurde.

6 Die Erforschung von Klimaveränderungen

Der Aufbau der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt führte nicht zu einer vollständigen Zentralisierung und Verstaatlichung der Datenproduktion zu Wetter und Klima. Das zeigt sich besonders deutlich bei der Erforschung von Klimaveränderungen, also von zeitlichen Variationen der Klimaelemente. Obwohl die Zentralanstalt anfangs Beobachtungen aus der Zeit vor 1863 sammelte, beschäftigte sie sich anschliessend kaum mit dem Klima der Vergangenheit. Auch die Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Klima und Gletscherverhalten wurden von Akteuren ausserhalb der Zentralanstalt angestossen. Im Folgenden soll erklärt werden, wie sich die Datenlage zu Klima- und Gletscherveränderungen in der pluriinstitutionellen schweizerischen Forschungslandschaft ab den 1860er-Jahren entwickelte, welche Beobachtungsprogramme sich verstetigten und wie sich deren Resultate auf die Hypothesen zum Klimaverlauf auswirkten. Die Forschung über Klimaveränderungen verlief nicht als geradliniger Prozess. Vielmehr bestand sie aus einem Bündel zahlreicher Suchbewegungen, die zum Teil im Leeren verliefen oder andere Resultate als geplant hervorbrachten. Neue Datensammlungen führten nicht immer zu neuen Erkenntnissen. Zudem entstanden sie in einer Gemengelage von verschiedenen Motiven und situativen Kooperationen.

Wie dieses Kapitel zeigen wird, formten sich ab der Mitte des 19. Jahrhunderts unterschiedliche Herangehensweisen an die Frage nach Klimaveränderungen. So initiierte die Meteorologische Zentralanstalt das Projekt einer «Witterungsgeschichte», das sie aber schnell aufgab. Eduard Brückner, Geografieprofessor an der Universität Bern, erstellte derweil globale Verlaufskurven für die Zeit ab 1700. Brückner verwendete sowohl frühe instrumentelle Messungen als auch indirekte Beobachtungen wie Weinerntedaten. Basierend darauf formulierte er eine «Theorie der allgemeinen Klimaschwankungen», deren Entstehung und Rezeption in diesem Kapitel genauer betrachtet werden. Es soll dabei herausgearbeitet werden, weshalb sich die von Brückner vertretenen Klimazyklen von durchschnittlich 35-jähriger Dauer als überzeugende Lösung für die Frage nach Klimaveränderungen etablierten. Mit der Zielvorstellung, Gletscher als Klimaindikatoren nutzen zu können, wurden aufwendige Beobachtungsprogramme begründet. Die Frage, ob sich das gegenwärtige Klima veränderte, prägte sowohl die 1874 begonnene Rhonegletschervermessung als auch die ab 1880 organisierten Beobachtungen über Längenänderungen von Gletschern. Für das Entstehen der schweizerischen Beobachtungsprogramme zu Gletscherschwankungen

waren also meteorologisch-klimatologische Erkenntnisinteressen zentral gewesen. Abschliessend werden die grossen Schwierigkeiten thematisiert, die sich bei der Bestimmung der Einflussfaktoren auf das Gletscherverhalten ergaben. Es gelang den Wissenschaftlern des späten 19. und frühen 20. Jahrhunderts nicht, im Detail zu klären, auf welche Witterungsbedingungen Gletscher wie stark reagierten. Längerfristig gesehen beförderten die Messprogramme zu Eiszuwachs und Eisschmelze den Aufbau der Glaziologie als eigenständige, von der Meteorologie getrennte Disziplin.

Projekte einer «Witterungsgeschichte»

Alexander von Humboldt bezeichnete in seinem Hauptwerk *Kosmos* numerische Resultate als «das wichtigste Erbtheil, welches, immerdar wachsend, ein Jahrhundert dem andern überträgt».¹ Daran schlossen die ab Mitte des 19. Jahrhunderts entstehenden meteorologischen Institutionen an, indem sie ihre Beobachtungsdaten systematisch archivierten. Wie Kapitel 4 mit Rückgriff auf Lorraine Dastons Überlegungen zu den «Sciences of the Archive» gezeigt hat, sollte das gesammelte Material dereinst den nächsten Generationen der überzeitlich konzipierten Forschergemeinschaft dienen. In diesem Sinn schuf auch die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt ein Archiv für die Zukunft. Durch die Kontinuität ihrer Beobachtungen entstand eine wachsende Sammlung. Damit war die Überzeugung verbunden, dass sich die Frage nach Klimaveränderungen nur in der Langzeitperspektive beantworten lasse. Der erste Leiter der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, Rudolf Wolf, schrieb denn auch, mit den 1863 begonnenen Beobachtungsreihen solle dereinst ermittelt werden können, «ob die durchschnittlichen Witterungsverhältnisse im Laufe der Zeiten sich gleichbleiben oder secularäre Änderungen erleiden» würden.² Mit «secular» – häufig auch in der Schreibweise «säkular» – bezeichnete er eine zeitliche Grössenordnung von mehreren Jahrzehnten bis Jahrhunderten.³ Wollte man also mit den laufenden Wetteraufzeichnungen die Frage nach Klimaveränderungen klären, war Geduld angesagt.

Um die angestrebte übergenerationelle Wahrnehmungsausweitung mittels Langzeitbeobachtungen zu beschreiben, ist der Begriff der Verzeitlichung hilfreich. Gemäss dem Soziologen Wolf Lepenies wurden Techniken zur zeitlichen

¹ Von Humboldt 1845, S. 375.

² Schreiben Wolf an SNG, 27. 4. 1873 (BAR E88 1000/1167, 157).

³ Die Bezeichnung «säkular», die auf das lateinische Wort «saeculum» (Jahrhundert) zurückgeht, wurde nicht streng für einen Zeitraum von genau hundert Jahren verwendet, sondern allgemein für Zeitabschnitte, die mehr als ein Jahrzehnt umfassten.

Ordnung von Informationsbeständen im 19. Jahrhundert für die wissenschaftliche Arbeit zentral.⁴ Anhand des Umgangs mit gegenwärtigen und vergangenen Wetterbeobachtungen lässt sich nachverfolgen, wie sich die Diskussion über die Zulässigkeit und den Wert verschiedener Verzeitlichungstechniken entwickelte. Besonders aufschlussreich ist dabei die Ausdehnung in die Vergangenheit. Die Ambitionen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt konzentrierten sich nicht nur darauf, ein Archiv für die Zukunft anzulegen, also durch die Kontinuität ihrer Beobachtungen selbst zu einer Sammlung zu werden. Mithilfe früherer Beobachtungen sollte auch bereits in der Gegenwart eine Langzeitperspektive ermöglicht werden. Der oben zitierte Rudolf Wolf, der die Zentralanstalt von 1863 bis 1880 leitete, investierte deshalb viel Arbeitszeit in die Sammlung älterer Beobachtungsreihen. Unter seiner Führung publizierte die Zentralanstalt in ihren Jahrbüchern nicht nur die Resultate ihrer laufenden Messreihen, sondern auch Beobachtungen aus der Zeit davor. So sollten die Jahrbücher «den Charakter eines Archives für schweizerische Meteorologie» annehmen.⁵

Wolf schwebte eine möglichst vollständige Sammlung aller bisher in der Schweiz angestellten Wetterbeobachtungen vor.⁶ Im ersten Jahrbuch präsentierte er eine Liste der ihm bekannten, grösstenteils noch nicht publizierten Beobachtungsreihen seit dem 16. Jahrhundert.⁷ Anschliessend arbeitete Wolf die Liste mit seinen Mitarbeitern ab und nahm in jedes Jahrbuch einige ältere Messreihen auf.⁸ 1873 beschloss die von Wolf präsidierte Meteorologische Kommission dann allerdings, dass in den Jahrbüchern nur noch aktuelle Beobachtungen enthalten sein sollten.⁹ Deshalb veröffentlichte die Meteorologische Zentralanstalt die übrigen gesammelten Beobachtungen in einem Supplementband, der das Projekt 1885 zum Abschluss brachte.¹⁰ Mit der aufwendigen Suche nach Beobachtungen aus der Zeit vor 1863 hatte sich Wolf erhofft, eine solide Basis für eine «Witterungsgeschichte» der Schweiz zu schaffen.¹¹ Das von ihm aufgebaute Archiv der Meteorologischen Zentralanstalt blieb in den folgenden Jahrzehnten erhalten.¹²

4 Lepenies 1977, S. 320.

5 Wolf 1867, S. 119.

6 Siehe Wolf 1873 (1875), S. IV.

7 Wolf 1864 (1865), S. III f.

8 Siehe die Verzeichnisse der von der Zentralanstalt publizierten Beobachtungsreihen: Wolf 1867a (1868), S. V; *Uebersicht der bis jetzt abgedruckten ältern Beobachtungen 1877 (1880)*. Prioritär behandelte Wolf all diejenigen Instrumentenmessungen, bei denen sich die Beobachtungsumstände – die Instrumente, deren Aufstellung und die Zeiten der Messungen – rekonstruieren liessen. Siehe Schweizerische Meteorologische Centralanstalt 1885, S. I.

9 Siehe Wolf 1873 (1875), S. III.

10 Siehe den Band mit Tagesmittelwerten: Schweizerische Meteorologische Centralanstalt 1885.

11 Wolf 1864 (1865), S. V.

12 Siehe das Archivverzeichnis von 1920 in BAR, E3180-01 2005/90, 2.

Indes waren viele Meteorologen wenig enthusiastisch, was die Qualität früherer instrumenteller Daten anging. Es entstand ein deutliches Ungleichgewicht zwischen der Menge an gesammelten älteren Beobachtungen und einer systematischen Auswertung derselben.¹³

Das zeigt sich auch bei den Publikationen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. Während in den ersten Jahrbüchern zahlreiche ältere Beobachtungsreihen veröffentlicht wurden, basierte die zusammenfassende Darstellung des Klimas der Schweiz, die 1909 und 1910 erschien, ausschliesslich auf den seit 1863 erhobenen Daten. Eigentlich hatte die einige Jahre zuvor formulierte Aufgabenstellung für die nationale Klimabeschreibung anders gelautet: Das Klima der Schweiz sollte «auf Grundlage der jetzt 37jährigen Beobachtungen der schweizerischen meteorologischen Stationen sowie älterer Beobachtungsreihen» charakterisiert werden.¹⁴ Den Entscheid, die älteren Beobachtungen doch nicht zu berücksichtigen, rechtfertigte der seit 1905 amtierende Zentralanstaltsdirektor Julius Maurer mit zwei Argumenten: Erstens genügte seiner Ansicht nach das neuere Datenmaterial «vollauf» für eine Klimabeschreibung.¹⁵ Zweitens hielt er es für problematisch, aus heterogenen Beobachtungsreihen Mittelwerte zu berechnen, und lehnte deshalb eine «Vermischung» der Daten vor und nach 1863 ab.¹⁶ Ältere Beobachtungen taugten seiner Ansicht nach nicht als Vergleichsrahmen. Dementsprechend sah sich die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt nicht länger dafür verantwortlich, ältere Beobachtungen auszuwerten.

Trotz der Zweifel an der Qualität älterer Beobachtungsreihen stieg im späten 19. Jahrhundert das Interesse daran. Ob sich das Klima während der letzten Jahrzehnte und Jahrhunderte verändert hatte oder nicht, war eine vieldiskutierte Frage. Als Katalysator der Auseinandersetzung mit Klimaveränderungen wirkte die Entdeckung der Eiszeiten. Die Idee, dass weite Teile der Alpen einmal vergletschert gewesen sein könnten, war erstmals 1829 an der Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft geäussert worden.¹⁷ Später griff Louis Agassiz die These auf, baute sie in den 1840er-Jahren zur Eiszeittheorie aus und fand damit breite wissenschaftliche Anerkennung.¹⁸ Die Erkenntnis,

13 Zum Bearbeitungsdefizit siehe zum Beispiel: Hellmann 1901, S. 157.

14 *Naturwissenschaftliche Preisaufgabe* 1901.

15 Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 18.

16 Ebd. Obwohl Maurer die älteren Beobachtungen ausschloss, unterstrich er den Wert weit zurückgehender Reihen. Allen voran die Genfer und Basler Beobachtungen seien vertrauenswürdig genug, um den Verlauf der Jahrzehnte vor 1863 zu untersuchen. Siehe Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 19.

17 Der Walliser Kantonsingenieur Ignaz Venetz konnte die Anwesenden zwar nicht überzeugen, aber stiess mit seinem Vortrag die Entwicklung der Eiszeittheorie an. Siehe *Séance du 22 juillet* 1829, S. 31. Siehe dazu Krüger 2008, S. 135–138.

18 Siehe dazu Krüger 2008; Krüger 2009; Krüger 2015. Zur Erforschung der Erdgeschichte siehe

Abb. 27: Im Jahr 1890, kurz nach seiner Berufung an die Universität Bern, publizierte Eduard Brückner (1862–1927) seine Untersuchung «Klimaschwankungen seit 1700». Undatierte Fotografie.



dass sich das Klima im Laufe der Erdgeschichte mehrmals stark verändert hatte, führte zu einer vermehrten Auseinandersetzung mit der Frage, ob auch in der aktuellen Zeitepoche Klimaveränderungen stattfanden. Viele Wissenschaftler, die daran mitarbeiteten, den Nachweis für die Eiszeittheorie zu erbringen, beschäftigten sich auch mit dem Klima der letzten Jahrhunderte. Einer von ihnen war Eduard Brückner, der von 1888 bis 1904 den Lehrstuhl für Geographie der Universität Bern innehatte. Er spielte im Bereich der Eiszeittheorie eine wichtige Rolle und gehörte zu den Pionieren der Erforschung von Klimaveränderungen in historischer Zeit.¹⁹

Brückner sammelte eine grosse Menge an Aufzeichnungen aus früheren Jahrzehnten und Jahrhunderten und wertete sie aus. 1890 veröffentlichte er die Monografie *Klimaschwankungen seit 1700*, die in einer Rezension als «Universalgeschichte der Witterung» bezeichnet wurde.²⁰ Insgesamt hatte Brückner

Rudwick 2005; Dörries 2015; Schär 2015a. Zur Veränderung des Zeithorizonts in Bezug auf das Klima siehe auch die Einleitung in Horn/Schnyder 2016.

19 Gemeinsam mit Albrecht Penck schrieb Brückner das Standardwerk *Die Alpen im Eiszeitalter*: Penck/Brückner 1901–1909. Nach Bern war Brückner kurze Zeit in Halle, bevor er 1906 den Lehrstuhl für physische Geografie an der Universität Wien übernahm. Siehe zu Eduard Brückner (1862–1927): Stehr/von Storch 2000; Stehr/von Storch 2008; Lehmann 2015.

20 Brückner 1890b. Siehe auch die Rezension: Kremser 1891, S. 221.

dafür die Beobachtungen von 280 Temperaturstationen und 321 Niederschlagsstationen verwendet und zu regionalen Fünfjahresdurchschnitten aggregiert.²¹ Zusätzlich zu den Temperatur- und Niederschlagsdaten griff Brückner auch auf indirekte Beobachtungen zurück. Er quantifizierte Aufzeichnungen über die Zeitpunkte von Weinernten, über strenge Winter in Europa, über den Wasserstand des Kaspischen Meers und darüber, wie lange russische Flüsse jeweils vereist gewesen waren.²² Die Idee, den jeweiligen Beginn der Weinlese als Klimaindikator einzusetzen, übernahm Brückner von Louis Dufour. Der Lausanner Physikprofessor hatte 1870 einen Artikel zu Weinerntedaten im Kanton Waadt, die seit dem 16. Jahrhundert überliefert waren, publiziert.²³ Dufours Ziel war es gewesen, damit zu prüfen, ob das Klima in den letzten Jahrhunderten Veränderungen erfahren habe.²⁴ Schliesslich hatte er die Unsicherheiten aber als zu gross beurteilt, um in dieser Frage eine klare Position beziehen zu können.

20 Jahre später griff nun Brückner auf Dufours Weinerntedaten zurück.²⁵ Er ergänzte sie mit 25 weiteren Beobachtungsreihen aus Mitteleuropa und berechnete gemeinsame Fünfjahresdurchschnitte für den Beginn der Weinlese.²⁶ Daraus zeichnete er wie bei den Temperatur- und Niederschlagswerten eine Verlaufskurve für den Zeitraum 1700–1885.²⁷ Brückner entschied sich dagegen, früher einzusetzen, weil er seine Quellenlage erst von 1700 an als genügend reichhaltig erachtete.²⁸ Das mehrheitlich positive Echo, das Brückner für seine Arbeit erhielt, zeigt, dass der Einbezug indirekter Beobachtungen als wissenschaftlich gültiges Verfahren anerkannt wurde.²⁹ Bemerkenswert ist, dass diese Evidenzform viele Gemeinsamkeiten aufwies mit den Berichten Ortsansässiger oder Reisender, die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts immer seltener als empirische Grundlage für wissenschaftliche Arbeiten dienten.³⁰ Auch die Informationen zu Weinerntezeitpunkten, Flussvereisungen, Wasserständen und strengen

21 Siehe zur Methode: Brückner 1889, S. 105. Siehe dazu Brönnimann 2015, S. 171–174. Brückner stellte sich in Kontinuität zu Lang 1885, der für den Alpenraum Niederschlagsmengen und Temperaturreihen rekonstruiert hatte. Zur Datengrundlage siehe auch Brückner 1889, S. 320.

22 Siehe das Kapitel 8 in Brückner 1889. Zu Brückners Umgang mit diesen Quellen siehe auch Lehmann 2015.

23 Dufour 1868–1870. Zur Verwendung von Vegetationsentwicklungen als Klimaanzeiger siehe Fresso/Locher 2015, S. 69–73.

24 Sein Aufsatz im *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* trug dementsprechend den Titel «Notes sur le problème de la variation du climat». Siehe Dufour 1868–1870.

25 Brückner 1890b, S. 256.

26 Ebd., S. 320.

27 Siehe die Grafik «Säkulare Schwankungen der Temperatur, des Regenfalls, des Termins der Weinernte, der Häufigkeit kalter Winter und der Dauer der eisfreien Zeit auf russischen Strömen»: Brückner 1890b, S. 323–325.

28 Brückner 1890b, S. IV.

29 Siehe zum Beispiel Maurer 1897.

30 Zum Bedeutungsverlust nicht akademischer Reisender als «empirischer Arm» der Wissen-

Wintern waren vielfach unklar und ungenau. Der grosse Unterschied lag darin, dass Brückner ausschliesslich Beobachtungen verwendete, die sich quantifizieren, datieren und damit statistisch bearbeiten liessen. Er unterzog die Angaben einer Plausibilitätsprüfung und beschäftigte sich mit möglichen Fehlerquellen. Entscheidend neu an Brückners Herangehensweise war also, dass er ein Prüfverfahren für indirekte Beobachtungen entwickelte.

Brückners Klimazyklen

Brückner suchte in seinem Material zu Temperaturen, Niederschlägen, Weinernnten, strengen Wintern oder Flussvereisungen, das bis ins Jahr 1000 zurückreichte, nach Veränderungen. Er identifizierte 25 Zyklen, die durchschnittlich 35 Jahre lang dauerten.³¹ Ihm zufolge wechselten sich nass-kühle und trocken-warme Perioden immer wieder ab.³² Brückner bezeichnete dieses Modell eines zyklischen Verlaufs als «Theorie der allgemeinen Klimaschwankungen der ganzen Erde».³³ Aus seinem historischen Klimaarchiv leitete er also eine Theorie ab. Diese untermauerte er in vielen Vorträgen, Artikeln sowie in der 1890 veröffentlichten Monografie *Klimaschwankungen seit 1700* und erlangte dafür viel Zustimmung. Dabei half, dass Brückner die Länge und Intensität der Klimaschwankungen als variabel bezeichnete. Datenreihen, die keinen exakt 35-jährigen Rhythmus aufwiesen, bedeuteten für ihn nicht, dass sein Modell ungültig war. Vielmehr betonte er, dass es sich bei seiner Angabe lediglich um einen durchschnittlichen Wert handle.³⁴ Brückners These etablierte sich schnell als Lehrmeinung. Bereits 1897 konstatierte Julius Maurer, Assistent und späterer Direktor der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, dass die Existenz von Klimaschwankungen kaum mehr angezweifelt werde.³⁵ Ihren weitgehend unangefochtenen Status verloren die von Brückner behaupteten Zyklen erst ab den 1930er-Jahren.³⁶ Für Brückners Zeitgenossen war die These periodisch wiederkehrender Schwankungen plausibel, weil sie eine überzeugende Lösung der umstrittenen Frage

schaften siehe von Zimmermann 2002, S. 17. Zu Problemen der Verlässlichkeit von Evidenz in der Klimaveränderungsfrage siehe Lehmann 2015, S. 59.

31 Brückner 1890b, S. 39. Manchmal sprach Brückner auch von einer 36-jährigen Dauer.

32 Ebd., S. 288. Siehe auch Brückner 1888, S. 14.

33 Brückner 1891, S. 229; Brückner 1890b. Siehe dazu Jaeger/Hupfer/Kessler 2006; Stehr/von Storch 2008; Brönnimann 2015.

34 Siehe Brückner 1894; Brückner 1889, S. 107.

35 Maurer 1897, S. 263. Auch Hann schrieb, Brückner habe die Existenz einer 35-jährigen Periode der Klimaschwankungen «bis zu einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit» nachgewiesen. Siehe Hann 1908, S. 363.

36 Siehe Billwiller junior 1941, S. 292; Forêt 2013; Brönnimann 2015.

nach Klimaveränderungen in historischer Zeit zu bieten schien. Julius Hann schrieb 1908 in seinem *Handbuch der Klimatologie* in dritter Auflage: «Die Klimaschwankungen Brückners liefern eine Erklärung für die sich oft widersprechenden Ansichten über eine Verschlechterung oder Verbesserung des Klimas gewisser Örtlichkeiten, über ein Trockener- oder Feuchterwerden des Klimas. Solche Ansichten sind unter dem Einfluss verschiedener Phasen dieser Schwankungen entstanden.»³⁷

Nach Brückners Modell waren die zahlreichen widersprüchlichen Befunde zu Klimaveränderungen also nicht allesamt falsch, sondern dokumentierten einfach nur einen Ausschnitt der von ihm ermittelten langjährigen Schwankungen.³⁸ Brückner dehnte neben der zeitlichen Perspektive auch die räumlichen Dimensionen des Klimas aus. Genauso wie die Eiszeit die ganze Erde betraf, so hatten seiner Ansicht nach auch die Klimaschwankungen in der aktuellen Zeitepoche globale Ausmasse.³⁹ Von der «Westküste der alten Welt bis zu ihrer Ostküste, sowie im Innern Nordamerikas, von Deutschland über Italien und Indien bis nach Australien» sei ein «Gleichlauf» der Kurven feststellbar.⁴⁰ Allerdings hatte Brückner seine globalen Verlaufskurven hauptsächlich mit europäischen Daten konstruiert. Dementsprechend basierte seine These, dass sich Klimaschwankungen auf der ganzen Erde gleichzeitig vollzogen, auf einer dünnen empirischen Grundlage.

Was die Ursache für das Auf und Ab des Klimas war, konnte Brückner nicht beantworten.⁴¹ Er setzte aber eine Regelmässigkeit voraus, was sich darin verdeutlicht, dass er das Bild einer Uhr verwendete. Besonders von Astronomen war das Universum oft als Uhrwerk beschrieben worden.⁴² Brückner übertrug diese Metapher auf die laut ihm existierenden Klimazyklen: «Wie die Räder eines Uhrwerks greifen die verschiedenen meteorologischen Elemente dabei ineinander ein. Wir sehen die Räder sich drehen und den Zeiger in bestimmtem Rhythmus sich bewegen; allein die treibende Kraft der Feder ist uns verborgen. Nur die Wirkung derselben vermögen wir zu erkennen und hieraus auf die gewaltige Größe der Kraft zu schliessen.»⁴³

Obwohl Brückner hier die Unkenntnis über die eigentliche Ursache betonte, führte er andernorts Veränderungen der Sonnenstrahlung als wahrscheinlichste Erklärung an.⁴⁴ Deshalb liegt es nahe, dass er prüfte, ob seine Verlaufskurven

37 Hann 1908, S. 364.

38 Brückner 1890b, S. 290; Brückner 1889, S. 115.

39 Siehe Brückner 1890a, S. 141–143; Brückner 1890a, S. 149 und 272; Brückner 1894.

40 Brückner 1889, S. 107.

41 Brückner 1890b, S. 115 und 132; Brückner 1890b, S. VIII.

42 Siehe Bowker 2005, S. 56 f.

43 Brückner 1890b, S. 322.

44 Ebd., S. 242 f.

der Temperatur, des Niederschlags, der Weinerntedaten, der Flussvereisungen und der Häufigkeit strenger Winter parallel zur schwankenden Anzahl Sonnenflecken liefen. Diese teleskopisch beobachtbaren dunklen Stellen auf der Sonnenoberfläche galten seit etwa 1850 als bestes Mass für die Sonnenaktivität.⁴⁵ Brückner verwendete eine Sonnenfleckendatenreihe, die Rudolf Wolf als Leiter der Sternwarte Zürich zusammengestellt hatte.⁴⁶ Wolf hatte die Anzahl Sonnenflecken bis ins 17. Jahrhundert zurückverfolgt und dabei einen elfjährigen Zyklus entdeckt, was dazu motivierte, nach Korrelationen mit allen möglichen Phänomenen zu suchen. Zahlreiche Wissenschaftler versuchten, einen Zusammenhang zwischen den Sonnenfleckenzahlen und meteorologischen Daten zutage zu fördern.⁴⁷ Mit den Verlaufskurven, die Brückner entworfen hatte, wies die Sonnenfleckenhäufigkeit allerdings keine Koinzidenz auf.⁴⁸ Brückner zweifelte deshalb an, dass sich die solare Aktivität tatsächlich in der schwankenden Zahl der Sonnenflecken offenbarte. Plausibler schien ihm, dass eine von den Sonnenflecken unabhängige Strahlungsperiode existierte, die den von ihm behaupteten 35-jährigen Klimazyklen entsprach.⁴⁹ Von vornherein ausgeschlossen war für ihn, dass Abholzungen die Temperaturen oder Niederschlagsmengen veränderten.⁵⁰ Ausstehende, astronomisch bedingte Faktoren waren gemäss seinem Modell der sich gleichzeitig auf der ganzen Erde vollziehenden Klimaschwankungen viel plausibler. Brückner grenzte sich aber klar von der wissenschaftlich bekämpften Astrometeorologie ab, die die Theorie eines zyklischen Witterungsablaufs entsprechend bestimmter Planetenkonstellationen aufgestellt hatte.⁵¹ Inwiefern waren Brückners Klimazyklen vereinbar mit der Vorstellung, dass die Durchschnittswerte mehrerer Jahrzehnte als beständige Normalwerte gelten konnten? Nahm man die Existenz von Klimazyklen mit einer durchschnittlich 35-jährigen Dauer an, dann konnten Mittelwerte, die nicht zumindest eine

45 Siehe Mauelshagen 2010, S. 78 f.

46 Siehe die Grafik in Brückner 1890b, S. 325. Wolf hatte Sonnenflecken seit 1848 gezählt, ihre Beobachtung standardisiert und an der Sternwarte institutionalisiert. Siehe Billwiller 1894, S. 241.

47 Eine Periodenkoinzidenz für Temperaturvariation und Sonnenfleckenanzahl behauptete zum Beispiel: Köppen 1873b. Zur Korrelation mit Niederschlagsmengen siehe Jelinek 1873; *Literaturbericht* 1883; Mac Dowall 1895. 1908 kam Hann in der dritten Auflage seines *Handbuchs der Klimatologie* allerdings zum Schluss, dass sich der Zusammenhang zwischen Sonnenfleckenperioden und der Variation meteorologischer Elemente als «ziemlich unbedeutend» herausgestellt habe. Siehe Hann 1908, S. 355. Siehe dazu auch Halberg et al. 2010; Miller 2014.

48 Brückner 1889, S. 240 und 324.

49 Diese These bisher unbekannter Strahlungsschwankungen verfolgte Brückner aber nicht weiter. Siehe Brückner 1889, S. 240.

50 Brückner 1890b, S. 26. Siehe dazu auch das Kapitel 7.

51 Zur Astrometeorologie als Problem der wissenschaftlichen Meteorologie siehe Anderson 1999, S. 183–205; Locher 2009b, S. 97–100. Zu astrologischen Wettervorhersagen siehe Kapitel 8.

feuchte und eine trockene Periode umfassten, keine Normalwerte sein.⁵² Hanns *Handbuch der Klimatologie* von 1908 empfahl deshalb eine «volle Periode der Klimaschwankungen», das heisst mindestens 70 Jahre, als minimalen Zeitraum für klimatologische Mittelwerte.⁵³ Erst dann könnten diese als stabil angesehen werden. Auf der Skala von Jahrhunderten waren Brückners Klimazyklen gut mit der Stabilitätsidee vereinbar, denn Brückner ging davon aus, dass sie um eine langfristig konstante Mittellage pendelten.⁵⁴ Diese Vorstellung eines regelmässigen Auf und Ab schloss eine fortschreitende Veränderung in eine Richtung aus. Regelmässige Zyklen bedeuteten auch, dass Aussagen über das Klima der kommenden Jahre potenziell möglich waren. «Da vom Jahre 1000 an nicht weniger als 25 volle Schwankungen des Klimas nachgewiesen sind, unterliegt es auch nicht dem leisesten Zweifel, daß die 26. Schwankung nicht ausbleiben wird», kündigte Brückner an.⁵⁵ Er vermutete, dass die letzte feuchte Periode ihr Maximum um das Jahr 1880 erreicht hatte, und erwartete um 1900 herum eine Häufung trockener und warmer Jahre.⁵⁶

Viele seiner Rezipienten griffen diese Prognose auf. Julius Maurer zum Beispiel schrieb 1897, die kommenden Sommer würden sehr warm werden.⁵⁷ Allerdings hielt Brückner fest, dass er die Maxima der Perioden nur auf sechs Jahre genau angeben könne, entsprechend der von ihm berechneten Fehlerwahrscheinlichkeit einer Periodenlänge.⁵⁸ Zudem relativierte Brückner seine Prognose für Europa, da sich dort – anders als in Sibirien oder Australien – Schwankungen des Regenfalles nur «gedämpft» vollziehen würden.⁵⁹ Brückners statistischer Blick in die Zukunft stiess auf breites Interesse, weil er sich auch mit den wirtschaftlichen Konsequenzen des Klimaverlaufs auseinandersetzte. Klimaprognosen waren für ihn zugleich Prognosen über die «zukünftigen Geschicke des Menschen und seiner Werke».⁶⁰ Konkret bedeutete dies, dass Brückner seine Klimazyklen mit Getreidemengen in Zusammenhang brachte und daraus Konjunkturprognosen

52 Brückner 1890b, S. 286. Zur Länge von Normalperioden siehe Kapitel 4.

53 Hann schrieb: «Auch bei der Ableitung der klimatologischen Mittelwerte wird es gut sein, darauf zu achten, daß dieselben aus Jahresreihen gebildet werden, welche eine volle Periode der Klimaschwankungen oder ein Vielfaches derselben umfassen.» Siehe Hann 1908, S. 364.

54 Brückner 1894.

55 Ebd.

56 Brückner 1890b, S. 286 f.; Brückner 1894.

57 Maurer 1897, S. 269. Siehe auch *Brückner's Wettercyklus* 1899.

58 Brückner 1890b, S. 286.

59 Im Kontinentalklima würden sich die Perioden intensiver zeigen. Siehe Brückner 1890b, S. 286.

60 Daher berührten gemäss Brückner die Klimaschwankungen das menschliche Leben «tief». Siehe Brückner 1889, S. 101. Siehe auch das Kapitel zur «Bedeutung der Klimaschwankungen für Theorie und Praxis», in dem sich Brückner mit wirtschaftlichen und sozialen Konsequenzen beschäftigte: Brückner 1890b, S. 273–290. Siehe vergleichend dazu die Verflechtung von Menschen- und Klimageschichte im 18. Jahrhundert, die Eva Horn beschreibt: Horn 2016.

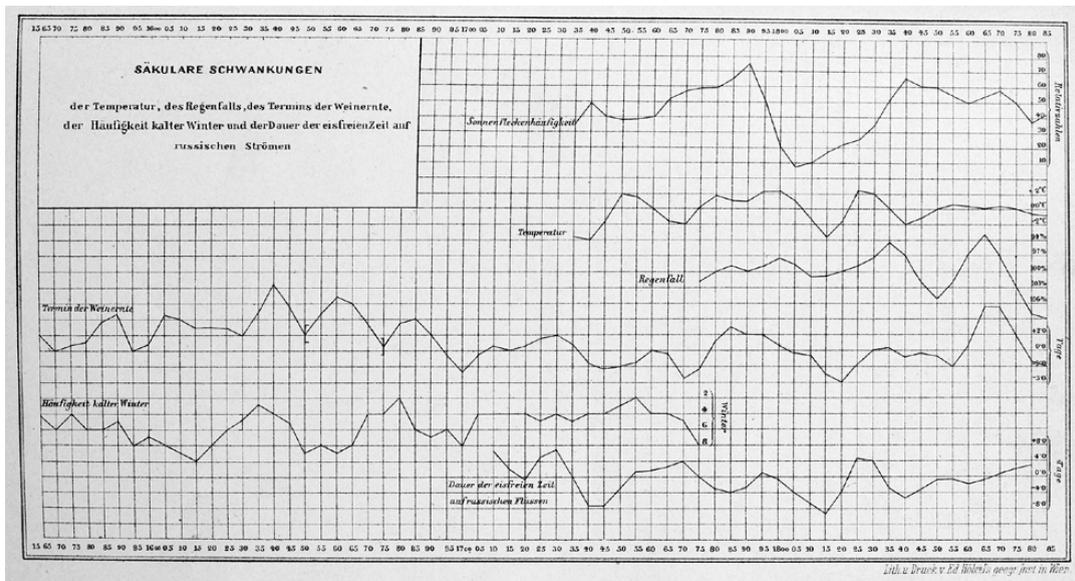


Abb. 28: Klimaschwankungen, wie sie Eduard Brückner 1890 darstellte. Die Kurven zeigen die Sonnenfleckenhäufigkeit, die globale Temperatur, den globalen Regenfall, europäische Weinerntedaten, die Häufigkeit kalter Winter in Europa und die Dauer der eisfreien Zeit russischer Flüsse. Beginnend im 16. Jahrhundert ist jeweils angegeben, wie stark die Werte einer Fünfjahresperiode von den Mittelwerten 1851 bis 1880 abweichen.

ableitete. Mitte der 1890er-Jahre sagte er beispielsweise eine Schwächung der russischen Getreideexporte für die kommenden zehn bis fünfzehn Jahre voraus.⁶¹ Brückner korrelierte klimatische Zyklen also mit landwirtschaftlichen Produktionszyklen wie auch mit Epidemien, Hungersnöten oder Perioden verstärkter Auswanderung.

Durch Brückners Arbeiten wurde die Historisierung des Klimas wesentlich vorangestossen. Damit wirkte in der Schweiz nicht die Meteorologische Zentralanstalt, sondern ein einzelner Wissenschaftler als wichtigste Antriebskraft. Die Zentralanstalt sammelte anfangs zwar auch Messungen aus der Zeit vor 1863, konzentrierte sich ab den 1880er-Jahren aber ausschliesslich auf die laufenden Beobachtungsreihen. Das heisst, sie sah davon ab, vergangene Klimaverhältnisse

61 Brückner 1894. Zu Brückners Analyse von Weizenpreisen siehe seinen Vortrag «Einfluss der Klimaschwankungen auf die Ernteerträge» vor der Geographischen Gesellschaft von Bern: *Aus der Monatsversammlung* 1894.

zu rekonstruieren, und beschränkte ihre Aufgabe stattdessen auf die Sicherung standardisierter Daten für die Zukunft. Brückners Fall zeigt, dass im späten 19. Jahrhundert auch indirekte Indikatoren aus früheren Jahrzehnten und Jahrhunderten Gültigkeit erlangen konnten.⁶² Brückner wirkte als Pionier im Gebiet der Klimarekonstruktion, das sich später als historische Klimatologie und Paläoklimatologie etablierte.⁶³ Das Thema der Klimaveränderungen, dem Brückner viel Aufmerksamkeit verschaffte, verlor nach einigen Jahrzehnten an Aufmerksamkeit. Variabilität auf der Skala mehrerer Jahrzehnte bis Jahrhunderte wurde im 20. Jahrhundert zunächst weniger untersucht. Stattdessen lag der Fokus auf der statistischen Auswertung kürzerer Messperioden. Erst mit der Erforschung anthropogener Einflüsse auf das Klima wurde die Frage nach Variabilität auf verschiedenen Zeitskalen erneut virulent. Ab Ende des 20. Jahrhunderts beschäftigten sich Klimatologen wieder vermehrt mit Schwankungsphänomenen, etwa der pazifischen Dekadenoszillation oder der atlantischen Multidekadenoszillation. In diesem Kontext fand auch eine Neuentdeckung von Brückners Arbeiten statt.⁶⁴

Gletscher zu Klimaindikatoren machen

Als sich die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft 1817 mit der Frage befasste, ob «die hohen Schweizerischen Alpen seit einer Reihe von Jahren wirklich rauher und kälter» geworden seien, existierten noch keine Datensammlungen, wie sie Eduard Brückner gegen Ende des Jahrhunderts vorlegte.⁶⁵ Deshalb schienen Gletscherbeobachtungen der beste Weg, um diese Frage zu bearbeiten. Für eine überzeugende Antwort schrieb die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft ein Preisgeld aus. Prämiert wurde schliesslich ein Manuskript des Walliser Kantonsingenieurs Ignaz Venetz. Dieser war der Ansicht, dass die Vor- und Zurückbewegungen der Gletscher am besten anzeigten, wie kalt oder warm es in vergangenen Zeiten gewesen sein musste.⁶⁶ In seiner Arbeit dokumentierte er

62 Zur Heterogenität innerhalb der Klimatologie am Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts siehe Lehmann 2015, S. 50.

63 Als Überblicke zur Witterungs- und Klimarekonstruktion mittels instrumentellen Messungen und indirekten Hinweisen siehe Brázdil et al. 2005; Mauelshagen 2014b.

64 Siehe die Publikation *Climate change since 1700* des Klimatologen Stefan Brönnimanns, der nicht nur Brückners Buchtitel «Klimaschwankungen seit 1700» übernimmt, sondern auch dessen Arbeit kritisch würdigt: Brönnimann 2015.

65 *Bericht über die Versammlung* 1817, S. 35. Siehe auch Krüger 2008, S. 128–131. Zur wahrscheinlichen Verbindung mit dem «Hungerjahr» 1816 siehe Bodenmann et al. 2011, S. 580 f.; Krämer 2015, S. 24.

66 Als Zeugnisse für frühere Gletscherstände führte Venetz die Position von Moränen, die Begehrbarkeit von Pässen, Vegetationsveränderungen oder die Existenz von Alphütten auf. Er präzenterte sowohl Angaben über zurückgegangene als auch vorgerückte Gletscher. Seine Arbeit

frühere und gegenwärtige Gletscherstände anhand zahlreicher Angaben von Naturforschern und Bewohnern des Alpenraums und kam zum Schluss, dass sich die Temperatur in unregelmässigen Perioden hebe und senke.⁶⁷ Rund ein halbes Jahrhundert später war die Methode, Zeugnisse von Bewohnern oder Reisenden zu sammeln, nicht mehr allgemein anerkannt. Brückner beispielsweise bewertete die überlieferten Informationen zu früheren Gletscherständen als zu unsicher, um sie als Beweisstücke einsetzen zu können.⁶⁸ Aufgrund veränderter Evidenzansprüche griffen Wissenschaftler in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts kaum mehr auf Angaben zu Gletschern zurück, um das Klima der vergangenen Jahrhunderte zu bestimmen. Sie stellten mit zahlreichen Gletschervermessungsprojekten aber die Weichen dafür, dass zukünftige Forscher die sich verändernden Eismassen als Indikatoren für Klimaverhältnisse nutzen konnten.

Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft und der Schweizerische Alpenclub entwarfen bereits Ende der 1860er-Jahre ein Gletscherbeobachtungsprogramm.⁶⁹ Eine gemeinsame Kommission, das sogenannte Gletscherkollegium, initiierte eine detaillierte Beobachtung des Rhonegletschers, die von 1874 bis 1922 andauerte.⁷⁰ Die Wahl fiel auf den Gletscher im Oberwallis, weil dieser als «classisch-typischer Gletscher» galt.⁷¹ Sein Verhalten sollte minutiös dokumentiert werden, um den Zusammenhang zwischen den Gletscherschwankungen und den meteorologischen Vorgängen erforschen zu können.⁷² Ziel war es, den Rhonegletscher als «Riesen-Instrument» zu verwenden.⁷³ Als Erstes erteilte der Alpenclub, der das Gletscherkollegium finanzierte, dem Eidgenössischen Topographischen Bureau den Auftrag, den Rhonegletscher zu vermessen. Mit präzisen Karten in kleinem Massstab sollten die zukünftigen Veränderungen

erschien 1833 als «Mémoire sur les variations de la température dans les Alpes de la Suisse»: Venetz 1829. Darin brachte Venetz die These, weite Teile der Alpen, des Juras und Nordeuropas könnten einst vergletschert gewesen sein, noch nicht zur Sprache. Zu Venetz' Vergletscherungs-idee siehe Krüger 2008.

67 Venetz stellte in Aussicht, dass die gegenwärtige kühle Periode bald von einer wärmeren abgelöst würde. Siehe Venetz 1829, S. 38.

68 Siehe dazu Brückner 1891, S. 229.

69 Damit begann eine koordinierte Beobachtung von Gletscheränderungen in der Schweiz. Die in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts unternommenen Untersuchungen von Franz Joseph Hugli und Louis Agassiz umfassten einzelne Prozesse, nicht aber die Grössenveränderungen ganzer Gletscher. Siehe dazu Haerberli/Zumbühl 2003.

70 Zur Kommission siehe «Schreiben des Alpenclubs an die Schweiz, naturforschende Gesellschaft» und «Antwort der Schweiz. naturforschenden Gesellschaft an den schweiz. Alpenclub», in: *Berichte* 1869, S. 139–145. Siehe auch das Dossier «Erste Akten» (1870–1874) in BBB, GA SANW, 642.

71 Forel 1882a, S. 302. Siehe auch die Bezeichnung «Normalgletscher» in Hagenbach-Bischoff 1900, S. 275.

72 Siehe zum Programm: Entwurf Schreiben Gletschercommission an Schweizerischer Alpenclub (im Folgenden «SAC»), 31. 8. 1871 (BBB, GA SANW, 642).

73 Hagenbach-Bischoff 1900, S. 277. Siehe auch *Rapport du Comité central* 1893, Annexe B, S. 92.



Abb. 29: Der Rhonegletscher im Jahr 1870. Fotografie.

Abb. 30: Die Messarbeiten auf dem Rhonegletscher waren auf langjährige Wiederholbarkeit angelegt. Fotografie, 1915.

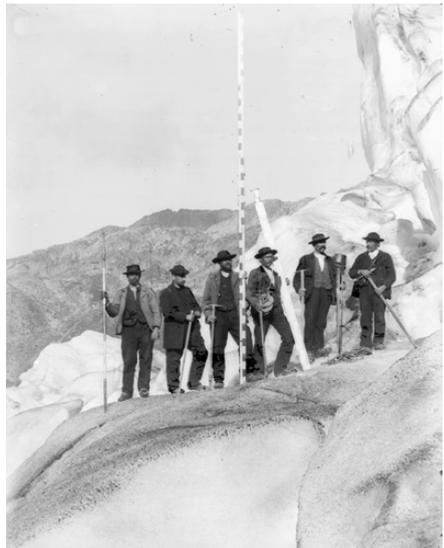
Abb. 31: Transport der Messinstrumente auf den Rhonegletscher. Fotografie, 1882.

Abb. 32: An den jährlichen «Messkampagnen» waren Ingenieure und zahlreiche Hilfskräfte beteiligt. Fotografie, 1899.

des Gletschers festgehalten werden.⁷⁴ Bei den jährlichen Nachmessungen bestimmten die Topografen und ihre Helfer jeweils nicht nur den Rand der Gletscherschneegrenze, sondern auch die Position von vier Steinreihen, die man 1874 quer über den Gletscher gelegt hatte.⁷⁵ Mit dieser neu erfundenen Methode liess sich die Fliessgeschwindigkeit der Gletscheroberfläche an verschiedenen Stellen verfolgen. Zum Beispiel legte der rund 30 Kilogramm schwere Stein Nummer 28, der mit anderen rot bemalten Steinen auf der Höhe der Gletscherschneegrenze

74 Zum Messverfahren siehe Hagenbach-Bischoff 1876; Hagenbach-Bischoff 1900; Held 1916; Chen/Funk 1990. Die jährlichen Nachmessungen führte jeweils ein Ingenieur des Topographischen Bureaus durch, unterstützt von Messgehilfen aus dem Obergoms. Zu diesen «Gehülfen», die teilweise während mehr als 20 Jahren mitarbeiteten, siehe Heim 1916a, S. 20.

75 Total waren dies neun Tonnen Steine. Siehe Rütimeyer 1916, S. 6. Zur Steinlegemethode, die Albert Heim vorgeschlagen hatte, siehe auch Forel 1906, S. 105; Held 1916, S. 27.



platziert worden war, in den ersten 25 Jahren einen Weg von fast zweieinhalb Kilometern zurück, während sich in derselben Zeit die Gletschergesamtlänge um 800 Meter reduzierte.⁷⁶

Über die Arbeit des zuständigen Vermessungsingenieurs Philipp Gosset zeigte sich das Gletscherkollegium sehr zufrieden.⁷⁷ Allerdings kostete die topografische Aufnahme bereits im ersten Jahr statt budgetierten 6000 Franken gegen 20 000 Franken.⁷⁸ Dieses Defizit löste jahrelange Streitereien aus, die unter anderem dazu führten, dass Gosset 1879 von seiner Stelle beim Eidgenössischen Topographischen Bureau zurücktrat.⁷⁹ Innerhalb des Schweizerischen Alpenclubs wuchs der Widerstand, die jährlichen Vermessungen weiter mitzufinanzieren, was eine Debatte darüber auslöste, inwieweit die Erforschung des Gebirges zu den Vereinsaufgaben gehörte.⁸⁰ 1893 stellte der Alpenclub seine finanzielle Unterstützung des Rhonegletscherprojekts ein. In der Folge organisierte das Gletscherkollegium eine Spendensammlung.⁸¹ Als sich auch diese Mittel sechs Jahre später erschöpften, wurden die Kosten für die jährlichen Vermessungen vom Topographischen Bureau, das sich 1902 in «Eidgenössische Landestopographie» umbenannte, alleine getragen.⁸² Trotz Finanzierungsschwierigkeiten wurde das Messprogramm also immer wieder verlängert. Die Beteiligten sprachen von einem «Nationalwerk», das der Schweiz «zur Ehre gereichen» werde.⁸³

Doch solange weder die 1874 erstellte detaillierte topografische Gletscheraufnahme noch die Resultate der jährlichen Nachmessungen veröffentlicht waren, blieb das Projekt ohne Nutzen für die Wissenschaft. Der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gelang es während Jahren nicht, das Topographi-

76 Hagenbach-Bischoff 1900, S. 272. Von Jahr zu Jahr veränderte sich die Geschwindigkeit der Steine nur wenig. Am schnellsten floss der Gletscher in seiner Mitte.

77 Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft verlieh Gosset einen Preis für seine Vermessungsarbeit. Siehe Rütimeyer/Mousson 1880. Zu Gosset siehe Germann 2014.

78 Siehe das Protokoll der Sitzung des Zentralkomitees des Alpenclubs vom 24. 3. 1875 (BBB, GA SAC, 32). Die Originalschreibweise für das Zentralkomitee lautete «Central-Comité».

79 Zu Gossets Rücktritt siehe Protokoll der Bundesratssitzung vom 14. 11. 1879 (BAR, E1004.1, Bd. 119). Zur sogenannten Gosset-Affaire siehe Rütimeyer 1916; Rickenbacher 2014.

80 Der Schweizerische Alpenclub hielt 1880 eine ausserordentliche Delegiertenversammlung ab, um die Finanzierung der Rhonegletschervermessung zu regeln. Siehe *Conférence extraordinaire des délégués* 1880–1881. Nach langer Diskussion erhielt das Zentralkomitee die Befugnis, das Defizit zu übernehmen und zukünftig maximal 2000 Franken jährlich für die Vermessungen einzusetzen. Siehe das Dossier «Verträge» in BBB, GA SANW, 642.

81 Siehe «Das Gletschercollegium des schweizerischen Alpenclubs an die Mitglieder des schweizerischen Alpenclubs und der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft so wie an alle Freunde der Alpennatur», undatiert, in: ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, GrP. Siehe dazu auch Schreiben Rütimeyer an Hagenbach-Bischoff, 5. 5. 1893 (ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, Korrr); *Rapport du Comité central* 1893, Annexe B, S. 85–92.

82 Heim 1915b, S. 177.

83 Schreiben Rütimeyer an Hagenbach-Bischoff, 1. 8. 1892 (BBB, GA SANW, 642); Schreiben Gletscher-Commission an SAC, 22. 5. 1875 (BBB, GA SAC, 275).

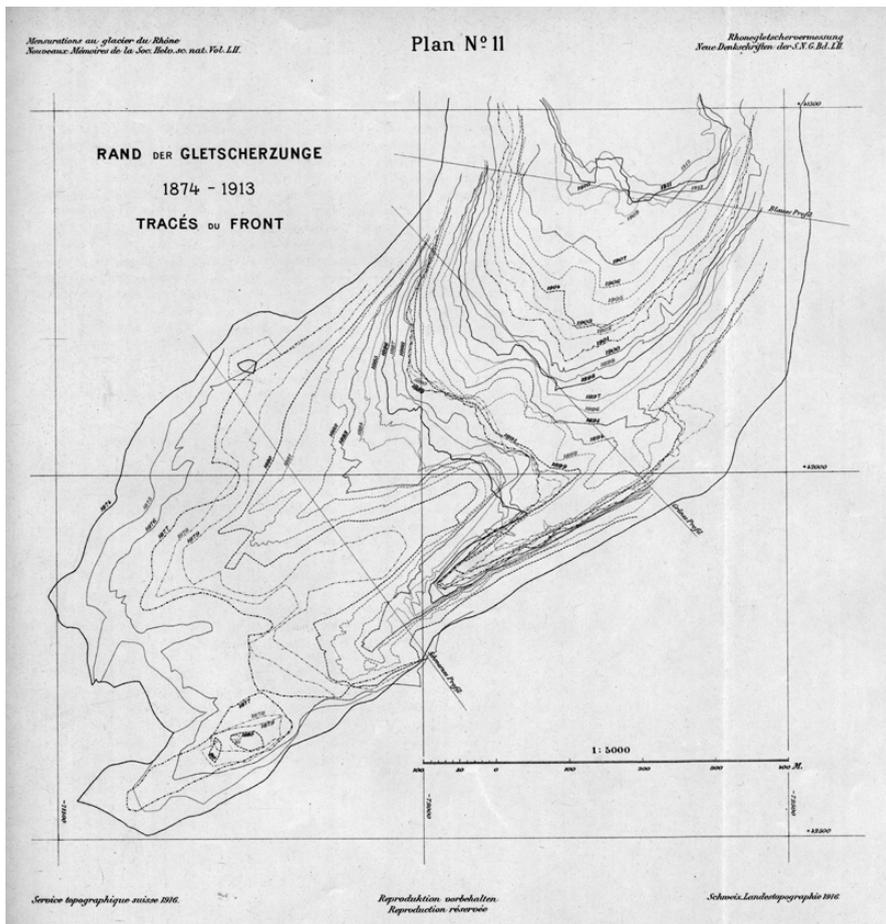


Abb. 33: Die Resultate der ab 1874 durchgeführten Untersuchungen des Rhonegletschers wurden 1916 veröffentlicht. In der Publikation enthalten war auch diese von der Eidgenössischen Landestopographie produzierte Karte. Sie stellt die Veränderungen der Gletscherzunge während 40 Jahren dar.

sche Bureau dazu zu bewegen, die Karten und Messergebnisse in eine druckreife Form zu bringen. So äusserte das Zentralkomitee der Naturforschenden Gesellschaft in seinem Jahresbericht 1910 die Befürchtung, Österreich werde womöglich die Schweiz «überflügeln», wenn die Publikation als «eminent nationale Aufgabe» nicht bald realisiert werde.⁸⁴ 1916 lag dann endlich die Monografie

84 Siehe Schreiben Fritz Sarasin (Präsident des Zentralkomitees der SNG) an EDI, 1. 12. 1910

Vermessungen am Rhonegletscher, 1874–1915 mit rund 200 Seiten Text, zahlreichen Karten und Fotografien vor.⁸⁵ Den Hauptteil, eine Zusammenfassung des seit 42 Jahren angesammelten Materials über die Veränderungen des Gletschers, hatte der erst nach dem Projektstart geborene Paul-Louis Mercanton verfasst, während der Überblick zu den Vermessungsmethoden und alle Karten von der Eidgenössischen Landestopographie stammten.

Das Gletscherkollegium hatte neben der Rhonegletschervermessung noch ein anderes Programm entworfen, das die Erstellung einer möglichst vollständigen «Statistik der schweizerischen Gletscher» zum Ziel hatte.⁸⁶ Dafür sollten Mitglieder des Alpenclubs, egal ob naturwissenschaftlich ausgebildet oder nicht, Beobachtungen einsenden. Die 1872 publizierte «Instruktion für die Gletscherreisenden des schweizerischen Alpenclubs» rief unter anderem dazu auf, jährlich Messungen über das Vor- und Zurückgehen der Gletscherenden anzustellen.⁸⁷ Der pensionierte Lehrer und Kassier der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Johann Jakob Siegfried, erklärte sich bereit, die Beobachtungen zu einem grossen «Gletscherbuch» mit Texten, Karten, Zeichnungen und Fotografien zusammenzuführen.⁸⁸ Allerdings liefen kaum Beiträge ein. Nach Siegfrieds Tod wurde das Projekt fallengelassen.⁸⁹ Wenig später erschien im Jahrbuch des Alpenclubs jedoch bereits ein neuer Aufruf.⁹⁰ Urheber war diesmal nicht das Gletscherkollegium, sondern François-Alphonse Forel, Anatomieprofessor in Lausanne und Mitglied zahlreicher Kommissionen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.⁹¹ Forel bat seine Vereinskollegen und weitere

(BBB, GA SANW, 642, Akten Hagenbach-Bischoff); Sarasin 1910, S. 8. Die Schreibweise «Zentralkomitee» wurde ab 1904 verwendet, vorher meistens «Central-Comité». Der Einheitlichkeit halber verwendet diese Untersuchung durchgängig die Form «Zentralkomitee».

85 Mercanton 1916. Für die Publikation in der Reihe «Neue Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft» bewilligte die Bundesversammlung eine Spezialsubvention von 10 000 Franken. Siehe Heim 1915b, S. 22.

86 *Instruktion für die Gletscherreisenden 1871–1872* (1872), S. 353; «Erste Akten» (1870–1874), in: BBB, GA SANW, 642.

87 *Instruktion für die Gletscherreisenden 1871–1872* (1872), S. 374.

88 Siehe dazu die vom Gletscherkollegiumsmitglied Albert Mousson verfassten «Grundsätze, nach denen das Gletscherbuch des SAC. einzurichten u. zu führen ist» in BBB, GA SANW, 642, Dossier «Erste Akten» (1870–1874).

89 Kurz vor seinem Tod hatte Siegfried dem Zentralkomitee des SAC ein Manuskript eingereicht, dem aber zahlreiche Mängel angelastet wurden. Siehe die Protokolle der Sitzungen des Zentralkomitees des SAC vom 30. 4. 1879, 25. 2. 1880 und 19. 5. 1880 (BBB, GA SAC, 33). Siehe zudem Schreiben Hagenbach-Bischoff an Rudolf Lindt (Präsident des Zentralkomitees des SAC), 23. 2. 1879 sowie Schreiben Franz Lang an Rütimeyer, 13. 7. 1879 (beide in BBB, GA SAC, 275).

90 Forel 1880–1881b. Siehe dazu Schreiben Forel an Hermann Zähringer (früherer Präsident des Zentralkomitees des SAC), 16. 6. 1880 (BBB, GA SAC, 275).

91 Nach einem Medizinstudium forschte François-Alphonse Forel (1841–1912) – zunächst neben seiner Lehrtätigkeit und ab 1895 als finanziell unabhängiger Privatgelehrter – in den Bereichen Archäologie, Geologie, Seismologie, Limnologie und Glaziologie. Er war innerhalb der

Abb. 34: François-Alphonse Forel (1841–1912) initiierte systematische Gletscherbeobachtungen. Fotografie, 1887.



ihm bekannte Naturinteressierte um Angaben über Längenänderungen von Gletschern. Für seinen ersten, 1881 in der Zeitschrift der Westschweizer Alpenclub-Sektionen abgedruckten Bericht über die «variations périodiques des glaciers des Alpes» konnte er bereits auf gut 20 Informanten zurückgreifen, darunter der Grindelwalder Pfarrer Gottfried Strasser, der Walliser Hotelier Emil Cathrein oder der Geologe Friedrich Moritz Stapff, der in der Zentralbauleitung der Gotthardbahn arbeitete.⁹² Dabei führte Forel nicht nur Beobachtungen zu schweizerischen, sondern auch zu französischen, italienischen oder österreichischen Gletschern auf.⁹³

Auslöser für Forels Initiative war der augenfällige Rückgang vieler Gletscher, der ab Mitte des Jahrhunderts eingesetzt hatte. 1882 schrieb er: «Von jeder Seite, sowohl von Alpenclubisten und Alpentouristen als auch von den Alpenbewohnern selbst sind uns Fragen gestellt worden: Werden unsere Gletscher verschwinden? Welches ist die Ursache dieser Verminderung? Hat sich das Alpen-Klima

Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft Mitglied der Denkschriftenkommission (ab 1871), der anthropologischen Kommission (ab 1878), der Erdbebenkommission (ab 1878), der limnologischen Kommission (ab 1887), der Gletscherkommission (ab 1898), der Bibliothekskommission (ab 1899) sowie der Schläfli-Kommission (ab 1899). Siehe Forels Autobiografie, die er 1909/10 für seine Enkel verfasste: Forel 2012, S. 197. Siehe zudem Bertola 1998.

92 Forel 1880–1881a.

93 Bereits im ersten Bericht waren Beobachtungen von Venance Payot aus dem französischen Chamonix enthalten. Siehe Forel 1880–1881a, S. 41 f. Der zweite Bericht berücksichtigte auch Gletscher in den österreichischen Alpen, über die Forel von Eduard Richter (1847–1905) informiert worden war. Siehe Forel 1882b, S. 145 f.; Schreiben Forel an Richter, 20. 11. 1881 (OeAV, HS 1.278). Ich danke Martin AchRAINER für die Digitalisierung dieser Quelle.

verändert? – Wir waren aber in sehr grosser Verlegenheit um Antwort. Es fehlte uns nicht nur die Theorie, sondern auch das Beobachtungsmaterial selbst.»⁹⁴ Zudem hatte sich Forel mit der Hypothese auseinandergesetzt, dass die schweren Überschwemmungen des Genfersees, die in den 1870er-Jahren gehäuft aufgetreten waren, mit dem Schmelzen der Gletscher zu erklären seien.⁹⁵ Auch hier war das Fehlen einer empirischen Basis offenkundig. Forel gelang es, die Beobachtungen über die Gletscherlängen zu verstetigen.⁹⁶ Ein massgeblicher Erfolgsfaktor war, dass die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft das Projekt in den 1890er-Jahren übernahm. Die 1893 gegründete Gletscherkommission hatte nicht nur die Aufgabe, die Rhonegletschervermessung in der Nachfolge des Gletscherkollegiums weiterzuführen, sondern auch alle Beobachtungen zu Gletscheränderungen zu «zentralisieren».⁹⁷ Was Forel aus eigenem «Antrieb» begonnen hatte, wurde damit der Naturforschenden Gesellschaft unterstellt.⁹⁸ Nach wie vor war Forel Hauptautor der jährlichen Berichte, konnte aber auf die Mitarbeit der Gletscherkommission zählen.⁹⁹ So war die Kontinuität über Forels Tod hinaus gesichert.¹⁰⁰ Es gelang auch, kantonale Behörden in die Beobachtungsarbeit zu involvieren. In einem ersten Schritt erreichte Forel, dass die Walliser Kantonsregierung 1892 ihre Forstbeamten beauftragte, jährlich die Gletscherzungen auszumessen.¹⁰¹ Als

94 Forel 1882a, S. 315.

95 Forel erklärte seine Motivation für die Gletscherberichte wiederholt mit dem «Procès du Léman», bei dem sich die Kantone Waadt und Genf vor Bundesgericht über die Ursachen von Überschwemmungen gestritten hatten. Siehe *Séance du 7 Juillet* 1880–1881, S. XXV; Forel 2012, S. 51 f. und 86–91.

96 Jedes Jahr publizierte Forel einen Bericht, zunächst im *Écho des Alpes*, ab 1883 im *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub*. Das derzeit laufende Programm «Glacier Monitoring in Switzerland» stellt sich in Kontinuität zu Forel. Siehe Funk 2012, S. 248.

97 Siehe den Aufgabenbeschrieb in *Compte rendu* 1895, S. 186. Zur Gletscherkommission, die gegründet wurde, nachdem der Alpenclub aus dem Rhonegletscherprojekt ausgetreten war, siehe die Sitzungsprotokolle im ETH-Archiv (ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, Prot) sowie die Berichte in den *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* (Jahrgänge 1893–1910). Die Kommission wurde zunächst von Eduard Hagenbach-Bischoff, ab 1911 von Albert Heim und ab 1918 von Paul-Louis Mercanton präsidiert. Siehe zur Kommission zudem Kasser 1986; Aellen 1986, Aellen 1995; Kasser 1995.

98 Siehe Rundschreiben Hagenbach-Bischoff, 14. 1. 1894 (ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, Korr); Rütimyer 1916, S. 14. Forel selbst war erst ab 1898, nach seiner Amtszeit als Präsident des Zentralkomitees, Mitglied der Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. 1882–1893 war er Mitglied des Gletscherkollegiums, dem von Alpenclub und Naturforschender Gesellschaft gemeinsam bestellten Gremiums, gewesen.

99 Beteiligt waren Léon Du Pasquier (1864–1897), Maurice Lugeon (1870–1953) und Paul-Louis Mercanton (1876–1963), der die Redaktion ab 1914 alleine übernahm. Auch Forels Schwiegersohn Ernest Muret (1861–1940), der selbst nicht Mitglied der Gletscherkommission war, arbeitete mit.

100 Siehe zum 20. Jahrhundert: Kasser 1986.

101 Siehe dazu Schreiben Forel an Staatsrat Maurice de la Pierre, 10. 2. 1892, abgedruckt in Forel 1891–1892 (1892), S. 294–297.

zweiter Schritt folgte eine Anfrage an den Bundesrat, allen Bergkantonen nahe-zulegen, durch ihre Forstdienste solche Gletscherbeobachtungen anstellen zu lassen.¹⁰² Diesen Antrag von 1893 stellte Forel im Namen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, deren Präsidium er soeben übernommen hatte. Er argumentierte folgendermassen: «Il nous paraît qu'un seul organisme de nos sociétés humaines est égal, par sa persistance, à la majestueuse lenteur de ce phénomène naturel: c'est l'Etat; l'Etat qui se renouvelle sans cesse, et qui dure plus que les individus, que les associations de naturalistes, autant que la société humaine. L'Etat peut avoir des vues plus étendues, et recueillir pour les générations futures des matériaux dont celles-ci bénéficieront.»¹⁰³

Zusätzlich machte Forel geltend, dass Gletscherbeobachtungen der Gefahrenprävention dienen würden.¹⁰⁴ Der Bundesrat liess sich davon überzeugen und beauftragte das Eidgenössische Oberforstinspektorat, den kantonalen Forstdiensten eine Anleitung und Beobachtungsformulare zuzusenden.¹⁰⁵ Nach einer einfachen Methode mit Messband und Kompass bestimmten die Förster fortan jeden Herbst die Zu- oder Abnahme der Gletscherausdehnung gegenüber dem Vorjahr. Die Resultate wurden in die Berichte über die «variations des glaciers des Alpes» integriert, die bald nur noch auf diesen Messungen der Förster basierten und keine, meistens weniger präzisen Angaben von Alpenclubmitgliedern enthielten.

Forels Dokumentation der gegenwärtigen Gletschervariationen umfasste zunächst das ganze Alpengebiet. Nach einem Jahrzehnt, ab den 1890er-Jahren, beschränkte sich Forel auf die schweizerischen Gletscher, denn inzwischen hatten Forscher in Österreich, Deutschland oder Frankreich seinem Vorbild folgende eigene Programme für die Sammlung und Publikation von Gletscherbeobachtungen geschaffen.¹⁰⁶ Forel schlug vor, ein internationales Netzwerk aufzubauen, um Resultate auszutauschen und zu Beobachtungen in weiteren Regionen zu animieren.¹⁰⁷ Der Internationale Geologenkongress von 1894 setzte diese Idee um und gründete eine Gletscherkommission mit Forel als erstem Präsi-

102 *Rapport du Comité central* 1893, Annexe A.

103 Ebd., S. 84. Auch bereits in seinem Gesuch an die Walliser Regierung hatte Forel geschrieben, dass nur der Staat für die Kontinuität der Beobachtungen sorgen könne. Siehe *Forel* 1891–1892 (1892), S. 296.

104 *Rapport du Comité central* 1893, Annexe A, S. 84.

105 Siehe das Dossier «Gletscherbeobachtungen durch das Forstpersonal» in BAR, E16 1000/40, 673. Die Beteiligung des Forstpersonals hält bis heute an. Siehe Aellen 1995, S. 125; Funk 2012, S. 242.

106 Zur geografischen Einschränkung der Berichte siehe *Forel* 1891–1892 (1892), S. 292. Zur Registrierung von Gletscherschwankungen durch den Deutschen und Österreichischen Alpenverein siehe Richter 1893.

107 Siehe Rabot/Mercanton 1913/14. Forel erhielt Unterstützung von Marshall Hall (1831–1896).

ten.¹⁰⁸ Dank ihres Mäzens, des Grossneffen Napoleon Bonapartes, konnte diese Kommission jedes Jahr eine Sammlung von Beobachtungen zu Gletscherlängen publizieren.¹⁰⁹ Die Informationslieferanten waren an keine strikten Vorgaben gebunden, was zwar die Beteiligung erhöhte, aber eine hohe Heterogenität der Informationen zur Folge hatte.¹¹⁰ Das Spektrum reichte von vagen, aus Reiseberichten übernommenen Beschreibungen bis hin zu Messungen, die auf einen Zehntel Meter genau waren.¹¹¹ Ihren globalen Ausdehnungsanspruch konnte die Internationale Gletscherkommission nur beschränkt umsetzen. Auch zehn Jahre nach ihrer Gründung fielen mehr als vier Fünftel der registrierten Gletscher auf Europa. Die Kommission unternahm aber ernstliche Anstrengungen, damit mehr Gletscher in anderen Weltregionen beobachtet wurden. Denn ihrer Ansicht nach konnte das «Gesetz der Variationen der Gletscher» nur mit einer globalen Perspektive entdeckt werden.¹¹² Einen herben Rückschlag erlitt dieses Projekt durch den Ersten Weltkrieg, der das Netzwerk auseinanderfallen liess.¹¹³ Erst ab 1930 erschienen wieder internationale Berichte über den Stand der Gletscher.

Das Problem der «Summenwirkung»

In der Schweiz wurden zusätzlich zur Rhonegletschervermessung und zu Forels Berichten eine Reihe von Spezialbeobachtungen zum Zusammenhang zwischen Klima und Gletscherverhalten unternommen. Viele davon entstanden durch eine enge Zusammenarbeit zwischen der Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und der Eidgenössischen Meteorologischen Kommission, die im Auftrag des Bundesrats die Meteorologische Zentralanstalt beaufsichtigte. Die beiden Kommissionen teilten nicht nur gemeinsame Inter-

108 Siehe den ersten Bericht der Kommission: Forel 1899. Zur Gründung siehe auch Schreiben Forel an Hagenbach-Bischoff, 5. 9. 1894 (ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, Korr). Zum konzeptuellen Rahmen der Kommissionsarbeit siehe Forels «Discours préliminaire»: Forel 1895. Siehe zudem Baird 1958; Radok 1997.

109 Zu Roland Bonaparte siehe Schreiben Forel an Hagenbach-Bischoff, 5. 9. 1894 (ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, Korr); Hamberg 1930. Die unter dem Titel «Les variations périodiques des glaciers» erscheinenden Berichte fassten die von den Kommissionsmitgliedern eingesandten Angaben zusammen. Sie wurden bis 1905 in den *Archives des sciences physiques et naturelles*, anschliessend in der neu gegründeten *Zeitschrift für Gletscherkunde, für Eiszeitforschung und Geschichte des Klimas* abgedruckt. Zu den Nachfolgeinstitutionen im 20. Jahrhundert siehe Zemp et al. 2008; Zemp et al. 2015.

110 Forel wandte sich 1895 explizit dagegen, eine Methode vorzuschreiben: Forel 1895, S. 226–228.

111 Im Bericht zu 1905 beispielsweise lagen 165 der 195 dokumentierten Gletscher in Europa. Siehe Fielding Reid/Muret 1906.

112 Richter 1900, S. 2.

113 Brückner 1917, S. 129; Hamberg 1930; Baird 1958, S. 254.

essen, sondern waren auch auf personeller Ebene miteinander verschränkt. Das lag vor allem an Eduard Hagenbach-Bischoff. Der Basler Physikprofessor präsi- dierte die Gletscherkommission und war seit 1876 auch Mitglied der Meteorolo- gischen Kommission. Von 1894 an führte er de facto auch diese Kommission, da die jeweiligen Vorsteher des Eidgenössischen Departements des Innern, die of- fiziell das Präsidium innehatten, ihm als Vizepräsidenten weitgehend die Arbeit überliessen.¹¹⁴ Hagenbach-Bischoff bemühte sich darum, Niederschlagsmessun- gen in Gletschernähe zu organisieren. Mit diesen Daten sollte herausgefunden werden, inwiefern Niederschläge das Anwachsen von Gletschern bestimmten. Beim Rhonegletscher, dessen Bewegungen seit 1874 genau dokumentiert wur- den, war die nächste meteorologische Station vier Kilometer vom Gletscherende entfernt.¹¹⁵ Hagenbach-Bischoff empfahl deshalb eine neue Station in Gletsch einzurichten, dem Weiler in nur wenigen hundert Metern Distanz zum Rho- negletscher.¹¹⁶ Die Meteorologische Kommission nahm diesen Vorschlag auf, doch die Zentralanstalt fand keinen Beobachter in Gletsch, der die Messungen ganzjährig und zuverlässig ausführte.¹¹⁷

Als Ersatzlösung schlug Hagenbach-Bischoff im Namen der Gletscherkommis- sion einen selbst registrierenden Apparat vor.¹¹⁸ Indes teilte ihm der Zentralan- staltsdirektor Robert Billwiller mit, dass dies «zum Fenster hinausgeworfenes Geld» wäre, da ein automatisch aufzeichnendes Instrument nur unter ständiger, fachkundiger Überwachung brauchbare Resultate liefere.¹¹⁹ Hierauf entwarf Hagenbach-Bischoff eine neue Idee: Auf den Rhonegletscher sollte eine grosse wasserdichte Kiste aus Eisenblech gestellt werden, mit der man die Jahresnie- derschlagsmenge erfassen könnte. Nachdem Billwiller das Projekt gutgeheissen hatte und ein Testversuch im Tal positiv verlaufen war, wurde eine eigens kons- truierte, 500 Kilogramm schwere Kiste vom Hilfspersonal der Rhonegletscher- vermessung auf eine Höhe von 2650 Meter über Meer hinauftransportiert.¹²⁰

114 Das Departement des Innern verzichtete 1902 ganz darauf, die Kommission zu präsidieren, sodass Hagenbach-Bischoff 1903 Präsident wurde. 1909 trat er aus Krankheitsgründen zurück. Siehe zu Eduard Hagenbach-Bischoff (1833–1910): Veillon/Forel 1911.

115 Hagenbach-Bischoff 1900, S. 275.

116 Protokoll über die Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 3. 6. 1893 (BAR, E88 1000/1167, 96).

117 Die Zentralanstalt konnte 1893 zwar den Postbeamten dazu verpflichten, aber dieser wohnte nur während der Sommermonate in Gletsch. Der Versuch, das Hotel Glacier du Rhône eine Station führen zu lassen, war bereits früher gescheitert. Siehe Schreiben Billwiller an Hagenbach-Bischoff, 5. 1. 1893; 13. 7. 1893; 17. 7. 1894; 31. 7. 1895 (alle in ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, Korr). Siehe auch Hagenbach-Bischoff 1895, S. 121.

118 Protokoll der Sitzung der Gletschercommission der SNG, 6./7. 9. 1895 (ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, Prot.).

119 Schreiben Billwiller an Hagenbach-Bischoff, 23. 9. 1895 (ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, Korr).

120 Als Verdunstungsschutz leerten sie je fünf Liter Glycerin in die Kisten: Schreiben Held an Hagenbach-Bischoff, 8. 8. 1898 (ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, Korr). Zur Planung, in die Hagen-

Praktisch war, dass die Messung nur einmal pro Jahr durchgeführt werden musste. Doch das Verfahren war wegen des starken Windeinflusses weniger zuverlässig als erhofft.¹²¹ Eine erste Alternative boten ab 1903 die täglichen Niederschlagsmessungen der Festungsanlage Galenhütte. Das Fort befand sich auf gut 2400 Metern über Meer direkt neben dem Rhonegletscher.¹²² Eine zweite, ergänzende Alternative waren Niederschlagssammler mit Windtrichter, die 1913 von der Meteorologischen Zentralanstalt entworfen wurden.¹²³ Eines dieser neuen Messgeräte stellte die Meteorologische Kommission der Gletscherkommission zur Verfügung, um es auf dem Rhonegletscher in 2800 Meter Höhe über Meer zu platzieren.¹²⁴

Niederschlag im Hochgebirge zu messen, blieb trotz des verbesserten Windschutzes schwierig. Verlässlicher waren direkte Messungen der Menge und Dichte des Schnees, der auf die Gletscheroberfläche fiel. Sie etablierten sich als Methode, um die sogenannte Akkumulation, die Ablagerung von Schnee und dessen Umwandlung in Eis, zu ermitteln. Insbesondere Paul-Louis Mercanton, der 1909 in die Gletscherkommission gewählt wurde, konzentrierte seine Forschungsanstrengungen auf die Vorgänge in den Nährgebieten von Gletschern. Der Lausanner Physikdozent installierte mithilfe seiner Alpenclub-Sek-

bach-Bischoff auch Leonz Held vom Eidgenössischen Topographischen Bureau und Billwiller involviert hatte, siehe Schreiben Held an Hagenbach-Bischoff, 10. 12. 1895; Schreiben Billwiller an Hagenbach-Bischoff, 18. 12. 1895; Schreiben Hagenbach-Bischoff an die Mitglieder der Gletscherkommission und an Forel, 25. 12. 1895 (alle in ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, Korr). Die Herstellungskosten von 600 Franken für die Kiste übernahm die Meteorologische Kommission. Siehe Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologische Kommission, 12. 3. 1898 (BAR, E3001-01 2004/492, 278).

121 Hagenbach-Bischoff 1900, S. 275. Der Kisteninhalt wurde aber weiterhin gemessen. Siehe auch Maurer 1910, S. 289; Maurer 1914a, S. 15; Bericht über die Vermessung 1913 von Ernest Leupin, 21. 3. 1914 (ETH-BIB, Hs 1460 GK, II, 001 Ber).

122 Seit Inbetriebnahme der Festungsanlage Anfang der 1890er-Jahre hatte sich Billwiller darum bemüht, dass das schweizerische Militär an diesem Standort Messungen vornahm. Es brauchte aber mehrere Anläufe, bis die Wachmannschaft die Niederschlagsmengen tatsächlich jeden Tag ablas. Siehe Protokoll Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission, 23. 7. 1904 (BAR, E88 1000/1167, 96). Siehe auch Schreiben Hagenbach-Bischoff an EDI, 1. 1. 1902; Schreiben Billwiller an Hagenbach-Bischoff, 20. 1. 1902 (beide in ETH-BIB, Hs 1460 GK, I, Korr). Billwiller erklärte sich die gescheiterten Versuche in den 1890er-Jahren mit dem häufigen Wechsel der Wachmannschaft und deren mangelhafter Schulbildung. Siehe Schreiben Billwiller an Hagenbach-Bischoff, 17. 7. 1894; 31. 7. 1895 (beide in ETH-BIB, Hs 1460 GK I, Korr). Siehe auch Hagenbach-Bischoff 1895, S. 121.

123 Für ihre Niederschlagssammler adaptierte die Zentralanstalt das vom französischen Forstinspektor Paul Mougin entwickelte Modell. Die Meteorologische Kommission schuf dafür 1910 einen Extraposten von 2000 Franken. Siehe Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission, 29. 7. 1911 (BAR, E3001-01 2004/492, 267). Zur Messung von Niederschlägen siehe das folgende Kapitel 7.

124 Siehe Bericht über die Vermessung 1913 von Ernest Leupin, 21. 3. 1914 (ETH-BIB, Hs 1460 GK, II, 001 Ber).

tion mehrere Pegel, um die jährlichen Schneeanhäufungen zu bestimmen.¹²⁵ So malte er beispielsweise beim Col d'Orny im Wallis auf über 3000 Metern über Meer eine Skala an einen Felsen und forderte die vorbeigehenden Bergsteiger dazu auf, die jeweilige Schneehöhe zu notieren.¹²⁶ Neben Mercanton organisierte auch Alfred de Quervain, der ab 1906 Angestellter der Meteorologischen Zentralanstalt und ab 1913 Mitglied der Gletscherkommission war, ein Messprogramm. Unterstützung dafür fand er bei der Physikalischen Gesellschaft in Zürich, einem 1887 gegründeten Verein für den «wissenschaftlichen Verkehr der Physiker unter sich».¹²⁷ Zusammen mit Mitgliedern dieser Gesellschaft mass de Quervain ab 1914 jeden Frühling und Herbst die Schneedecke an zwei Stellen auf dem Claridenfirn, einem Gletscher im Kanton Glarus, und berechnete daraus den Zuwachs pro Jahr.¹²⁸ Die Messungen mit Pegelstangen werden auf dem Claridenfirn bis heute fortgeführt.

Alle diese Messprogramme wurden mit der Hoffnung initiiert, die Erforschung des Zusammenhangs zwischen Klima und Gletscherverhalten voranzubringen. Denn trotz mehrjähriger Beobachtung von Längenänderungen war noch nicht geklärt worden, was genau Gletscher veranlasste anzuwachsen und was genau ihren Rückgang bedingte. François-Alphonse Forel hatte zwar 1881 die These aufgestellt, dass sowohl Veränderungen der Niederschlagsmenge als auch der Temperaturen für das Gletscherverhalten massgeblich waren.¹²⁹ Bislang hatten aber weder er noch andere Wissenschaftler diese Vermutung präzisieren und theoretisieren können. Zwei Hauptprobleme blieben ungelöst: Erstens war nicht klar, mit welcher Verzögerung Gletscher auf veränderte Witterungsverhältnisse reagierten. Obwohl ausser Frage stand, dass die Gletscherschwankungen nicht nur von den aktuellen meteorologischen Bedingungen abhingen, blieb offen, wie sensibel und mit wie vielen Jahren Verzögerung Gletscher reagierten.¹³⁰ Zweitens herrschte Unklarheit über die Bedeutung und Beziehung einzelner Faktoren, deren integrale «Summenwirkung» sich nicht auseinanderdividieren liess.¹³¹

125 Siehe Mercanton 1907.

126 Siehe Mercanton 1904.

127 Siehe dazu Wyssling 1888, S. 1. Zur Kommissiongründung siehe Protokoll der Sitzung der Physikalischen Gesellschaft Zürich vom 13. November 1913 sowie vom 10. Dezember 1914 (ETH-BIB, Hs 1515 PGZ, Bd. 3, 1905–1917).

128 Siehe de Quervain 1914, S. 74. Siehe dazu auch Schreiben Fritz Rutgers und Alfred de Quervain an Albert Heim, 20. 11. 1913 (BBB, GA SANW, 642, Akten Albert Heim, 1910–1916). Wenig später kamen weitere Messorte dazu.

129 Forel 1881b, S. 458. Siehe auch Forel 1881a. Forel seinerseits hatte an die Arbeiten von Carl Sonklar und Carl Lang zum Zusammenhang der Gletscherschwankungen mit meteorologischen Verhältnissen angeschlossen. Siehe von Sonklar 1858; Lang 1885.

130 Siehe zum Beispiel Hagenbach-Bischoff 1900, S. 277.

131 Den Begriff «Summenwirkung» verwendete zum Beispiel: Heim 1916a, S. 23. Zur Problematik der Unkenntnis, was die Bedeutung der einzelnen Faktoren sei, siehe Richter 1900, S. 2.

Damit war die häufige Rede vom Gletscher als «Klimaanzeiger» oder «Klimatoskop» ein schwammiges Konzept.¹³² Die Gletscherkommission bezeichnete den Rhonegletscher zwar als «ein von der Natur selbst hergestelltes Riesen-Instrument», schaffte es aber nicht, quantitativ herauszuarbeiten, welche meteorologischen Elemente die Gletscher wie beeinflussten.¹³³

Eine besonders schwierige Frage war, ob sich die beobachteten Gletscherveränderungen in Eduard Brückners «Theorie der allgemeinen Klimaschwankungen» einreihen liessen. Als Brückner 1890 seine These eines ungefähr 35-jährigen Rhythmus von Klimaschwankungen präsentierte, drängte es sich geradezu auf, auch nach entsprechenden Zyklen im Vor- und Zurückgehen der Gletscher zu suchen. Brückners Ansicht nach bestimmte die regelmässige Abfolge kühl-feuchter und warm-trockener Perioden auch das Gletscherverhalten.¹³⁴ Unterstützung erhielt er von Eduard Richter, der ein Jahr nach dem Erscheinen von *Klimaschwankungen seit 1700* eine Monografie zu Gletscherschwankungen im Alpengebiet publizierte.¹³⁵ Die darin dokumentierten Wachstums- und Rückgangphasen der letzten drei Jahrhunderte sah Richter als Bestätigung für Brückners «Entdeckung» eines periodischen Klimaverlaufs. Ihm zufolge stimmten die Gletscher- und Klimaschwankungen «im Allgemeinen» überein.¹³⁶ Zudem war der Befund der Internationalen Gletscherkommission, dass sich die meisten Gletscher weltweit der Tendenz nach ähnlich verhielten, anschlussfähig an die von Brückner behauptete Globalität der Klimazyklen.¹³⁷ Dennoch bezweifelte François-Alphonse Forel, der Begründer der internationalen Beobachtungen von Gletschern, dass deren Längenänderungen den von Brückner definierten Zyklen entsprachen.¹³⁸ Forel gelangte zur Überzeugung, dass eine Gletscherperiode – bestehend aus einer Vorstoss- und einer Rückgangphase – viel länger dauern müsse als ein Brückner-Zyklus. Dabei konnte er auf den Gletscherschwund verweisen, der im Alpenraum in den 1850er-Jahren einsetzte und um 1900 immer noch anhielt.¹³⁹ Auch für Julius

132 Siehe zur Rede von Gletschern als Klimaanzeiger: Richter 1891, S. 2; als «Klimatoskop»: Heim 1916a, S. 23.

133 Hagenbach-Bischoff 1900, S. 277. Siehe auch *Rapport du Comité central* 1893, Annexe B, S. 92.

134 Brückner schrieb: «das Klima schwankt und mit ihm schwanken Flüsse, Seen und Gletscher». Siehe Brückner 1889, S. 115.

135 Richter 1891.

136 Ebd., S. 52.

137 Siehe Forels Kommentare zu «Le cycle de Brückner» in: Forel/Muret/Mercanton 1910–1911 (1911), S. 251–259. Siehe zudem Forel 1911, S. 550. Vgl. dazu auch die Fragestellung der Internationalen Gletscherkommission: «Les variations glaciaires sont-elles simultanées et de même signe, ou bien n'ont-elles pas de relations entre elles [...]?» Siehe Forel 1895, S. 225.

138 Siehe das von Forel verfasste Kapitel zu «Durée de la période des glaciers» in Forel/Lugeon/Muret 1901/02 (1902), S. 193–203. Zunächst hatte es Forel für möglich gehalten, dass Gletscherperioden von rund 35-jähriger Dauer existierten, jedoch gewisse Gletscher eine oder mehrere Perioden übersprangen. Siehe Forel 1900, S. 57; Forel 2012, S. 174.

139 Bei den insgesamt 780 von Forel katalogisierten Alpengletschern waren bis 1900 nur bei 50

Maurer von der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt war die «riesige Rückzugsperiode seit 1850» der offenkundigste Beweis dafür, dass die Gletscherschwankungen nicht synchron zu den Brückner-Zyklen verliefen. Maurer sprach sogar von einem «Paradoxon».¹⁴⁰

Erklärungsbedürftig war vor allem der Umstand, dass die Gletscher im Alpenraum zurückgingen, obwohl die dort gemessenen Temperaturen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts keinen Anstieg verzeichneten. Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt fand weder in den Jahresdurchschnitten noch im Mittel der Sommermonate eine Erklärung für die Gletscherrückgänge.¹⁴¹ Auch die niederschlagsreichen Jahre 1876–1891 schienen an den Gletschern «spurlos vorübergegangen» zu sein.¹⁴² Trotz dieser Schwierigkeiten, einen Zusammenhang zwischen meteorologischen Messdaten und Gletscherlängenänderungen herzustellen, verfestigte sich die Vorstellung eines periodischen Schwankens. Die beobachteten Gletscherveränderungen galten als zeitlich begrenzte Variationen. Forel nahm nicht an, dass sich die Gletscherstände einseitig in eine Richtung entwickeln würden.¹⁴³ Das entsprach dem Klimabegriff Eduard Brückners, der davon ausging, dass jede Abweichung von langjährigen Mittelwerten zeitlich begrenzt und somit nicht progressiv und irreversibel sein konnte. Brückners Auffassung nach pendelte das Klima um eine konstante Mittellage.

Anders als Brückner definierte Forel keine Periodenlänge und liess damit offen, ob es ein regelmässiges Muster gab oder nicht.¹⁴⁴ Deshalb sah er sich auch nicht im Stande, vorauszusagen, wann die aktuelle Rückzugsperiode enden würde. Eine baldige Vorstossperiode schien ihm aber wahrscheinlicher als ein weiterer Schwund.¹⁴⁵ Auch die an der Rhonegletschervermessung Beteiligten erwarteten seit dem Projektstart 1874, dass sie bald eine Wachstumsperiode analysieren könnten. Ab 1913 stiess der Gletscher dann tatsächlich während fast eines Jahrzehnts vor, was die Vorstellung periodischer Schwankungsbewegungen bestärkte.¹⁴⁶ Nach dem heutigen Kenntnisstand bewirken höhere Lufttemperaturen einen Verlust an Gletschermasse, niedrige Temperaturen und erhöhter Niederschlag

Gletschern Vorstösse aufgetreten. Siehe Forel/Lugeon/Muret 1901/02 (1902), S. 202.

140 Maurer 1914b, S. 24. Siehe auch Maurer 1910, S. 301.

141 Maurer machte diese Aussage in Bezug auf die Genfer Temperaturreihe, die er en détail untersucht hatte. Als mögliche Erklärung brachte Maurer die Bewölkung als Einflussfaktor ins Spiel. Siehe Maurer 1909c, S. 182 f. Siehe auch Maurer 1914b, S. 25.

142 Maurer 1914b, S. 24.

143 Forel nannte die Gletscherschwankungen «variations périodiques», also «periodische Variationen der Länge». Siehe Forel 1882a; Forel 1911, S. 540 f.

144 Forel definierte Periodizität als eine Wiederkehr, die sich auch unregelmässig vollziehen konnte. Siehe Forel 1911, S. 542.

145 Siehe das von Forel verfasste Kapitel «Les glaciers des Alpes vont-ils disparaître?» in Forel/Lugeon/Muret 1902–1903 (1903), S. 299–308.

146 Heim 1916a, S. 23.

führen zu Akkumulation.¹⁴⁷ Dabei wird nicht davon ausgegangen, dass sich dieser Prozess mit einer bestimmten Periodizität vollzieht. Auf längere Sicht erwiesen sich Bestimmungen der Volumenänderung, wie sie etwa ab 1914 auf dem Claridenfirn vorgenommen wurden, als zukunftsweisend: Im weiteren Verlauf des 20. Jahrhunderts setzten Forscherinnen und Forscher vor allem auf sogenannte Massenbilanzwerte, um den Zusammenhang zwischen Klima und Gletscherverhalten zu verstehen. Die Massenbilanz eines Gletschers ergibt sich als Summe von Schneezuwachs und Schnee- beziehungsweise Eisabtrag. Die Berechnung ist aufwendig, ergibt aber aussagekräftigere Resultate, als wenn nur die Veränderungen in der Länge beobachtet werden.

Sowohl die Beobachtungen über die Veränderungen der Gletscherlängen als auch diejenigen über den Zuwachs im Nährgebiet legten die Initiatoren im 19. Jahrhundert als Langzeitstudien an. Damit sollte eine zukünftige Forschergeneration dereinst erreichen, was momentan nicht gelang, nämlich den Einfluss der meteorologischen Verhältnisse auf die Gletscherschwankungen exakt zu bestimmen. Dementsprechend lautete Forels Credo: «préparions ensemble à nos successeurs des matériaux».¹⁴⁸ Drei Jahrzehnte nach dem Start seiner Berichte zu den Längenänderungen schrieb er, erst in weiteren 100 oder 200 Jahren würden die Beobachtungsreihen lang genug sein, um zu einer richtigen Einschätzung gelangen zu können.¹⁴⁹ Trotz dieses erwarteten langwierigen Erkenntnisprozesses gelang es der Schweizerischen Gletscherkommission, eine ökonomische Relevanz ihrer Arbeiten geltend zu machen, insbesondere im Bereich der hydroelektrischen Energieproduktion. Albert Heim, seit 1910 Präsident der Gletscherkommission, argumentierte, dass man nur durch bessere Kenntnisse über den Gletscherhaushalt zu einer «richtigen wirtschaftlichen Verwertung der Naturgaben unseres Vaterlandes gelangen» könne.¹⁵⁰ Die eidgenössische Abteilung für Wasserwirtschaft nahm dieses Argument insofern auf, als sie ab 1916 für sieben Jahre die Rhonegletschervermessung finanzierte und auch eigene glaziologische Untersuchungen anstellte.¹⁵¹ Der Grossteil der schweizerischen Gletscherbeobachtungen war aber auch im weiteren Verlauf des 20. Jahrhunderts Freiwilligenarbeit, koordiniert von der Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. In

147 Einen breit angelegten Überblick bietet Singh/Singh/Haritashya 2011.

148 Forel 1887–1888 (1888), S. 265. Siehe auch Forel/Lugeon/Muret 1901–1902 (1902), S. 203.

149 Forel 2012, S. 57.

150 Heim schrieb, die Kenntnis der Ernährungs- und Abschmelzungsprozesse sei für die Wasserkraftgewinnung elementar. Nur so könnten die Auswirkungen von Gletscherschwankungen auf die Wasserverfügbarkeit und somit auf das Stromproduktionspotenzial abgeschätzt werden. Siehe Heim 1916b, S. 89; Heim 1916a, S. 23.

151 Die Rhonegletschervermessung wurde bis 1922 weitergeführt. Zur Gletscherforschungstätigkeit der Abteilung für Wasserwirtschaft, die bis 1914 Abteilung für Landeshydrographie geheissen hatte und 1919 zum Amt für Wasserwirtschaft wurde, siehe Aellen 1995, S. 127.

Bezug auf ihren wissenschaftlichen Zweck emanzipierte sich die Beobachtung von Gletschern zunehmend von der Klimaveränderungsfrage. Die Glaziologie bildete sich ab dem ausgehenden 19. Jahrhundert als eigenständige Disziplin mit spezifischen Erkenntnisinteressen und Fragestellungen heraus. Damit hatten die aus klimatologischen Interessen angestossenen Gletscherbeobachtungen zwar nicht wie erhofft zu schnellen Einsichten über den Klimaverlauf geführt, aber die Erforschung von Gletschern angestossen.

Teil III: Im Zeichen der Nützlichkeit

Als 1891 der National- und der Ständerat über den finanziellen Etat der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt diskutierten, berichtete die vorbereitende nationalrätliche Kommission, die Meteorologie greife «mehr und mehr in alle Verhältnisse des Lebens hinein».¹ Im Kurwesen und in der Wasserbautechnik habe die Arbeit der Zentralanstalt bereits Früchte getragen. Die Kommission fand, die Wettervorhersagen würden immer besser, und sie sprach sogar die Hoffnung aus, dass die Meteorologen bald auch wüssten, wie man Hagelschläge verhindern könne. Sie empfahl deshalb, der Zentralanstalt ein «Opfer» zu bringen, das der Bedeutung der Meteorologie «in der Gegenwart» entspreche.² Beide Parlamentskammern stimmten schliesslich dem Vorschlag des Bundesrates zu, den jährlichen Gesamtkredit, den sie zehn Jahre zuvor auf maximal 25 000 Franken festgesetzt hatten, auf 40 000 Franken zu erhöhen.³ Die dafür vorgebrachten Argumente zeigen, dass die Erzeugung von Wissen über Wetter und Klima als bundesstaatliche Dienstleistung konzipiert war, die Modernisierungsbestrebungen in verschiedenen Bereichen unterstützen sollte.

Praxisrelevanz wurde für die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt nicht erst ab dem Zeitpunkt wichtig, als sie in die bundesstaatliche Verwaltung integriert wurde. Bereits ihre Gründer erhoben in den frühen 1860er-Jahren den Anspruch, dass sich ihre klimatologische Erhebung in zahlreichen Wirtschaftszweigen wie auch im Hochwasserschutz als nützlich erweisen würde. Da die Zentralanstalt von Anfang an mit bundesstaatlichen Geldern subventioniert wurde, hielt ihr erster Leiter fest, der Bund könne «mit Recht verlangen», dass die Zentralanstalt nicht nur wissenschaftlichen, sondern auch praktischen Interessen diene.⁴ Diese Forderung erhielt mit der Verstaatlichung im Jahr 1881 einen stärker verpflichtenden Charakter. Doch praktische Nützlichkeit einzig als eine Anforderung zu betrachten, die von aussen an die Wissenschaft herangetragen wurde, wäre zu kurz gegriffen. Innerhalb der Meteorologie und Klimatologie wurde intensiv darüber diskutiert, ob und inwieweit sich staatlich finanzierte Institutionen an praktischen

1 *Bericht der Kommission des Nationalrates (3. Juni) 1891*, S. 445.

2 *Ebd.*, S. 446.

3 *Botschaft des Bundesrates 1891*, S. 1008.

4 Wolf/Billwiller 1880, S. 401.

Bedürfnissen ausrichten sollten. Dementsprechend wird der Praxisdiskurs im Anschluss an die Überlegungen des Soziologen David Kaldeweys als Bestandteil wissenschaftlicher Aushandlungsprozesse untersucht.⁵

⁵ Kaldewey 2013. Siehe dazu die Ausführungen in der Einleitung der vorliegenden Arbeit.

7 Klimadaten für die Praxis

Als «praktische Leistungen» führte die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt in ihren Tätigkeitsberichten jeweils Auskünfte an Amtsstellen und Private an.¹ Meistens handelte es sich bei den gelieferten Informationen um Klimadaten. Für diese antizipierte die Zentralanstalt ein vielfältiges Anwendungspotenzial und sah ihren Anspruch darin bestätigt, dass zahlreiche Anfragen eingingen.² Der Zentralanstalt war es wichtig, dass ihre statistischen Datenerhebungen in der Praxis zum Einsatz gelangten. Sie versuchte, deren praktische Relevanz zu erhöhen und gleichzeitig auch eine wissenschaftliche Relevanz zu sichern. Der Blick der Untersuchung richtet sich im Folgenden auf die Ausgestaltung des Praxisbezugs klimatologischer Datensammlungen. Vorangetrieben wurde diese Entwicklung von der Erwartung, auf wissenschaftlicher Grundlage Probleme im Umgang mit der natürlichen Umwelt besser lösen zu können. Die praktische Ausrichtung trug massgeblich zur Institutionalisierung der Meteorologie innerhalb der Bundesverwaltung bei. Für ihre Erhebungen definierte die Zentralanstalt mehrere praktische Nützlichkeitsziele, die mit Plänen des Bundesstaats kompatibel waren: Klimadaten sollten zu einem prosperierenden Tourismus, einer ertragreichen und nachhaltigen Forstwirtschaft, einer rationalen Landwirtschaft, einem besseren Schutz vor Naturgefahren und einer effizienten Nutzung von Wasserkraft beitragen. Diese fünf zeitgenössischen Anwendungsfelder werden nachfolgend untersucht, um herauszufinden, wie die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt das Verhältnis wissenschaftlicher und praktischer Zwecksetzung arrangierte.³

Klima als Therapie

Als Anfang der 1860er-Jahre ein nationales Wetterbeobachtungsnetz lanciert wurde, zeigte sich ein Kurarzt im Unterengadin erfreut. Mit den Resultaten der Stationen werde bald der «wissenschaftliche Beweis für die Vorzüglichkeit» des Bündner Klimas geleistet, so seine Erwartung.⁴ Der Arzt war überzeugt, dass

1 Siehe zum Beispiel Billwiller 1884 (1885), S. VII.

2 Zu den Anfragen zu klimatologischen Daten siehe zum Beispiel: Schreiben Maurer an EDI, 18. 2. 1911 (BAR, E88 1000/1167, 127).

3 Teile der folgenden Argumente sind publiziert in Hupfer 2018.

4 Killias 1860–1861, S. 166. Der Kurarzt Eduard Killias war mehrere Jahrzehnte lang Präsident der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens.

inneralpine Täler ideale Aufenthaltsorte für kranke Menschen seien, und plädierte deshalb für sogenannte Klimakuren im Hochgebirge.⁵ Wie die ganze Alpenregion erlebte Graubünden ab der Mitte des 19. Jahrhunderts einen Aufschwung des Kurtourismus.⁶ Daran teilzuhaben versuchten neben bekannten Destinationen wie Davos auch kleinere Ortschaften. Als Beispiel dient hier ein Hotel in Churwalden, einem Dorf an der Passstrasse zur Lenzerheide. Das «Hôtel & Pension Brügger» vermarktete sich ab den 1860er-Jahren mit klimatherapeutischen Argumenten. Dabei erhielt der Hotelinhaber Unterstützung vom Medizinstudenten Christian Gregor Brügger, der mit ihm verwandt war und sich mit meteorologischen Beobachtungen auskannte.⁷ So entstand 1865 ein Werbeprospekt, dessen Hauptelement eine Tabelle mit meteorologischen Angaben zu Churwalden im Vergleich zu anderen Orten in der Schweiz war.⁸ Nach diesen Daten, die aus dem ersten Jahrbuch der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt stammten, hatte es in den Monaten Juni, Juli und August 1864 in Churwalden nur halb so viel geregnet wie in Beatenberg im Berner Oberland, und die Durchschnittstemperaturen waren höher gewesen als auf dem Chaumont, obwohl der Neuenburger Hausberg 200 Meter tiefer lag. «Nichts kann beredter und überzeugender sein, als die unerbittliche Logik dieser Zahlen», kommentierte Brügger.⁹ Die Tabelle war für ihn der Beweis, dass seine Heimatgemeinde Churwalden ein ausserordentlich mildes Klima aufwies und damit ideale Verhältnisse für einen Kuraufenthalt bot. Brügger verglich also verschiedene Daten aus dem eben erst entstandenen schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetz, um Churwalden im Wettbewerb mit Kurorten in der Zentralschweiz, im Berner Oberland, im Genferseegebiet oder auf der Alpensüdseite besser zu positionieren. Das Gegenüberstellen meteorologischer Daten etablierte sich in den folgenden Jahrzehnten als gängige Methode, um Kurorte zu klassifizieren und ihre klimatherapeutische Wirkung

5 Killias war wesentlich an einem Aufbau einer Kurinfrastruktur im Unterengadin beteiligt. Zu seinen Berufs- und Forschungstätigkeiten siehe Tarnuzzer 1891. Zur Bedeutung von Heilquellen im alpinen Tourismus siehe Kuhn 2009.

6 Zu Klimakurorten und zur medizinischen Klimatologie siehe Simons/Oelz 2001; Vaj 2006; Graf/Wolff 2010; Janković 2010; Frank 2012; Schürer 2017.

7 Zu Christian Gregor Brügger siehe Kapitel 1.

8 Siehe den Prospekt für das Hotel des Landschreibers Johann Georg Brügger von 1865 (StAGR, B 563). Siehe auch das Inserat, das in der Zeitung *Der Bund* erschien: *Alpen-Curort Churwalden* 1865.

9 *Alpen-Curort Churwalden* 1865. Brügger konnte zudem auf eine Studie des Genfer Professors Emile Plantamour verweisen, der bei einer Analyse der Wintertemperaturen des schweizerischen Beobachtungsnetzes konstatiert hatte, dass Churwalden für seine Höhenlage die höchsten Temperaturen aufweise. Siehe Plantamour 1864.

abzuschätzen.¹⁰ Möglich war dies, weil die Zentralanstalt standardisierte und vergleichbare Daten lieferte.

Während Churwalden ein besonders günstiges Höhenklima geltend machte, beanspruchte das am Ufer des Vierwaldstättersees gelegene Gersau, eine klimatische Oase zu sein.¹¹ In der Broschüre *Klimatischer Kurort Gersau am Vierwaldstättersee*, die eines der dortigen Hotels in den 1870er-Jahren herausgab, hiess es, die Resultate des schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetzes zeigten, dass Gersau schweizweit der mildeste Ort auf der Alpennordseite sei.¹² Die Zentralanstalt bestätigte diese Charakterisierung insofern, als sie 1910 in *Das Klima der Schweiz* konstatierte, die in Gersau gemessenen Temperaturwerte würden geringe Tagesschwankungen aufweisen und seien im Winter ausserordentlich hoch.¹³ Dass es überhaupt Daten zu Gersau gab, war der Hotelierfamilie Müller zu verdanken. Sie führte ab 1867 fünf Jahrzehnte lang eine Station des schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetzes.¹⁴ Die Beobachtungstätigkeit war in diesem Fall mit ökonomischen Interessen verbunden: Der Hotelinhaber verwendete die eigens erhobenen und von der Zentralanstalt sanktionierten Daten für zahlreiche Werbeprospekte und Reiseführer zum Kurort.¹⁵ Auch an anderen Orten waren Stationen entstanden, weil sich Hoteliers, Heilbäderanlagen, Verkehrs- und Kurvereine oder Kurärzte dafür eingesetzt hatten.¹⁶ In vielen Broschüren zu Kurorten wurde auf die Messresultate dieser Stationen zurückgegriffen.¹⁷ Das Engagement für meteorologische Beobachtungen und ihre kommerzielle Nutzung waren also bisweilen eng verzahnt.

Das Kurwesen ist ein Beispiel dafür, dass die Datensammlung der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt von verschiedenen Seiten unterstützt und genutzt wurde. Die Sammlung erfüllte dabei unterschiedliche Funktionen. Deshalb lässt sich der Begriff «boundary objects», den die Soziologen Susan Leigh Star und

10 Siehe zum Beispiel für eine vergleichende Darstellung die von einem Mediziner verfasste Monografie zum Klima von Sitten: Reymond 1903.

11 Zum Vierwaldstättersee als touristische Region siehe Schumacher 2002, S. 194 f.

12 *Klimatischer Kurort Gersau* [o. J., um 1873], S. 4. Siehe auch *Klimatischer Kurort Gersau* [o. J., um 1900], S. 7.

13 Maurer/Billwiller/Hess 1910, S. 179.

14 Maurer 1917 (1918).

15 Der vom Hotel Müller herausgegebene und mehrmals neu aufgelegte Reiseführer trug den Titel «Klimatischer Kurort Gersau am Vierwaldstättersee». Siehe die erste Ausgabe: *Klimatischer Kurort Gersau* [o. J., um 1873]. In den 1880er-Jahren publizierte Josef Müller zudem Auszüge aus den Tabellenbänden der Zentralanstalt, die der Kurarzt Zeno Fassbind bearbeitet hatte. Siehe Müller [o. J., um 1882].

16 Siehe zum Beispiel zu den Stationen Pontresina und St. Moritz: Wolf 1872 (1874), S. III; Billwiller 1900 (1902); S. V. In Davos übernahm der Kurverein 1886 das Patronat für die meteorologische Station, die davor von Ärzten und Apothekern geführt worden war. Siehe Billwiller 1884 (1885), S. VI; Bach 1907, S. 4.

17 Siehe zum Beispiel Schimpff 1874.

James Griesemer entworfen haben, auf Klimadaten übertragen.¹⁸ Wie bei den von Leigh Star und Griesemer untersuchten Beziehungen zwischen Jägern, Sammlern, Konservatoren und Wissenschaftlern rund um präparierte Tiere interagierten bei der Entstehung und Verwertung meteorologischer Daten verschiedene Akteure mit je eigenen Zielen. Als «boundary objects» ergaben Klimadaten für verschiedene Nutzer immer wieder neuen Sinn. Die Verwendung ihrer Daten im Kurwesen bewies in den Augen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt die wirtschaftliche Relevanz ihrer Arbeit.¹⁹ Die Zentralanstalt bediente das Interesse an ihren Daten aktiv: Sie nahm mehrere Anpassungen vor, um ihre Tabellenbände auf die Bedürfnisse des Kurwesens abzustimmen, beispielsweise mit der Angabe der Anzahl heiterer und trüber Tage. Zudem waren unter den Stationen, deren telegraphierte Messwerte ab 1880 in einem täglichen Witterungsbericht erschienen, auffallend viele Kurdestinationen wie Davos, Engelberg oder Montreux vertreten.²⁰ Ein weiteres Beispiel ist der Auftritt der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt an der Internationalen Hygieneausstellung 1911 in Dresden, wo sie Tabellen und Grafiken zu den in «klimatisch-therapeutischer» Hinsicht bevorzugten Regionen des Landes ausstellte.²¹ In dieser gemeinsamen Präsentation erhielten verschiedene Kurorte der Schweiz eine nationale Konturierung. Hier ging es nicht mehr um innerschweizerischen Wettbewerb, sondern um eine Positionierung gegenüber Destinationen im Ausland.

Angestossen durch das Kurwesen als aufstrebenden Wirtschaftszweig entwickelte sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts auch ein verstärktes wissenschaftliches Interesse an der vermuteten Heilwirkung des Klimas. Es fehlte etwa eine überzeugende Erklärung, weshalb es Patienten mit Atemwegserkrankungen in hochgelegenen Kurorten wesentlich besser ging.²² Lange Zeit hatten Wissenschaftler in klimatischen Verhältnissen vor allem die Ursachen vieler Krankheiten gesucht.²³ In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vermuteten

18 Star/Griesemer 1989, S. 393. Siehe auch Bowker/Star 1999; Leigh Star 2010.

19 Siehe Wolf/Billwiller 1881, S. 105; *Nationalrat* (18. Dez.) 1913, S. 901. Ähnliches hat Deborah Coen für die Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien (ab 1904 «für Meteorologie und Geodynamik») beobachtet. Sie bezeichnet die österreichischen Klimatologen als Vorreiter des Alpentourismustrends. Siehe Coen 2010, insbesondere S. 863 und 871.

20 Der Wetterbericht der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt enthielt telegrafisch übermittelte Daten von einzelnen schweizerischen Stationen, deren Anzahl von 12 im Jahr 1880 auf 26 im Jahr 1914 stieg. Siehe zu den Wetterberichten das Kapitel 8.

21 Siehe Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission, 29. 7. 1911 (BAR, E3001-01 2004/492, 267).

22 Killias 1874, S. 24. Siehe zur mangelnden Ursachenkenntnis auch Schreiber 1877.

23 Indes waren die meisten Versuche gescheitert, das Verhältnis von Krankheit und Klima zu klären. Siehe Daston 2011, S. 90; Fritscher 2014. Auch in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gab es noch einzelne Versuche, Relationen zwischen Klima und Krankheit herzustellen. Als beispielsweise 1867 eine Choleraepidemie zunächst das Tessin, dann auch die nördliche Schweiz erfasste, setzten sich zwei Mitglieder der Meteorologischen Kommission, Rudolf Wolf

sie dagegen vermehrt eine Heilwirkung des Klimas. Bei der Forschung dazu beschränkte sich die Rolle staatlicher meteorologischer Einrichtungen allerdings auf die Lieferung von Daten zu Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Niederschlag. Aus dem Gegenstandsbereich der Meteorologie verschwand die Beziehung zwischen Klima und Gesundheit zunehmend. Stattdessen etablierte sich im späten 19. Jahrhundert die Bioklimatologie als eigenständiger Fachbereich, der die Klimawirkungen auf den Menschen erforschte.²⁴ Die Bioklimatologie schuf sich eine eigene Datengrundlage, weil ihr diejenige der meteorologischen Zentralanstalten nicht genügte. Als Pionier wirkte Carl Dorno, der in Davos Messungen dazu anstellte, welche Art von Licht zu den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten vorzufinden war. Er vermutete in den Bestandteilen des Sonnenlichts die Ursache für die beobachtete Heilwirkung des Hochgebirgsklimas und stiess mit dieser These umfangreiche Forschungen an. In diesem Kontext wurden auch elektrische Bestrahlungsapparate entwickelt, um die Höhensonne zu reproduzieren.²⁵ Die Klimatherapie in technisierter Form war von der Datenproduktion meteorologischer Zentralanstalten vollständig abgekoppelt.

Meteorologie, Waldnutzung und Waldschutz

Während das Kurwesen früh auf Klimadaten zurückgriff, generierten andere potenzielle Anwendungsgebiete weniger schnell oder weniger leicht wirtschaftliche Interessen. 1880 diskutierte eine internationale Konferenz in Wien, wie sich die meteorologischen Institute verstärkt der Land- und Forstwirtschaft «förderlich erweisen» könnten.²⁶ Auch Robert Billwiller nahm als Vertreter der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt an der Konferenz teil.²⁷

und Giovanni Ferri, mit der Frage auseinander, ob eine Korrelation zwischen Klimaverhältnissen und der Cholerahäufigkeit bestehe. Sie kamen beide zum Schluss, dass die Hypothese eines Zusammenhangs mit den bisherigen Messdaten nicht ausreichend belegt werden könne. Siehe Wolf 1867b (1868).

24 Heymann 2009, S. 177.

25 Das sogenannte künstliche Höhensonnenbad etablierte sich ab den 1920er-Jahren als medizinische Behandlungsmethode und populäres Stärkungsmittel. Zur Technisierung des Sonnenbades 1890–1960 siehe Ingold 2015.

26 Lorenz von Liburnau 1879.

27 Die Zusammenkunft sollte eine Ergänzung zum internationalen Meteorologenkongress von 1879 sein, wo forstmeteorologische Fragen nur kurz diskutiert wurden. Es handelte sich nicht um einen offiziellen Kongress, an den via Regierungen eingeladen wurde. Robert Billwillers Teilnahme war somit keine offizielle «Beschickung» durch den Bundesrat. Seine Reisekosten wurden aber vom Handels- und Landwirtschaftsdepartement übernommen. Siehe Schreiben Billwiller an das Handels- und Landwirtschaftsdepartement, 19. 3. 1880; Schreiben Handels- und Landwirtschaftsdepartement an Bundesrat, 17. 8. 1880; Auszug aus dem Bundesratsprotokoll vom 18. 8. 1880 (alle in BAR, E88 1000/1167, 162).

Organisiert hatte diese der Präsident der Österreichischen Meteorologischen Gesellschaft, Josef Roman Lorenz von Liburnau, der in den Aufbau forstwirtschaftlicher Hochschulen in Österreich involviert war.²⁸ Die Konferenzteilnehmer besprachen zum einen, welches meteorologische Wissen der Forstwirtschaft dienen würde, und zum anderen, wie die Wirkung von Wäldern auf das Klima untersucht werden könnte.²⁹ Eine ihrer Empfehlungen an die Regierungen lautete, von Staats wegen meteorologische Beobachtungen in Wäldern anstellen zu lassen. Billwiller richtete im Anschluss jedoch keine Waldstationen ein, weil er angesichts knapper Mittel andere Prioritäten setzte.³⁰ Er teilte die Ansicht von Julius Hann, dem Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien, dass die Untersuchung des Waldklimas nicht das primäre Aufgabengebiet von Meteorologen sei.³¹ Billwiller unterstützte dann aber die 1885 gegründete Schweizerische Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen darin, ein Beobachtungsprogramm mit zwei Stationsgruppen einzurichten.³² Vergleichende, ab 1891 laufende Beobachtungen zwischen Wald und Freiland sollten zeigen, wie sich Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse je nach Holzart auf den Baumwuchs auswirkten.³³

Die Einrichtung von Beobachtungsstationen inner- und ausserhalb von Wäldern ging auf ein System sogenannter Parallelstationen zurück, das bereits in den 1860er-Jahren entwickelt worden war. In Bayern hatte Ernst Ebermayer, der zunächst als Professor an der Forstlehranstalt Aschaffenburg, dann an der Universität München tätig war, mehrere Stationen im Wald und im Freien aufgebaut.³⁴ Diese Stationen wurden zum Modell für ähnliche Beobachtungsprogramme in Preussen, Österreich, Italien – und auch im Kanton Bern.³⁵ Der bernische Forstmeister Franz Fankhauser reiste nur einen Monat, nachdem die ersten bayerischen Beobachtungsergebnisse veröffentlicht worden waren, nach

28 Lorenz war auch Verfasser eines 1878 erschienenen Buches zur Wirkung von Wäldern auf das Klima und auf die Wasserverhältnisse, das sich an ein breites Publikum richtete. Siehe Lorenz von Liburnau 1878.

29 Siehe die Berichte über die Konferenz: Lorenz von Liburnau 1880a; Wollny 1881.

30 Unmittelbar nach der Konferenz hatte Billwiller an das Handels- und Landwirtschaftsdepartement geschrieben, am besten würde die Meteorologische Zentralanstalt die Leitung forstmeteorologischer Stationen übernehmen. Siehe Billwillers «Bericht über die Verhandlungen der internationalen Konferenz für Agrarmeteorologie zu Wien Sept. 1880» in BAR, E88 1000/1167, 162.

31 Siehe Billwillers «Bericht über die Verhandlungen der internationalen Konferenz für Agrarmeteorologie zu Wien Sept. 1880. Dem eidg. Handels- & Landwirtschaftsdepartement abgestattet» (BAR, E88 1000/1167, 162); Hann 1881, S. 465.

32 Bei Adlisberg wurden drei Wald- und eine Freilandstation, bei Haidenhaus zwei Wald- und eine Freilandstation eingerichtet. Siehe Billwiller/Bühler 1891; Burger 1932.

33 Billwiller/Bühler 1891, S. 200.

34 Siehe Ebermayer 1873; Ebermayer 1879.

35 Einen Überblick gibt: Lorenz von Liburnau 1880b.

München, um Einblicke in Ebermayers Beobachtungsprogramm zu erhalten.³⁶ Nach seiner Rückkehr richtete er auf dem Kantonsgebiet drei Parallelstationen ein. Dafür stellte er Thermometer und Regenmesser inner- und ausserhalb des Waldes auf und instruierte kantonale Waldhüter als Beobachter.³⁷ Aus den täglichen Temperatur- und Niederschlagsdaten erhoffte sich Fankhauser Aufschlüsse über die Besonderheiten des Waldinnenklimas.³⁸ Nach einigen Beobachtungsjahren sollte beurteilt werden können, unter welchen Temperatur- und Niederschlagsverhältnissen Lärchen, Buchen und Fichten am besten wuchsen. Die wissenschaftlichen Beobachtungen sollten also helfen, die Waldnutzung zu optimieren.³⁹ Ihre forstwirtschaftliche Relevanz gab den Ausschlag dafür, dass der Berner Regierungsrat die Finanzierung bewilligte.⁴⁰ Die Abhängigkeit des Baumwachstums von Witterungsbedingungen zu untersuchen, war allerdings nicht die einzige Zweckbestimmung der bernischen Stationen. Wie bei den bayerischen Beobachtungen ging es auch darum, den «Einfluss der Waldungen auf die klimatischen Verhältnisse des Landes nachzuweisen».⁴¹ Hintergrund dafür war die weit verbreitete These, dass die Vernichtung von Waldbeständen die klimatischen Bedingungen ganzer Regionen verschlechterte. Bereits seit dem 18. Jahrhundert diskutierten Forstleute und Wissenschaftler über die Folgen der Waldabholzung.⁴² Im Fokus standen meistens die Niederschlagsverhältnisse. Daneben wurden längere Winter, häufigere

36 *Bericht über Erstellung meteorologischer Stationen* 1868, S. 4.

37 Die Beobachter lasen zweimal täglich die Thermometer ab und bestimmten die Niederschlagsmenge. Die Temperatur wurde am Boden, in einer Höhe von drei Metern über Boden und auch in einer Baumkrone gemessen. Zur Stationseinrichtung und zu ersten Ergebnissen siehe Fankhauser 1872. Siehe auch Wollny 1882.

38 Siehe Fankhauser 1872, S. 226.

39 Siehe vergleichend dazu James Scotts Kapitel zur preussischen Forstwirtschaft des 19. Jahrhunderts: Scott 1998, S. 11–21.

40 *Bericht über Erstellung meteorologischer Stationen* 1868, S. 11. Als sich gut zehn Jahre später die Gründung einer forstwirtschaftlichen Versuchsanstalt auf nationaler Ebene abzeichnete, bat die bernische Forstdirektion die Bundesbehörden, das Beobachtungsprogramm zu übernehmen. Die neue eidgenössische Anstalt führte zwar die zeitintensive zusammenfassende Auswertung der Berner Beobachtungen aus, entschied sich aber dagegen, die Messungen an den bisherigen Standorten fortzusetzen. Stattdessen richtete sie mithilfe der Meteorologischen Zentralanstalt zwei neue, den aktuellen wissenschaftlichen Anforderungen entsprechende Stationsgruppen ein. Siehe Schreiben Forst-Direction des Kantons Bern an Coaz (eidg. Oberforstinspektor), 10. 10. 1882 (BAR E 88, 1000/1167, 132); Zschokke 1891; Billwiller/Bühler 1891.

41 Fankhauser 1872, S. 226; Ebermayer 1873, S. 4.

42 Zu den Debatten über klimatische Konsequenzen von Abholzungen und damit verbundenen Aufforstungsprogramme sind mehrere länderspezifische Studien erschienen. Siehe zu Russland: Moon 2010 und Moon 2013; zu Neuseeland: Beattie 2009; zu Australien: Legg 2014; zu Deutsch-Südwestafrika: Siiskonen 2015. Siehe zudem das Kapitel zu «The Forest-Climatic Question» in Coen 2018, S. 239–272. Zum Teil war Abholzung auch positiv als Klimaverbesserung bewertet worden. Zu dieser insbesondere in Nordamerika verbreiteten Überzeugung siehe Golinski 2008. Zu den Diskussionen des 18. Jahrhunderts über Klimaveränderungen und

Lawinen, Bergstürze oder Überschwemmungen mit der Entwaldung in Zusammenhang gebracht.⁴³ Ob eine klimaschädigende Wirkung von Abholzungen empirisch nachgewiesen werden konnte, war politisch relevant, weil sich daraus ein staatliches Interventionsrecht zum Schutz der Wälder ableiten liess.⁴⁴ Dementsprechend waren die forstmeteorologischen Stationen des Kantons Bern in einen staatlichen Legitimierungsdiskurs eingebunden. Da aber alle Freilandstationen nahe am Waldrand lagen, konnten sie den behaupteten Einfluss von Wäldern auf ihre Umgebung nur sehr beschränkt belegen. Genau darin lag aber der Schlüssel zur Frage, inwiefern Wälder das Klima ganzer Regionen prägen und welche Auswirkungen folglich Abholzungen oder Aufforstungen hatten. Aufschlussreicher waren die in Schweden und Österreich bestehenden Radialstationen, bei denen in verschiedenen Abständen zum Wald gemessen wurde.⁴⁵ Eine weitere Möglichkeit bestand darin, die Grösse der Waldflächen mit den Regenmengen zu vergleichen. Zum Beispiel prüfte Elias Landolt, Professor an der Forstschule des Eidgenössischen Polytechnikums, die Niederschlagsdaten der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt auf eine Korrelation mit der Bewaldungsdichte.⁴⁶ Anhand des Kantons Zürich versuchte er eine niederschlagsvermehrende Wirkung von Wäldern nachzuweisen. Er kam aber zum Schluss, dass auf walddreiche Gebiete nicht mehr Niederschlag als auf waldarme Gegenden falle und andere Faktoren wie die Höhenlage viel einflussreicher seien.⁴⁷

Datengestützte Untersuchungen zum Wald als Klimafaktor waren stets mit Unsicherheiten wie lokalen Störfaktoren verbunden und die Ergebnisse daher leicht anfechtbar.⁴⁸ Die Frage, wie die Wälder das Klima beeinflussten, galt auch mehrere Jahrzehnte nach der Lancierung spezifischer Beobachtungsprogramme als ungelöst.⁴⁹ Daher liessen sich meteorologische Messresultate nur bedingt dafür verwenden, eine Ausweitung des Waldschutzes zu rechtfertigen.⁵⁰ In der Schweiz stützten sich forstpolitische Massnahmen denn auch nicht auf Untersuchungen zu Klimafolgen von Abholzungen, sondern auf Berichte zu Überschwemmungen. Dass Abholzung im Gebirge zu häufigeren und schwereren Überschwemmungen im Flachland führte, setzte sich in den 1860er-Jahren auf

den Einfluss des Menschen darauf siehe Fleming 1998, S. 11–32; Locher/Fressoz 2012; Fressoz/Locher 2015; Locher 2015; Mauelshagen 2016.

43 Als Überblick zur Rede über Verwilderung im 19. Jahrhundert siehe Eblin 1894–1895 (1895).

44 Zur Konzeptualisierung des Waldes als öffentliches Gut siehe Coen 2018. Zu Waldschutz- und Aufforstungsprogrammen in der Schweiz siehe Walter 1990; Bürgi/Hürlimann/Schuler 2001.

45 Siehe dazu Lorenz von Liburnau 1880a, S. 8.

46 Landolt 1890.

47 Ebd., S. 12.

48 Zum «Eingreifen unkontrollierbarer Factoren» siehe zum Beispiel: Brückner 1890b, S. 20.

49 Insbesondere der Einfluss auf die Regenmengen war umstritten. Siehe zum Beispiel Schubert 1900.

50 Dies hat auch James Beattie für die neuseeländische Forstpolitik beobachtet. Siehe Beattie 2009.

bundespolitischer Ebene als Erklärung durch. Dem Schweizerischen Forstverein gelang es, Abholzung im Gebirge zu einem gesamtschweizerischen Problem zu machen. Einer seiner Exponenten, der zuvor erwähnte Elias Landolt, forderte in einem Expertenbericht an den Bundesrat, die Gebirgswälder in die Hochwasserprävention einzubeziehen.⁵¹ Er stützte die These eines Zusammenhangs von Abholzung und Überschwemmungen mit eigenen Beobachtungen oder Augenzeugenaussagen. Diese Angaben, beispielsweise darüber, dass ein bestimmter Bach seit der Abholzung im Quellgebiet schneller anschwellen, entfalteten eine mächtige Beweiskraft.⁵² Die aus den Berichten gezogene Schlussfolgerung lautete, dass mit einer besseren Forstwirtschaft in den Bergkantonen Überschwemmungen in den Flachlandkantonen verhindert oder wenigstens gemildert werden könnten. Damit erreichte das Abholzungsparadigma – wie Christian Pfister und Daniel Brändli das Deutungsmuster nennen – die politische Umsetzungsphase.⁵³ Die beiden eidgenössischen Parlamentskammern verliehen dem Bund 1876 die Kompetenz zur Oberaufsicht über die «Forstpolizei im Hochgebirge», womit dieser Abholzungen verbieten und Aufforstungen subventionieren konnte.⁵⁴ Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt relativierte das dem neuen Gesetz zugrundeliegende Abholzungsparadigma implizit, indem sie Hochwasserereignisse jeweils mit extremen Regenmengen begründete.⁵⁵ Abholzungsfolgen diskutierte der Zentralanstaltsdirektor Robert Billwiller in seinen Ursachenanalysen nicht. Er konzentrierte sich bei der Erklärung grosser Überschwemmungen ausschliesslich auf die geografische Verteilung von Regenmengen und die genauen Luftdruckverhältnisse.⁵⁶ 1892 schrieb Billwiller in einem Bericht, dass dem Wald ein viel zu grosser Einfluss auf die Witterung zugeschrieben werde.⁵⁷ Nach dem heutigen Stand der Forschung können Änderungen der Vegetationsbedeckung die Hochwasserfrequenz zwar beeinflussen, aber Abholzung gilt nur als ein Faktor unter vielen. Aktuell gehen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler davon aus, dass die Häufung von Hochwassern im

51 Siehe den 1858 vom Bundesrat in Auftrag gegebenen Bericht über Wälder im Gebirge: Landolt 1862.

52 Siehe Landolt 1862. Auch eine Abhandlung «Ueber den Einfluss der Wälder auf die Quellen- und Stromverhältnisse der Schweiz», die 1876 in den *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* erschien, argumentierte mit Zeugnissen von «Fachmännern» und Ortsansässigen. Siehe Lauterburg 1876a.

53 Pfister/Brändli 1999. Zu verschiedenen Entwicklungsphasen des Abholzungsparadigmas siehe auch Izeti 2001; Schmid 2001; Stuber/Bürgi 2001; Summermatter 2017, S. 159–169.

54 *Bundesgesetz* 1876.

55 Siehe beispielsweise die Ursachenerklärung für das Hochwasser vom Juni 1910 in Billwiller junior 1910 (1911), S. 19.

56 Siehe zum Beispiel Billwiller 1882c.

57 Billwiller zitiert in Schreiben EDI an Industrie- und Landwirtschaftsdepartement, 17. 3. 1892 (BAR, E88 1000/1167, 149).

19. Jahrhundert wesentlich von der atmosphärischen Zirkulation abhing.⁵⁸ Sie bestätigen damit die von Billwiller eingeschlagene Richtung. Abgeschlossen ist die Ursachendiskussion jedoch auch heute nicht: Ungeklärt ist etwa die Frage, weshalb hochwasseranfällige Wetteranlagen im 19. Jahrhundert häufiger waren. Da Robert Billwiller die These einer grossräumigen Waldwirkung als wenig fundiert bewertete, sah er keinen Anlass für spezifische Beobachtungen. Die fünf Waldstationen, die er 1891 gemeinsam mit dem Leiter der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen einrichtete, hatten einzig den Zweck, die Merkmale des Waldinnenklimas je nach Baumart definieren zu können. Die Beobachtungsergebnisse wurden zum Beispiel dafür verwendet, das Niederschlagsgeschehen innerhalb von Wäldern zu beschreiben.⁵⁹ Bei diesem Beobachtungsprogramm zeigte sich die Bereitschaft der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, die Neuausrichtung der Waldbewirtschaftung nach wissenschaftlichen Kriterien zu unterstützen. Insgesamt erwies sich die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt der Forstwirtschaft aber weniger «förderlich», als dies die internationale Konferenz 1880 in Wien verlangt hatte.⁶⁰ Wissen für die forstwirtschaftliche Praxis zu produzieren, zählte die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt schliesslich nicht zu ihren Kernaufgaben.

Das landwirtschaftliche Anwendungspotenzial

Für Robert Billwiller hatte ein anderer Anwendungsbereich als die Forstwirtschaft Priorität: Er machte grosse Anstrengungen, um die Landwirtschaft von der Meteorologie profitieren zu lassen. Billwiller sah den Einsatz von Klimadaten in der landwirtschaftlichen Anbauplanung als rationalen Gegenentwurf zu einem «blinden Herumtappen mit Experimenten».⁶¹ An der internationalen Konferenz für land- und forstwirtschaftliche Meteorologie von 1880 interessierten ihn vor allem die landwirtschaftlichen Diskussionspunkte, und er unterstützte besonders die Forderung nach mehr Regenmessstationen. Diese sollten dazu dienen, die «gegenseitigen Beziehungen der meteorologischen Elemente und der Vegetation» besser zu verstehen.⁶² Wie der Name sagte, bestand eine

58 Siehe Schmocker-Fackel/Naef 2010; Brönnimann/Raible/Scherrer 2018.

59 Gesamthaft ausgewertet wurden die Beobachtungen der 1891 eingerichteten Stationen erst in den 1930er-Jahren. Siehe Burger 1932.

60 Lorenz von Liburnau 1879.

61 Billwiller 1874, S. 180. Siehe vergleichend zur landwirtschaftlichen Ausrichtung des U. S. Weather Bureau: Changnon 1996.

62 Siehe «Programm der Konferenz in Wien für die Entwicklung der Land- und Forstwirtschaftlichen Meteorologie» (BAR, E88 1000/1167, 162) sowie die Konferenzprotokolle (BAR, E16 1000/40, 599) und Billwillers Bericht (BAR, E88 1000/1167, 162).

Regenmessstation einzig aus einem Regenmesser, auch Ombro- oder Pluviometer genannt. Einmal pro Tag wurde überprüft, ob das Gerät Niederschlag aufgefangen hatte, und – im gegebenen Fall – die Menge mittels eines Messzylinders bestimmt. Das Resultat gab an, wie viele Liter Wasser auf einen Quadratmeter Fläche gefallen waren.⁶³

Alle Stationen des seit 1863 bestehenden schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetzes waren mit Regenmessern ausgerüstet. Daneben entstanden ab den 1870er-Jahren zahlreiche Stationen, die nur die Niederschlagsmengen erfassten. So gab es zwei unterschiedliche Arten von Beobachtungsstationen: meteorologische Stationen und Regenmessstationen. Diese zusätzlichen Regenmessstationen waren zunächst unabhängig von der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. Kantone, Gemeinden oder Private finanzierten sie. Im Kanton Thurgau beispielsweise organisierte ein Gymnasiallehrer mit Unterstützung der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft und der Kantonsregierung 25 Regenmessstationen.⁶⁴ Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt wurde erst nach ihrer Verstaatlichung 1881 auf diesem Gebiet aktiv, indem Robert Billwiller als Direktor für eine Stärkung der «praktischen Meteorologie» eintrat.⁶⁵ Dabei kam ihm gelegen, dass die internationale Konferenz für land- und forstwirtschaftliche Meteorologie kurz davor empfohlen hatte, mehr Regenmessstationen einzurichten. Billwiller erreichte, dass die Meteorologische Kommission, von der die Zentralanstalt beaufsichtigt wurde, seinen Antrag «betreffend die Errichtung einer grössern Anzahl von Regenmessstationen» bewilligte.⁶⁶

Robert Billwiller war sich bewusst, dass ein Ausbau der Regenmessstationen nur funktionieren würde, «wenn Private, Kantone und das eidgen[össische] Institut» zusammenwirkten.⁶⁷ Die Zentralanstalt konnte wegen ihres knappen Etats nur beschränkt neue Stationen gründen. Sie forderte deshalb Kantone, in denen keine oder nur wenige Regenmessstationen vorhanden waren, zu finanzieller Hilfe auf.⁶⁸ So entstanden in den 1880er-Jahren schweizweit neue Stationen,

63 Mousson 1863c, S. 10 f. Ab den 1880er-Jahren wurden die Regenmesser gegen ein neues Modell ausgewechselt. Die neuen Instrumente waren eine leicht modifizierte Version der Regenmesser, die Gustav Hellmann für das preussische Beobachtungsnetz entwickelt hatte. Siehe Hellmann 1885b; Billwiller 1893b, S. 18–22. Zu verschiedenen Instrumententypen siehe auch Middleton 1969, S. 145–155; MeteoSchweiz 2000, S. 98–102.

64 Siehe *Thurgau* 1879, S. 289; *Meteorologische Beobachtungen im Canton Thurgau* 1881. Eine historische Analyse bietet: Bürgi 2004.

65 Billwiller an Handels- und Landwirtschaftsdepartement, 19. 3. 1880 (BAR, E88 1000/1167, 162).

66 Siehe Billwiller, Bericht & Antrag betreffend die Errichtung einer grössern Anzahl von Regenmessstationen, November 1881 (BAR, E88 1000/1167, 131).

67 Billwiller 1881, S. 438.

68 Siehe Billwiller, Bericht & Antrag betreffend die Errichtung einer grössern Anzahl von Regen-

die an verschiedene Institutionen angebunden waren. Erst um die Jahrhundertwende wurden alle Stationen direkt der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt unterstellt.⁶⁹ Das heisst, die Zentralanstalt, deren finanzielle Kapazitäten angewachsen waren, übernahm die Wartungskosten und die bescheidene Entlohnung der Beobachter.⁷⁰ Damit verfügte sie über ein eigenes amtliches Niederschlagsmessnetz, wie es viele andere Staaten bereits seit längerem betrieben.⁷¹ Das Bundesgesetz über die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt von 1901 schrieb den Unterhalt «eines ergänzenden Netzes von speciellen Stationen für die Messung der Niederschläge» als Aufgabe fest.⁷²

Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt konnte beim sukzessiven Ausbau der Regenmessungen an die politische Erwartung ökonomischer Relevanz anknüpfen. Der Diskurs über praktische Nützlichkeit meteorologischen Wissens wurde von Wissenschaftlern wie auch von Politikern gemeinsam alimentiert. Bereits Bundesrat Giovanni Battista Pioda hatte – als er sich Anfang der 1860er-Jahren für ein schweizweites Beobachtungsnetz einsetzte – einen grossen Nutzen für die Landwirtschaft in Aussicht gestellt.⁷³ Die Meteorologische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft ihrerseits argumentierte, genaue Kenntnisse über die Niederschläge würden es möglich machen, den landwirtschaftlichen Anbau zu optimieren.⁷⁴ Die statistische Herangehensweise an die Witterungsabhängigkeit landwirtschaftlicher Erträge war als Alternative zu tradiertem Erfahrungswissen konzipiert.⁷⁵ Damit war sie für Modernisierungsvorhaben im Agrarwesen anschlussfähig. Mit der bundesstaatlichen Förderung einer meteorologischen Datenproduktion auf nationaler Ebene wurde das Bild eines Staats gestärkt, der nicht nur wissenschaftliche Tätigkeiten unterstützte, sondern auch dafür sorgte, dass eine Wissensgrundlage für ein rationelleres Wirtschaften geschaffen wurde. Konsensschaffend wirkte dabei die Rede von «öffentlicher Wohlfahrt».⁷⁶

messstationen, November 1881 (BAR, E88 1000/1167, 131); Billwiller, Bericht über die Entwicklung des Regenmess-Stations-Netzes, 16. 5. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149).

69 Bürgi 2004, S. 60.

70 Siehe Kapitel 2.

71 Ein frühes Beispiel ist das Preussische Meteorologische Institut, für das Gustav Hellmann in den 1880er-Jahren ein Messnetz mit eigens konstruierten Regenmessern aufgebaut hatte. Siehe Hellmann 1886.

72 *Bundesgesetz* 1901, S. 895.

73 Pioda 1862, S. 482.

74 Siehe zum Beispiel für Verweise auf landwirtschaftliche Nützlichkeit Mousson 1862a, S. 498. Siehe auch Mousson 1861, S. 100; Wolf/Billwiller 1881, S. 105.

75 Siehe die Überlegungen von Frank Uekötter zur «Entwicklung kognitiver, technischer und ökonomischer Instrumente, durch die Wetter und Witterung in der Landwirtschaft zu beherrschbaren Einflussfaktoren wurden»: Uekötter 2010, S. 70.

76 Pioda 1862, S. 482.

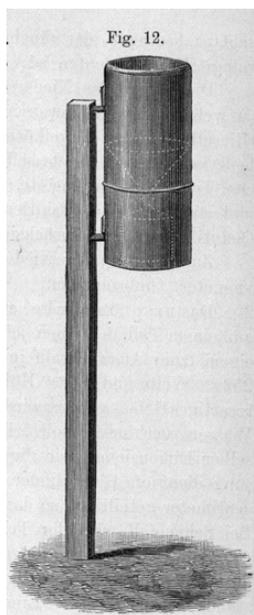


Abb. 35: Vorrichtung zur Bestimmung der Niederschlagsmenge. Das abgebildete Modell wurde in den 1890er-Jahren von den meisten offiziellen schweizerischen Messstationen verwendet.

Abb. 36: Im Laufe des 20. Jahrhunderts wurden die Messgeräte komplexer. Undatierte Fotografie eines Beobachters mit Niederschlagsmesser.

Robert Billwiller versuchte auf das Potenzial meteorologischen Wissens für die Landwirtschaft aufmerksam zu machen, indem er zum Beispiel 1881 einen Beitrag in der *Schweizerischen landwirtschaftlichen Zeitschrift* publizierte.⁷⁷ Darin betonte er, dass die Datenerhebung der Zentralanstalt sowohl wissenschaftlichen als auch praktischen Interessen diene. Einem solchen expliziten Praxisbezug standen viele Meteorologen kritisch gegenüber. So warnte zum Beispiel der zuvor erwähnte Julius Hann davor, die Beobachtungen auf mutmassliche Bedürfnisse der Landwirtschaft auszurichten. Nähmen meteorologische Institute zusätzliche Aufgaben in Angriff, drohte seiner Meinung nach eine Vernachlässigung der eigentlichen Arbeit.⁷⁸ Hann sah sogar die wissenschaftliche Grundlage der meteorologischen Institute in Gefahr. Er fand, deren

⁷⁷ Siehe Billwiller 1881, S. 433.

⁷⁸ Hann 1881, S. 462.

Hauptaufgabe müsse weiterhin darin bestehen, Naturgesetze zu erforschen.⁷⁹ Auch mehrere Mitglieder der Meteorologischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft hatten sich dagegen gewehrt, den Praxisbezug der Meteorologie zu vergrößern.⁸⁰ Vor diesem Hintergrund half es Robert Billwiller, dass die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt seit ihrer Verstaatlichung 1881 offiziell dazu verpflichtet war, nicht nur wissenschaftliche, sondern auch praktisch verwertbare Daten bereitzustellen.⁸¹ Gegenüber der neu aufgestellten Meteorologischen Kommission gelang es Robert Billwiller besser, einen Praxisbezug einzufordern, als gegenüber dem früheren Aufsichtsgremium, das von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft besetzt worden war.

Billwillers Vision, mit Klimadaten die Anbauplanung zu optimieren, fand bei der Schweizerischen Samenkontrollstation Anklang. Der Leiter dieser 1878 geschaffenen Bundesinstitution sah in den meteorologischen Beobachtungen ein grosses Anwendungspotenzial für die Landwirtschaft. Vor allem zeigte er sich an der Frage interessiert, welche klimatischen Bedingungen für welche Pflanzen am erfolgversprechendsten waren.⁸² Um die Eignung einer Region für eine bestimmte Anbaukultur zu beurteilen, waren Extremwertstatistiken zu Niederschlägen wichtig. Doch die Regenmengen waren zeitlich sehr variabel, was längere Beobachtungsperioden nötig machte, um den Streubereich bestimmen zu können. Wer eine Pflanze ausserhalb ihrer Herkunftsregion anbauen wollte, konnte Verlusten vorbeugen, indem er die Niederschlagsstatistiken konsultierte. Insbesondere Kolonialstaaten, die immer wieder daran scheiterten, neue Pflanzen in den von ihnen beherrschten Gebieten einzuführen, zeigten ein starkes Interesse an diesem statistischen Wissen.⁸³ Tatsächlich eingesetzt wurden Klimadaten für die Anbauplanung allerdings noch kaum. Auch die Statistiken, die von der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt erarbeitet wurden, fanden wenig Berücksichtigung. 1880 räumte die Meteorologische Zentralanstalt ein: «Es ist wahr, daß speziell unsere Landwirtschaft von klimatischen Daten noch wenig Notiz genommen hat».⁸⁴ Um dies zu ändern, nahm Robert Billwiller mit

79 Ebd.

80 Laut Billwiller verhielt sich die Meteorologische Kommission «praktischen Fragen» gegenüber «sehr kühl oder eigentlich ablehnend». Siehe Schreiben Billwiller an Handels- und Landwirtschaftsdepartement, 19. 3. 1880 (BAR, E88 1000/1167, 162).

81 Siehe *Bundesbeschluss* 1881. Siehe auch Artikel 7 des Reglements von 1904, der festlegte, die Zentralanstalt solle Arbeiten ausführen, die «im Interesse der Wissenschaft, der Landwirtschaft und des praktischen Lebens» stünden: Reglement 1904.

82 Stebler 1881, S. 528.

83 Der Meteorologe Gustav Hellmann publizierte 1908 eine Abhandlung zu Niederschlagschwankungen mit dem Hinweis, Kolonialstaaten hätten wegen fehlender Kenntnisse darüber «schlimme Erfahrungen» bei Anbauversuchen gemacht. Siehe Hellmann 1908, S. 605.

84 Wolf/Billwiller 1880, S. 400.

dem Präsidenten des Schweizerischen Landwirtschaftlichen Vereins Kontakt auf und schlug vor, gemeinsam zu überlegen, was die Meteorologische Zentralanstalt für «die praktischen Zwecke» der Landwirtschaft leisten könnte.⁸⁵ Auch mittels Vorträgen und Zeitschriftenartikeln versuchte er, den Landwirten die Bedeutung von Niederschlagsmessungen nahezubringen und unter ihnen neue Beobachter zu gewinnen.⁸⁶

Neben einem landwirtschaftlichen Anwendungspotenzial machte Robert Billwiller einen wissenschaftlichen Nutzen der Niederschlagsstatistik geltend. Auch hier war die Relevanz von Regenmessungen umstritten. Zwar gelang eine schrittweise Standardisierung, indem die ab 1873 stattfindenden internationalen meteorologischen Kongresse Beobachtungszeiten für die Messung der Niederschlagshöhen festlegten und eine einheitliche Konstruktionsweise der Regenmesser empfahlen.⁸⁷ Aber dennoch bewerteten viele Wissenschaftler die Messqualität der meisten Regenmessstationen als ungenügend. Wladimir Köppen von der Deutschen Seewarte in Hamburg vertrat die Ansicht, die meisten Niederschlagsmessungen seien für wissenschaftliche Arbeiten ungeeignet.⁸⁸ Er bezweifelte, dass Regenmessnetze «einen wesentlichen Beitrag zum meteorologischen Lehrgebäude» lieferten. Einzig durch wissenschaftliche Präzisionsarbeit werde man hinter das «Geheimniss der Regenbildung» kommen. Anders als Wladimir Köppen sah Robert Billwiller in den Niederschlagsdaten durchaus ein Potenzial für analytische Verallgemeinerungen. Er versuchte insbesondere herauszufinden, wie das topografische Relief die Regenmengen beeinflusste.⁸⁹ Für ihn waren Niederschlagsdaten sowohl «Material zum Aufbau der Wissenschaft» als auch praktisch nutzbare Daten.⁹⁰ Gegenüber Waldstationen, die sehr spezifisch auf forstwirtschaftliche Fragen ausgerichtet waren, hatten Regenmessstationen den Vorteil, dass sich eine praktische und wissenschaftliche Zwecksetzung kombinieren liess. Damit bediente Billwiller Erwartungen unterschiedlicher Akteure, deren Unterstützung er so sichern konnte.

85 Schreiben Billwiller an Bonaventur Baumgartner, 24. 3. 1880 (BAR, E88 1000/1167, 162). Spuren zu Baumgartners Reaktion sind im Bestand des Schweizerischen Bundesarchivs nicht überliefert.

86 Siehe insbesondere Billwiller 1881.

87 *Bericht über die Verhandlungen* 1873, S. 22.

88 Köppen 1884, S. 440.

89 Ihm sollte es allerdings – wie auch seinen Fachkollegen – nicht gelingen, die Häufigkeit und Intensität der Niederschläge «unter ein Gesetz zu bringen». Siehe Billwiller 1882d.

90 Billwiller 1881, S. 435.

Abflussmodellierung mit Niederschlagsdaten

Robert Billwiller beschränkte sein Ziel, Niederschlagsdaten für die Praxis bereitzustellen, nicht nur auf die Landwirtschaft. In seinen Fokus rückte zunehmend die Hochwasserprävention. Als ausschlaggebendes Ereignis für diesbezügliche Anstrengungen wirkten die schweren Überschwemmungen im Sommer 1876, die weite Teile der Nordostschweiz betrafen.⁹¹ Die Gewässerübertretungen waren von Extremniederschlägen mitverursacht worden. In Winterthur beispielsweise wurden in den drei Tagen vom 10. bis 12. Juni 305 Liter Wasser pro Quadratmeter verzeichnet.⁹² In der mittlerweile über 150-jährigen Messreihe blieb diese Niederschlagsmenge unübertroffen.⁹³ Die grossen Schäden des Hochwassers führten nach der Katastrophe zu einem Handlungsdruck: Bessere Präventionsmassnahmen schienen nötig, um zukünftige Überschwemmungen zu vermeiden oder zumindest deren Auswirkungen abzuschwächen.⁹⁴ Die Regierungen der betroffenen Kantone beschlossen zusätzliche Korrekturen an Flüssen und Seen. Dabei mussten sie glaubhaft machen, dass die neuen Massnahmen einen grösseren Schutz bieten würden als die bisherigen Verbauungen. Das Hochwasserereignis von 1876 hatte nämlich gezeigt, dass die Investitionen, die in den Jahrzehnten zuvor in den Wasserbau geflossen waren, die Überschwemmungsgefahr nicht gebannt hatten.⁹⁵ Deshalb sollte der Hochwasserschutz auf eine solidere Grundlage gestellt werden. Neben Pegelmessungen und Flussprofilen waren Niederschlagsdaten gefragt, um die Kenntnisse über den Wasserhaushalt zu verbessern und so mit Hochwassergefahren adäquater umgehen zu können.

Nach den Überschwemmungen im Sommer 1876 richtete das Statistische Bureau des Kantons Zürich noch im selben Jahr ein Regenmessnetz ein. Dieses sollte die Beobachtungen der zwei meteorologischen Stationen ergänzen, die sich auf dem Kantonsgebiet befanden.⁹⁶ Der Leiter des Statistischen Bureaus verfasste einen Aufruf, sich als Beobachter zu melden.⁹⁷ Er erreichte, dass der Kanton, einige Gemeinden und Privatpersonen gemeinsam die nötigen Instrumente finanzier-

91 Die Überschwemmungen von 1876 hat der Klimahistoriker Christian Pfister als das grösste sommerliche Hochwasser in der Schweiz eingestuft. Siehe Pfister 1999, S. 227 f. Siehe auch Müller 2004, S. 95–138; Summermatter 2017, S. 219–224.

92 Billwiller 1874 (1876), S. IX; Billwiller 1876, S. 78.

93 Scherrer et al. 2011, S. 9. Zur Messreihe der Station, die sich heute in Winterthur-Seen befindet und seit 1863 nur wenige Lücken aufweist, siehe Begert 2008, S. 32.

94 Zu Reaktionen auf Naturkatastrophen siehe Pfister 2002; Gisler/Hürlimann/Nienhaus 2003; Müller/Fässler/Grünig 2005; Mauch/Pfister 2009; Hannig 2015.

95 Siehe Vischer 2003; Summermatter 2017.

96 1863 waren im Kanton drei Stationen eingerichtet worden. Diejenige auf dem Üetliberg hatte aber nur kurz Bestand. Siehe Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 11–17.

97 Siehe dazu Billwiller 1878b, S. 85.

ten.⁹⁸ So entstand 1876 innert weniger Monate ein Netz mit 36 Stationen, die täglich die Niederschlagsmengen registrierten.⁹⁹ Beraten und unterstützt wurde das zürcherische Statistische Bureau von Robert Billwiller.¹⁰⁰ Die damit gesicherte Verbindung zur Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt verlieh dem Projekt mehr Bedeutung. Offiziell von der bundesstaatlichen Einrichtung übernommen wurden die Stationen aber erst Ende der 1890er-Jahre.

Das gesteigerte Bedürfnis nach Präventionsmassnahmen führte dazu, dass Niederschlag bald nicht nur im Kanton Zürich vermehrt gemessen wurde. Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt sorgte ab den 1880er-Jahren dafür, dass in der ganzen Schweiz zusätzlich zum bestehenden Beobachtungsnetz zahlreiche Regenmessstationen entstanden. Um dafür Ressourcen zu beschaffen, argumentierte die Zentralanstalt, es bestehe ein grosses Wissensdefizit, das man aber beheben könne.¹⁰¹ Den Erfolg präventiven Handelns machte sie abhängig von einer soliden Datenbasis, die erst noch geschaffen werden musste. Sie bekräftigte die Erwartung, dass damit ein rationelleres Vorgehen bei der Gewässerkorrektur möglich wäre. Diese Ansicht teilte das Eidgenössische Oberbauinspektorat, das dafür zuständig war, Subventionsgesuche für wasserbauliche Projekte zu prüfen und schweizweite Pegelmessungen zu sammeln.¹⁰² Die Amtsstelle unterstützte die Meteorologische Zentralanstalt gegenüber den bundesstaatlichen Entscheidungsträgern darin, mehr Mittel zu erhalten.¹⁰³ Entscheidend für die Legitimierung staatlich finanzierter Regenmessungen war also deren antizipierte Nutzbarkeit für den Hochwasserschutz. Dieser erwies sich letztlich als wirksamere Referenz als die Landwirtschaft.

Dank eines vergrösserten Budgets konnte die Meteorologische Zentralanstalt das Regenmessnetz ausbauen. Sie richtete auf eigene Rechnung neue Stationen ein, wenn Kantone nicht dazu bereit waren, Regenmessungen auf ihrem Gebiet zu finanzieren. Ende der 1880er-Jahre gehörten dem Netz bereits über 150 Standorte an. Kurz vor der Jahrhundertwende konnte die Zentralanstalt die Zahl der Regenmessstationen nochmals deutlich erhöhen, weil das Eidgenössische Oberbauinspektorat die Kosten für 90 neue Stationen übernahm.¹⁰⁴ Es bezahlte zudem die Publikation der Niederschlagsdaten, die in einem monatlichen Bul-

98 Siehe Billwiller 1876 (1878), S. XXV.

99 Siehe die von Billwiller zusammengestellten Messergebnisse: Billwiller 1878b.

100 Siehe dazu Billwiller, Bericht & Antrag betreffend die Errichtung einer grössern Anzahl von Regenmessstationen, November 1881 (BAR, E88 1000/1167, 131).

101 Billwiller sprach von einer bisherigen «Unterlassungssünde». Siehe Billwiller 1883b (1884), S. 1.

102 Das Oberbauinspektorat hatte 1871 das fünf Jahre zuvor geschaffene Hydrometrische Bureau (auch «Zentralbureau») von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft übernommen.

103 Siehe *Bericht des Bundesrates* 1882, S. 76.

104 Siehe *Bericht des Bundesrates* 1899.

letin erschienen.¹⁰⁵ Daran war insbesondere das Hydrometrische Bureau, das dem Oberbauinspektorat angegliedert war, interessiert. Geholfen hatte beim Ausbau des Netzes auch, dass die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft ein offizielles Gesuch an den Bundesrat gestellt hatte, um eine Ausweitung der Niederschlagsmessungen zu erwirken.¹⁰⁶ Die Initiative dafür war von einer ihrer Kommissionen gekommen. Diese hatte die Aufgabe übernommen, die Boden-erosion durch Wasser zu untersuchen, wofür Niederschlagsangaben wichtig waren.¹⁰⁷ Die erfolgreiche Verdichtung des Messnetzes, das Anfang des 20. Jahrhunderts fast 300 Stationen umfasste, lässt sich also daraus erklären, dass ihm eine Bedeutung sowohl für Forschungsarbeiten als auch für wasserbauliche Korrek-tionsprojekte zugeschrieben wurde.¹⁰⁸

Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft betonte immer wieder, wie wichtig es sei, hydrometrische und meteorologische Beobachtungen zu kombinieren.¹⁰⁹ Sie hatte beide Einrichtungen, sowohl das Hydrometrische Bureau als auch die Meteorologische Zentralanstalt, initiiert und bis zu ihrer Übergabe an die Bundesverwaltung im Jahr 1871 respektive 1881 geleitet. Die Meteorologische Zentralanstalt kümmerte sich um die Niederschlagsbeobachtungen, während das Hydrometrische Bureau für Pegelmessungen an verschiedenen Gewässern sorgte. Der Wasserkreislauf wurde damit von zwei verschiedenen Dienstzweigen erfasst. Dies war nicht überall so, wie das Beispiel Österreich-Ungarns, genauer seiner cisleithanischen Reichshälfte, zeigt, wo die Zuständigkeit anders war: Die Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien übergab ihr Regenmessnetz 1894 an das neu gegründete Hydrographische Zentralbureau.¹¹⁰

Gegenüber Pegelmessungen hatten Niederschlagsmessungen den Vorteil, dass sie mit weniger Aufwand verbunden waren. Zwar war die Menge der Niederschlagsdaten in den 1870er- und 1880er-Jahren bescheiden, aber noch weniger war über die Wasserstände bekannt. Deshalb griff der erste Leiter des Hydrometrischen Bureaus, Robert Lauterburg, auf Regenmessungen zurück, um Abflussmengen zu berechnen. Regenmessstationen übten dort, wo noch keine hydrometrischen Beobachtungen vorhanden waren, eine Art Ersatz-

105 Siehe *Monatliche Uebersicht der in der Schweiz gemessenen Niederschlagsmengen* (1888–1900) und *Ergebnisse der Täglichen Niederschlagsmessungen auf den Meteorologischen- und Regenmess-Stationen in der Schweiz* (ab 1901). Zur Finanzierung siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 12. 1. 1889 (BAR, E88 1000/1167, 96).

106 Siehe dazu Schreiben Eduard Brückner, Albert Heim und Louis Duparc namens der Flusskommission der SNG an das Central-Comité der SNG, 3. 3. 1898 (BAR, E88 1000/1167, 135); Brückner 1898b, S. 235.

107 Siehe Brückner 1895.

108 Siehe zum Beispiel Billwiller 1898 (1900), S. V.

109 Siehe zum Beispiel Lauterburg 1867, S. 153.

110 Hammerl et al. 2001, S. 77.

funktion aus.¹¹¹ Lauterburg entwickelte eine Schätzformel, die auf topografischen Eigenschaften und Niederschlagshöhen beruhte. Damit konnte er die durchschnittlichen wie auch minimalen und maximalen Abflussmengen für das gesamte Gebiet der Schweiz modellieren.¹¹² Die Gewässerlandschaft erschien so als vernetztes Fluss- und Seensystem, das man mit wasserbaulichen Massnahmen regulieren konnte.¹¹³ Wie gross die Flussbette sein mussten, um auch bei extremen Niederschlägen nicht über die Ufer zu treten, liess sich nun besser abschätzen. Die Planungsmöglichkeiten der Wasserbauer erweiterten sich durch die von Lauterburg 1876 publizierten Abflussmengen beträchtlich. Auch nachdem das Pegelmessnetz in den 1880er-Jahren ausgebaut wurde, blieben Schätzungen mithilfe von Niederschlagsdaten wichtig, weil nach wie vor an vielen Fliessgewässern – insbesondere den kleineren – die Abflüsse nicht direkt gemessen wurden.

Mit dem Einbezug von Niederschlagsstatistiken in die wasserbauliche Planung bildete sich ein neuer, relativ klar definierter Benutzerkreis heraus. Dieser bestand vor allem aus Ingenieuren, die im Auftrag von Kantonen Flusskorrekturen und Wildbachverbauungen durchführten.¹¹⁴ Für sie wurde die Meteorologische Zentralanstalt zu einer Auskunftstelle für die Niederschlagsverhältnisse aller Landesteile. Die Zentralanstalt bot den Wasserbauingenieuren direkte Messergebnisse, aber auch statistische Angaben wie Mittel-, Häufigkeits- und Extremwerte. Damit diese als gültiges Wissen anerkannt wurden, brauchte es Vertrauen in die Verfahren.¹¹⁵ Die Zentralanstalt bemühte sich deshalb sehr darum, dass die Beobachter an den Stationen die Vorschriften einhielten, stiess dabei aber auf grosse Schwierigkeiten. Zum einen gab es Probleme, weil manche Beobachter die morgens gemessenen Summen in die Rubrik des aktuellen statt des vorhergehenden Tages einschrieben.¹¹⁶ Zum anderen vernachlässigten gewisse Beobachter ihre Aufgabe, wenn nur wenig Regen fiel. Das führte dazu, dass Standorte mit zuverlässigen Beobachtern tendenziell mehr Niederschlags-

111 Siehe dazu Lauterburg 1867, S. 173 f.

112 Siehe die erste Präsentation des Modells an der Jahresversammlung 1871 der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft: *Aus den Vorträgen* 1871. Seine Untersuchung publizierte Lauterburg 1876 als «Versuch zur Aufstellung einer allgemeinen Uebersicht der aus der Grösse und Beschaffenheit der Flussgebiete abgeleiteten Schweizerischen Stromabflussmengen»: Lauterburg 1876b. Zum Berechnungsverfahren siehe Vischer 1988, S. 1187–1189.

113 Zur Konzeption eines vernetzten Gewässersystems siehe Gugerli 1996, S. 142–146; Gugerli 1999. Zu den Zusammenhängen von wasserbaulichen Operationen, Landschaftstransformationen und gesellschaftlichen Entwicklungen siehe Blackburn 2006.

114 Siehe die Beschreibungen der Anwendungsmöglichkeiten in Billwiller 1901, S. III; Maurer 1908 (1909), S. 1.

115 Zur historischen Entwicklung des Konzepts der Objektivität siehe Daston/Galison 2007.

116 Siehe das Rundschreiben vom 29. 12. 1908 (BAR, E3180-01 2005/90, 276).

tage verzeichneten.¹¹⁷ Indem die Zentralanstalt 1888 einen Schwellenwert einführte, der überschritten werden musste, damit ein Tag als Niederschlagstag galt, wurde die Häufigkeitsstatistik repräsentativer.¹¹⁸

Ab den 1880er-Jahren publizierte die Meteorologische Zentralanstalt gesamtschweizerische Karten, auf denen Kurven gleicher Jahresniederschlagssummen gezogen waren. 1908 erschien dann die erste Regenkarte mit farblich skalierten Flächenmittelwerten.¹¹⁹ Dafür hatte die Zentralanstalt die punktuellen Werte der rund 400 berücksichtigten Stationen auf die sie umgebenden Gebiete übertragen. Nun war die Verteilung der Niederschläge zwar flächendeckend abgebildet, aber die Darstellung blieb eine ungenaue, weil Niederschläge auf kleinem Raum stark variieren konnten. Julius Maurer, der 1905 die Nachfolge von Robert Billwiller als Direktor angetreten hatte, bezeichnete die Karte lediglich als eine «Annäherung an die Wahrheit».¹²⁰ Dennoch fand er, die Qualität der kartografisch vermittelten Daten genüge für Überschlagsrechnungen zu praktischen Zwecken. Die Regenkarten der Meteorologischen Zentralanstalt richteten sich denn auch explizit an Wasserbauingenieure.¹²¹ Berufsspezifische Zeitschriften wie der *Schweizer Ingenieur-Kalender* sorgten für eine weite Verbreitung, indem sie die Karten als Beilage abdruckten.¹²²

Neben Summen und Mittelwerten interessierten sich Ingenieure vor allem für Extremwerte von Starkniederschlägen. Diese Angaben informierten über die grössten Regenmengen, die am betreffenden Ort innerhalb eines einzigen Tages gefallen waren.¹²³ Daraus liessen sich Rückschlüsse auf die zu erwartenden Hochwasserstände ziehen. Doch weil die Niederschlagsmengen nicht nur eine grosse räumliche, sondern auch eine grosse zeitliche Variabilität aufwiesen, stellte sich die Frage, wie lange beobachtet werden musste, damit die abgeleiteten Mittelwerte als repräsentativ gelten konnten. Erst Mitte des 20. Jahrhunderts bildete sich ein Konsens darüber heraus, dass sich meteorologische Mittelwerte auf 30-jährige Zeiträume beziehen sollten.¹²⁴ Davor wurden die berücksichtigten Zeitspannen sukzessive ausgeweitet. Die erste, 1870 publizierte Regenkarte der Schweiz mit Jahresmittelwerten basierte auf einer nur sechsjährigen Perio-

117 Siehe die Bemerkungen in Billwiller 1878b, S. 87; Billwiller 1893b, S. 21. Andere Beobachtungsnetze hatten dasselbe Problem. Siehe zum Beispiel Hellmann 1885a, S. 313.

118 Billwiller 1888b (1889), S. 1.

119 Maurer 1908 (1909).

120 Ebd., S. 2.

121 Siehe die Bemerkungen zur «Regenkarte der Schweiz konstruiert nach den Niederschlagsmessungen sämtlicher Stationen in den Jahren 1864–93» in Maurer 1910 (1911), S. IV.

122 Siehe dazu Maurer 1910 (1911), S. IV; *Bericht des Bundesrates* 1911, S. 277.

123 Siehe zum Beispiel die Tabelle zu Maximalniederschlägen pro 24 Stunden in Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 123.

124 Siehe Kapitel 4.

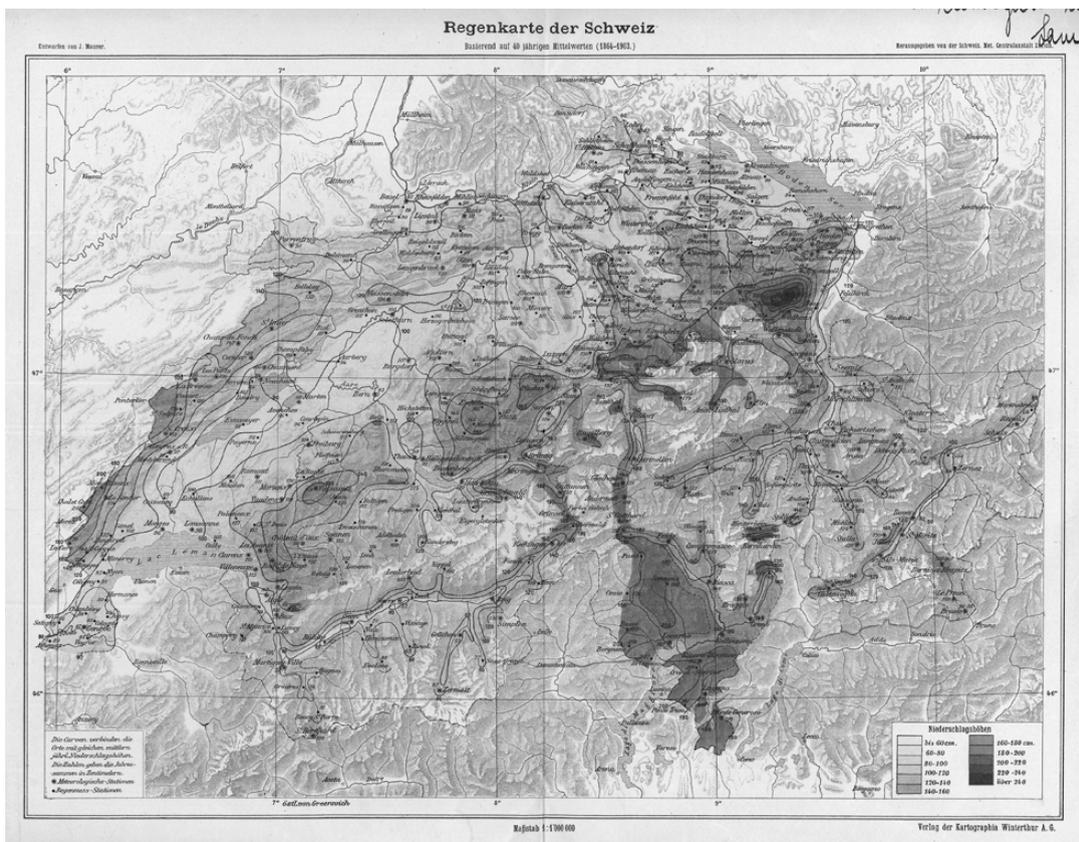


Abb. 37: Die 1908 publizierte Niederschlagskarte stellte die mittleren Jahressummen für die ganze Schweiz dar – allerdings ohne die Gebirgsregionen.

de.¹²⁵ Die bereits erwähnte 1908 veröffentlichte Karte berücksichtigte dagegen 40 Beobachtungsjahrgänge. Statistisch signifikante Mittelwerte gewinnen zu können, war die Voraussetzung dafür, Niederschlagsereignisse auf einer Skala von «normal» bis «extrem» einzuordnen und ihre Wiederkehrwahrscheinlichkeit zu bestimmen. Damit liessen sich Präventionsmassnahmen ableiten, die eine etwas grössere Kontrolle über die letztlich unberechenbar bleibende Natur ermöglichten.

125 Siehe Benteli 1870 (1872).

Dienstleistungen für die Wasserwirtschaft

Die quantitative Registrierung des Wasserkreislaufs entwickelte sich auch im Bereich der Wasserkraftnutzung zu einem zentralen Verfahren: Als gegen Ende des 19. Jahrhunderts immer mehr Strom mittels Wasserkraft produziert wurde, erlangten Niederschlagsmessungen eine neue ökonomische Bedeutung. In Kombination mit anderen Daten sollten sie darüber informieren, an welchen Gewässern ein Potenzial zur Wasserkraftnutzung bestand. Wie im gesamten Alpenraum waren in der Schweiz die Voraussetzungen für die Nutzung von Wasserkraft günstig. In der kohlearmen Schweiz rückte die Wasserkraft als vielversprechende, aber noch weitgehend brachliegende Ressource in den Fokus. Der Basler Meteorologe Albert Riggenbach beispielsweise beklagte Anfang der 1890er-Jahre, dass viele Wasserläufe «noch ungenützt», nichts weiter als «Schutt und Gerölle» wälzend, die Täler hinabflossen.¹²⁶ Damit sich dies änderte, forderte er genaue Untersuchungen zu den Wasserverhältnissen, die auch meteorologische Beobachtungen miteinschliessen würden.

Auch der Bundesstaat rechnete Kenntnissen über den Wasserkreislauf eine wirtschaftliche Relevanz zu.¹²⁷ Dies hing damit zusammen, dass mit der Entstehung einer auf Wasserkraft basierenden Elektrizitätswirtschaft die Frage nach einer Regulierung zu einem bundespolitischen Thema wurde. Die Ausgangslage war folgende: Die Bundesbehörden konnten bei Konzessionen für Wasserkraftwerke einzig dann mitsprechen, wenn die betroffenen Gewässer davor mithilfe von Bundesgeldern verbaut worden waren.¹²⁸ Ab den 1890er-Jahren mehrten sich die Forderungen nach einer stärkeren Kontrolle der Wasserressourcen – bis hin zu Initiativen für eine bundesstaatliche Monopolisierung aller Wasserkräfte. Eine langjährige wirtschaftspolitische Auseinandersetzung mündete 1916 in ein Gesetz, das die Nutzbarmachung der Wasserkräfte unter Oberaufsicht des Bundes stellte.¹²⁹ In diesem Aushandlungsprozess spielten Niederschlagsdaten der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt eine wesentliche Rolle.

Im Jahr 1888 forderte Robert Lauterburg, freiberuflicher Wasserbauingenieur und ehemaliger Leiter des Hydrometrischen Bureaus, die Einschätzung des Wasserkraftpotenzials zu einer bundesstaatlichen Aufgabe zu machen.¹³⁰ Der Staat solle «auf dem Weg der öffentlichen Statistik» über den Bestand der Was-

126 Riggenbach 1892, S. 36.

127 Siehe zum Beispiel *Botschaft des Bundesrates* 1895, S. 245.

128 Siehe Gugerli 1996, S. 257.

129 Zum Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte, das im Dezember 1916 verabschiedet wurde, siehe Gugerli 1996, S. 288–300.

130 Lauterburg 1888.

serkräfte informieren.¹³¹ Lauterburg arbeitete bereits an einer Statistik zu diesem Thema, die er aus eigener Initiative in Angriff genommen hatte. In seiner 1890 publizierten «Übersicht der schweizerischen Wasserkräfte» bestimmte er den industriell nutzbaren Abfluss für fast 400 Abschnitte des Gewässernetzes.¹³² Die Berechnung basierte auf einer Modellierung der Abflussmengen mittels Niederschlagshöhen und anderen Gebietsparametern, der Methode also, die er seit vielen Jahren verwendete.¹³³ Lauterburgs Statistik zum Wasserkraftpotenzial erreichte politische Aktualität, als 1891 eine Petition an die Bundesbehörden eingereicht wurde, die eine Verstaatlichung der Wasserkräfte forderte.¹³⁴ Nach einer breiten öffentlichen Debatte lehnten National- und Ständerat dies zwar ab, beschlossen aber eine Untersuchung der Wasserverhältnisse in der Schweiz.¹³⁵ Damit war das, was Lauterburg 1888 gefordert hatte, umgesetzt: Der Bund war nun verantwortlich dafür, eine aktuelle Statistik über die noch nutzbaren Wasserkräfte zu führen.

Viele Wissenschaftler begrüsst diese neue bundesstaatliche Aufgabe.¹³⁶ Andere kritisierten, dass der Staat privatwirtschaftlichen Akteuren kostenlos Daten zur Verfügung stellte.¹³⁷ Allerdings waren die dargebotenen Informationen nicht nur für die Abwägung von Investitionsrisiken nützlich, sondern auch für die Beurteilung, wie sich die Abflüsse unterhalb geplanter Wasserwerke verändern würden. Damit konnten mögliche Interessenskonflikte benannt werden, was den politischen Konsens über eine bundesstaatliche Regulierung der Wassernahme beförderte. Wie David Gugerli in seiner Studie zur Elektrifizierung der Schweiz zeigt, war zudem die wirtschaftspolitische Diskussion, die dem Gesetz zur Oberaufsicht von 1916 voranging, durch eine nationalistisch gefärbte Rede von den Wasserkräften geprägt.¹³⁸ 1895 beauftragte die schweizerische Regierung das Oberbauinspektorat damit, eine Wasserkraftestatistik zu erstellen. Dessen Hydrometrisches Bureau begann die Arbeit an einer jahrzehntelangen Untersuchung aller grossen Flussgebiete, die weit detaillierter als Lauterburgs Arbeiten ausfiel.¹³⁹ Wo keine direkten Pegelmessungen vorlagen, nahm das Bureau – wie

131 Ebd., S. 1.

132 Lauterburg 1890. Lauterburg veröffentlichte die Resultate seiner Statistik auch noch als: Lauterburg 1891. Siehe dazu Gugerli 1996, S. 254; Vischer 1999, S. 101.

133 Lauterburg 1891, S. 5.

134 Zur Petition der Gesellschaft «Frei-Land» siehe Härry 1914, S. 80–83; Gugerli 1996, S. 248–258.

135 *Botschaft des Bundesrates* 1895.

136 Siehe die Thematisierung an der Jahresversammlung 1896 der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft: *Sektion für Ingenieurwissenschaften* 1896, S. 198–202.

137 So zum Beispiel der Wirtschaftswissenschaftler Johann Friedrich Schär, der Präsident des Zentralvorstands von Frei-Land. Siehe den zusammenfassenden Rückblick seines Sohnes Oskar Schär 1905, S. 1–41. Siehe zudem Gugerli 1996, S. 248–250.

138 Gugerli 1996, S. 258.

139 Die Ergebnisse wurden ab 1896 in der Reihe «Wasserverhältnisse der Schweiz» publiziert. Zum

zuvor bereits Lauterburg – die Niederschlagshöhen als Ausgangswert, um die Minimalwassermengen abzuschätzen.¹⁴⁰ Hier konnte sich die Meteorologische Zentralanstalt in den Problembereich der Wasserkraftestatistik einklinken, indem sie brauchbare Niederschlagsdaten lieferte. Die Zentralanstalt konzipierte die Energiewirtschaft als neuen und zentralen Anwendungsbereich meteorologischen Wissens.¹⁴¹ Sie rechtfertigte nun die Kosten für Niederschlagsmessungen mit der Bedeutung, welche diese für die Wasserkraftnutzung hätten.¹⁴²

Insbesondere Julius Maurer, der von 1905 bis 1934 Direktor der Zentralanstalt war, versuchte, sich eine Position im Feld der Wasserwirtschaft zu erarbeiten. Zum Beispiel war er Mitglied des Komitees «Wasserwirtschaft», das an der Landesausstellung 1914 dieses Tätigkeitsgebiet präsentierte.¹⁴³ Im Begleitbuch, welches das Komitee herausgab, publizierte Maurer einen Text zur «Entwicklung unseres meteorologischen Landesdienstes und seiner Beziehungen zur schweizerischen Wasserwirtschaft».¹⁴⁴ In diesem Beitrag konzentrierte sich Maurer auf die Auswirkungen regenreicher wie auch regenarmer Jahre. Er formulierte die Vermutung, dass die aktuelle feuchte Periode noch einige Jahre lang andauern würde und die Wasserkraftwerke dank dementsprechend grosser Abflussmengen viel Energie produzieren könnten.¹⁴⁵ Anfang der 1890er-Jahre hingegen hatten unterdurchschnittliche Regenmengen Besorgnis darüber hervorgerufen, ob es auch in Zukunft genügend Wasser für hydroelektrische Anlagen geben würde.¹⁴⁶ Die Unsicherheit über die Verfügbarkeit der Ressource Wasser verlieh meteorologischen und hydrometrischen Beobachtungen politische Legitimität. Sie waren mit der Erwartung verknüpft, Abflussschwankungen besser beurteilen oder sogar voraussagen zu können.

Weil die Nutzbarkeit von Wasserkraft vom Gefälle abhing, wurden vor allem im Mittel- und Hochgebirge Anlagen errichtet. Folglich waren besonders Niederschlagsdaten aus den Gebirgsregionen gefragt. Auf ihren gesamtschweizerischen Karten mit Flächenmittelwerten musste die Zentralanstalt die Hochgebirgsregionen mangels verfügbarer Angaben allerdings auslassen.¹⁴⁷ Der alpine Raum

Hydrometrischen Bureau siehe Epper 1907; *Botschaft des Bundesrates* 1908; Lütschg 1914; 125 *Jahre Hydrometrie* 1988.

140 Der Bundesrat verwies in seiner Botschaft zur Untersuchung der Wasserverhältnisse auf den Zusammenhang zwischen Abflussmenge und Niederschlagshöhe. Siehe *Botschaft des Bundesrates* 1895, S. 246.

141 Siehe zum Beispiel Billwiller 1901, S. III; Maurer 1908 (1909), S. 1.

142 Siehe *Botschaft des Bundesrates* 1900, S. 724; *Bericht des Bundesrates* 1903, S. 708.

143 Siehe Collet 1914.

144 Maurer 1914a.

145 Ebd., S. 10.

146 Siehe dazu Bericht der Direction der meteorolog. Centralanstalt, seit 3. Juni 1893 (BAR, E88 1000/1167, 99). Zu den Diskussionen über Klimaschwankungen siehe Lehmann 2015.

147 Siehe zum Beispiel Maurer 1908 (1909).

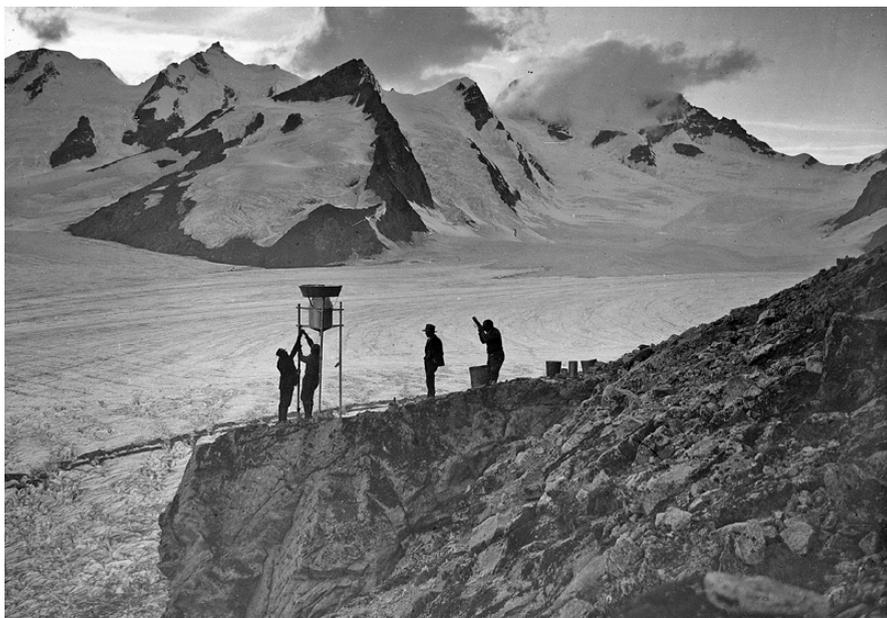


Abb. 38: Ab 1913 wurden «Niederschlags-Totalisatoren» im Hochgebirge aufgestellt, hier am sogenannten Konkordiaplatz, wo sich mehrere Firnströme zum Grossen Aletschgletscher vereinen.

war also nur unvollständig erfasst, obwohl gerade Angaben dazu besonders interessierten. Daten aus dem Gebirge fehlten, weil dort ganzjährige Beobachter schwierig zu finden und zudem die Messbedingungen herausfordernd waren.¹⁴⁸ Zwar konnte die Meteorologische Zentralanstalt einige neue hochgelegene Stationen – unter anderem in Kooperation mit militärischen Festungsanlagen – in Betrieb nehmen, aber die «gewaltigen Lücken» waren damit nicht getilgt.¹⁴⁹ Erst 1913 fand die Meteorologische Zentralanstalt eine bessere Lösung: Sie stellte mehrere grosse Zinkblechgefässe in bis zu 3500 Metern Höhe über dem Meeresspiegel auf. Diese konnten die Niederschlagsmenge eines ganzen Jahres fassen

148 Der Störeffekt des Windes war so gross, dass die meistens in Form von Schnee gefallene Niederschlagsmenge kaum zuverlässig bestimmt werden konnte. Zu den Versuchen, dieses Problem zu lösen, siehe Maurer 1910, S. 289 f.

149 Maurer 1909, S. 223. Siehe auch Protokoll über die Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 3. 6. 1893 (BAR, E88 1000/1167, 96); *Bericht des Bundesrates* 1904, S. 80; Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission vom 25. 7. 1910 (BAR, E88 1000/1167, 96). Zu den Bemühungen um Stationen in Gletschernähe siehe auch Kapitel 6.

und wurden deshalb als «Totalisatoren» bezeichnet.¹⁵⁰ Das beigegebene Chlorkalzium verhinderte das Einfrieren des Inhalts, eine Schicht Vaseline schützte vor Verdunstung und ein Windschutzschirm hemmte Verwirbelungen des einfallenden Schnees.¹⁵¹ Damit wurde es möglich, auch in unbewohnten Gebieten im Gebirge Niederschläge zu messen.

An die neuen Messgeräte wurden grosse Erwartungen geknüpft. Denn nicht zuletzt sollten die Ergebnisse auch die Akkumulationsprozesse der Gletscher besser verständlich machen.¹⁵² Der Frage, wie sich Gletscherschwankungen auf die Wasserverfügbarkeit und damit auf das Stromproduktionspotenzial auswirkten, wurde grosse Relevanz zugeschrieben. An ihrer Lösung arbeitete nicht nur die Meteorologische Zentralanstalt, sondern auch die Abteilung für Wasserwirtschaft, die aus dem früheren Hydrometrischen Bureau entstanden war und ebenfalls Apparate zur Messung von Jahresniederschlägen anfertigen liess.¹⁵³ Die Datenerfassung im Hochgebirge wurde also von zwei Bundesinstitutionen gemeinsam ausgebaut, die beide wasserwirtschaftliche Interessen bedienen wollten.¹⁵⁴ Tatsächlich reichte der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband mehrere Gesuche für zusätzliche Niederschlagssammler ein.¹⁵⁵ Die Meteorologische Zentralanstalt deutete dies als Bestätigung ihres Anspruchs, bei der Planung von Wasserkraftwerken Hand bieten zu können. Den Verweis auf den volkswirtschaftlichen Nutzen ihrer Niederschlagssammler im Hochgebirge kombinierte die Meteorologische Zentralanstalt mit dem Hinweis, die Messungen würden sich auch für wissenschaftliche Zwecke als wertvoll erweisen.¹⁵⁶ Dabei vermied sie eine Entgegenstellung von Wissenschaft und Praxis. Vielmehr betonte sie, dass aus zukünftigen Forschungsergebnissen auch die Betreiber von Wasser-

150 Siehe Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission, 18. 7. 1914 (BAR, E3001-01 2004/492, 267). Das von der Zentralanstalt entwickelte Modell war eine Adaption des Totalisators, den der französische Forstinspektor Paul Mougins entwickelt hatte.

151 Siehe Maurer 1913 (1914), S. V.

152 Siehe Maurer 1915.

153 Das Hydrometrische Bureau wurde 1908 zur selbstständigen, vom Oberbauinspektorat unabhängigen Abteilung für Landeshydrographie, 1914 zur Abteilung für Wasserwirtschaft und 1919 zum Amt für Wasserwirtschaft. Zu den Totalisatoren der Abteilung für Wasserwirtschaft siehe Maurer 1913 (1914), S. V; Maurer 1914 (1915), S. IV; *Bericht des Bundesrates* 1915, S. 601; *Bericht des Bundesrates* 1916, S. 480. Zur Beobachtung von Gletscherschwankungen siehe Kapitel 6.

154 Zur Argumentation siehe *Bericht des Bundesrates* 1914, S. 637; Lütsch 1914, S. 40. Zur Entwicklung des Netzes von Totalisatoren siehe «Verzeichnis der im Alpengebiet aufgestellten Niederschlags-Totalisatoren, deren Eigentümer, Höhenlage über Meer, Aufstellungsdatum +ort, Verwendungszweck & ausgeführte Beobachtungen von 1913–1943» (BAR, E3180 2013/2, 4); Wolfensberger 1994; Félix/Konzelmann 2016, S. 126 f.

155 Siehe *Bericht des Bundesrates* 1915, S. 601; *Bericht des Bundesrates* 1918, S. 78.

156 Das Departement des Innern übernahm diese Argumentation. Siehe das Protokoll der Bundesratssitzung vom 12. 9. 1910 (BAR, E1004.1, Bd. 241).

kraftwerken einen Nutzen ziehen würden.¹⁵⁷ Damit profilierte sich die Meteorologische Zentralanstalt als eine für wissenschaftliche und wirtschaftliche Belange wichtige Institution. Einige Jahre später, als die Wasserkraftnutzung nach dem Ersten Weltkrieg im grossen Stil ausgebaut wurde, konnte sie ihren Dienstleistungen für diesen Bereich noch eine gesteigerte Bedeutung verleihen.

157 Siehe Maurer 1914a, S. 14.

8 Das Wetter vorhersagen

Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt konzentrierte sich in den ersten Jahren ihres Bestehens ganz auf die statistische Verarbeitung der gesammelten Beobachtungen. Sie betrieb Meteorologie in erster Linie als Klimatologie. Ab den späten 1870er-Jahren drängte jedoch der Bureauchef und spätere Direktor der Zentralanstalt, Robert Billwiller, darauf, nicht bei der Klimaerhebung stehen zu bleiben. Wie die Zentralanstalten in den Nachbarstaaten wollte er Wetterbeobachtungen nicht nur nutzen, um vergangene Verhältnisse zu analysieren, sondern auch, um Entwicklungen in unmittelbarer Zukunft vorauszusagen. Doch die Meteorologische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, von der die Zentralanstalt bis 1881 beaufsichtigt wurde, stand dem von Robert Billwiller angestrebten Prognosedienst anfangs sehr kritisch gegenüber. Ein Streit entbrannte um die Frage, ob Prognosen wissenschaftlich seien. Letztlich ging es dabei auch um den eigentlichen Zweck der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt und ihre gesellschaftliche Positionierung. In die Auseinandersetzungen war auch das Eidgenössische Departement des Innern involviert, das die Prognosebefürworter unterstützte. Diese Einwirkung mündete in einer Reorganisation der Zentralanstalt. Dabei vereinbarten die bisherige Trägerin der Institution, die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, und der Bundesrat eine staatliche Übernahme per 1. Mai 1881. Als amtliche Einrichtung erhielt die Zentralanstalt den Auftrag, tägliche Berichte zur aktuellen Wetterlage zu erstellen. Dies ermöglichte eine Vorhersage des kommenden Wetters. Allerdings waren die Meinungen über die von der Zentralanstalt herausgegebenen Prognosen auf «wissenschaftlicher Grundlage» geteilt: Manche sahen darin einen wertvollen Dienst an der Öffentlichkeit, andere bewerteten das neue bundesstaatliche Informationsangebot als wenig nützlich.¹

Im Folgenden wird zunächst der spezifische Kontext untersucht, in dem in der Schweiz ab 1878 über die Realisierbarkeit und die wissenschaftliche Seriosität von Wetterprognosen verhandelt wurde. Weiter soll geklärt werden, weshalb der Konflikt um die Prognosen die Verstaatlichung der Zentralanstalt auslöste und welche Konsequenzen dies für ihre Arbeit hatte. Danach richtet sich der Blick der Untersuchung auf die Verfahren, mit denen die Zentralanstalt die zukünftigen Wetterereignisse zu antizipieren versuchte. Wie nutzte sie den internationalen Datenaustausch, um nationale Prognosen zu erstellen? Anschliessend wird

¹ Zum Wissenschaftlichkeitsanspruch siehe Billwiller 1882e, S. 36.

die öffentliche Resonanz in den Vordergrund gerückt. Dabei wird sich zeigen, dass mit den täglichen Wetterberichten auch ein gesellschaftliches Aufklärungsprojekt verfolgt wurde. Ein letzter Teil des Kapitels beschäftigt sich schliesslich mit der wissenschaftlichen Grenzziehungsarbeit gegenüber sogenannten Wetterpropheten.

Der Streit um Prognosen

In den frühen 1860er-Jahren entstanden in England, Frankreich und den Niederlanden telegrafische Sturmwarndienste, die aus aktuellen Luftdruck- und Windbeobachtungen die Wetterlage der kommenden Stunden abschätzten.² Sie nutzten das telegrafische Fernmeldesystem, das sich in Europa ab Mitte des 19. Jahrhunderts zu einer verlässlich funktionierenden Infrastruktur entwickelte. Neben Warnsystemen für die Seefahrt wurden auch Prognosedienste gegründet, die sich explizit an Landwirte richteten, als Erstes fand sich diese Praxis in den USA.³ 1873 empfahl der internationale Meteorologenkongress einen egalitären, bilateral organisierten Datenaustausch.⁴ An diesem telegrafischen Verkehr zwischen den meteorologischen Zentralanstalten Europas nahm die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt zunächst nicht teil. Sie erhielt aber täglich den telegrafischen Bericht des Pariser Observatoriums, weitergeleitet vom kantonalen bernischen Observatorium, das seit 1864 Depeschen mit Paris austauschte.⁵ Das Pariser Observatorium entwarf jeden Morgen eine Karte der Luftdruckverhältnisse über Europa, die auf den Messwerten von rund 120 Stationen basierte.⁶ Seine Depeschen enthielten Angaben zu den Linien gleichen Luftdrucks, eine kurze Übersicht zur aktuellen Wettersituation sowie eine Prognose für den Folgetag.

Nachdem die Informationen aus Paris mehrere Jahre lang von Bern und Zürich empfangen, aber nicht weiter verarbeitet wurden, gelangte 1878 ein Gesuch an

2 Zur Einführung von Sturmwarnungen siehe Davis 1984; Burton 1986; Anderson 1999; Anderson 2005; Locher 2008; Dry 2009; Locher 2009b; Achbari 2015; Achbari/van Lunteren 2016.

3 Zur Einführung von Wetterprognosen in den USA siehe Hawes 1966; Monmonier 1999; Fleming 2000; Willis/Hooke 2004; Fleming 2005; Vetter 2011c; Pietruska 2017. Zum «service agricole», den französischen Wetternachrichten an Landwirte, siehe die zeitgenössischen Beschreibungen: *Witterungstelegraphie* 1876; Hellmann 1878, S. 5–7.

4 Indem der Kongress sich für eine dezentrale Struktur entschied, lehnte er das französische Projekt eines auf Paris zentralisierten Systems ab. Siehe dazu Edwards 2006, S. 231; Locher 2009b, S. 93.

5 Zum Depeschenaustausch zwischen Bern und Paris siehe Schreiben Wild an Direction des Innern des Kantons Bern, 11. 7. 1864 (StABE, AE 83); Wild 1864, S. 172.

6 Zum *Bulletin international de l'Observatoire de Paris*, ab 1878 *Bulletin international du Bureau central météorologique de France* siehe Locher 2008; Locher 2009b.

den schweizerischen Bundesrat: Fritz Zbinden, ein Angestellter der Westschweizerischen Eisenbahnen, bat die Regierung, ihm eine Bewilligung für die Verbreitung der Pariser Depesche in der Schweiz zu erteilen.⁷ Zbinden betonte, dass insbesondere Landwirte von diesen Meldungen, die immer auch eine Wetterprognose enthielten, profitieren würden. Für eine möglichst kostengünstige Weiterleitung an Gemeinden oder Privatpersonen verlangte er einen Rabatt auf die Telegrammtarife.⁸ Der Bundesrat lehnte sein Gesuch allerdings ab. Grund dafür war das Gutachten der Schweizerischen Meteorologischen Kommission mit dem Hinweis, dass die französische Prognose für die spezifischen Witterungsverhältnisse der Schweiz zu allgemein gehalten sei.⁹

Obwohl der Bundesrat Fritz Zbindens Gesuch ablehnte, brachte es einen Stein ins Rollen. Da der Bundesrat das Anliegen grundsätzlich begrüßte, beschloss er zu prüfen, ob die bundesstaatlich subventionierte Meteorologische Zentralanstalt Prognosetelegramme zugunsten der Landwirtschaft einführen könnte.¹⁰ Der Bundesrat forderte die Meteorologische Kommission deshalb auf, eine Sitzung zu dieser Frage abzuhalten.¹¹ Die Kommission war Anfang der 1860er-Jahre von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gegründet worden, um ein meteorologisches Beobachtungsnetz einzurichten und mit Bundessubventionen eine Zentralanstalt zu betreiben. Der Kommissionspräsident und Leiter der Meteorologischen Zentralanstalt, Rudolf Wolf, schlug vor, einen Depeschenaustausch mit anderen Zentralanstalten in Europa zu organisieren, damit die Zentralanstalt täglich einen eigenen Witterungsbericht mit Prognose verfassen könnte.¹² Eine Kurzversion davon sollte telegrafisch verschickt werden. Wolfs Vorschlag entsprach den Vorstellungen seines Bureauchefs, Robert Billwiller, der selbst nicht Kommissionsmitglied war, aber als «Secretär mit beratender Stimme» an den Sitzungen teilnehmen konnte.¹³ Billwiller hatte im Juni 1878 damit begonnen, jeden Tag aktuelle Messwerte aus Zürich, den Bericht des Pariser Observatoriums sowie eine eigene, regional angepasste Prognose in

7 Siehe Schreiben Zbinden an Bundesrat, 21. 5. 1878; Schreiben Zbinden an EDI, 27. 5. 1878 (beide in BAR, E88 1000/1167, 148).

8 Schreiben Zbinden an Bundesrat, 21. 5. 1878 (BAR, E88 1000/1167, 148).

9 Siehe das Gutachten der Kommission: Schreiben Wolf an EDI, 28. 5. 1878 (BAR, E88 1000/1167, 148).

10 Siehe Auszug aus dem Bundesratsprotokoll vom 14. 6. 1878 (BAR, E88 1000/1167, 148).

11 Siehe das Protokoll der Sitzung vom 15. 8. 1878, in Wolf/Billwiller 1876 (1878), S. IX.

12 Wolf hatte der Kommission seine Vorschläge bereits vor der Sitzung mitgeteilt. Siehe Schreiben Wolf an Kommissionsmitglieder, Juli 1878 (BAR, E88 1000/1167, 148).

13 Zu Billwillers Rolle in der Kommission siehe *Beamten und Commissionen* 1879, S. 142.

der *Neuen Zürcher Zeitung* zu publizieren.¹⁴ Diese Witterungsberichte verfasste Billwiller allerdings «privatim», also nicht im Namen der Zentralanstalt.¹⁵ Während Wolf und Billwiller offiziell einen telegrafischen Prognosedienst einführen wollten, sprach sich die Mehrheit der Meteorologischen Kommission dagegen aus. Sie sah in den Prognosen eine Gefahr für die «wissenschaftliche Meteorologie».¹⁶ Ähnlich hatte auch die britische Royal Society in den 1860er-Jahren argumentiert.¹⁷ Ein Mitglied der Schweizerischen Meteorologischen Kommission warnte sogar davor, dass bei Fehlprognosen die Bundessubventionen an die Meteorologische Zentralanstalt infrage gestellt werden könnten.¹⁸ Billwiller seinerseits versuchte geltend zu machen, dass die Schweiz bald als einziges europäisches Land ohne Prognosedienst dastehe.¹⁹ Doch die Kommission zeigte sich unbeeindruckt. Auch Wolfs Hinweis, man dürfe eine Initiative des Bundesrats nicht «kurzweg von der Hand weisen», brachte keinen Meinungsumschwung.²⁰ So lautete der Vorschlag der Kommission an den Bundesrat, dass die Zentralanstalt zwar Berichte zur aktuellen Wetterlage erstellen, aber keine Prognosen ausgeben sollte.²¹

Der Vorsteher des Departements des Innern, Bundesrat Karl Schenk, war der Ansicht, dass der Vorschlag der Meteorologischen Kommission nicht den Wünschen der Öffentlichkeit entspreche. Er berief deshalb Anfang 1879 eine Spezialkommission für die «Herausgabe telegraphischer Witterungsberichte» ein.²²

14 Siehe *Witterungsbeobachtungen* 1878. Billwiller stellte seine Prognosen nur für die Nordostschweiz. Siehe dazu auch Billwiller 1878a; Billwiller an EDI, 23. 2. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 148).

15 Siehe Schreiben Billwiller an EDI, 18. 8. 1878 (BAR, E88 1000/1167, 148).

16 Siehe das Sitzungsprotokoll vom 15. 8. 1878 in Wolf/Billwiller 1876 (1878), S. IX.

17 Die Royal Society schrieb 1866: «We can find no evidence that any competent meteorologist believes the science to be at present in such a state as to enable an observer to indicate day by day the weather to be experienced for the next 48 hours [...]» (zitiert in Bernhardt 1998, S. 27). Dieses Urteil bewirkte eine fast 18-jährige Sistierung der 1861 eingeführten Vorhersagen. Siehe Anderson 1999; Anderson 2005. Auch in Frankreich wurden die 1863 eingeführten Prognosen scharf kritisiert und deshalb 1865/66 unterbrochen. Siehe Locher 2008, S. 151.

18 Siehe die Wortmeldung von Aimé Forster an der Kommissionssitzung in Wolf/Billwiller 1876 (1878), S. VIII.

19 Sitzungsprotokoll vom 15. 8. 1878, in: Wolf/Billwiller 1876 (1878), S. IX.

20 Ebd.

21 Nach Meinung der Kommission sollte einigen Stationen in der Schweiz die Erlaubnis – aber keine Verpflichtung – erteilt werden, in eigener Verantwortung eine Prognose zu erstellen. Siehe Schreiben Meteorologische Kommission an EDI, 21. 2. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 148). Die Kommission blieb bei dieser Position. Siehe Sitzungsprotokoll vom 29. 11. 1879, in: Billwiller/Hagenbach-Bischoff 1877 (1880), S. VIII; Schreiben SNG an EDI, 5. 1. 1880 (BBB, GA SANW, 222).

22 Bundesrat Schenk sprach von einer «Commission für Herausgabe telegraphischer Witterungsberichte in der Schweiz». Siehe Schreiben EDI an Forster, Plantamour und Billwiller, 6. 3. 1878 (BAR, E88 1000/1167, 148). Siehe auch das Protokoll der Sitzung vom 17. 3. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 148).

Damit wurde die eigentlich entscheidungsbefugte Meteorologische Kommission ausgehebelt.²³ An die Sitzung eingeladen waren nur Billwiller als Vertreter der Zentralanstalt, die Direktoren der Observatorien in Bern und Genf sowie der Leiter der meteorologischen Station in Lugano. Bundesrat Schenk schlug vor, dass sie für ihre Region täglich Prognosen ausgeben sollten. Neben Billwiller, der wie zuvor erwähnt bereits Prognosen in einer Tageszeitung publizierte, erklärte sich auch der Berner Observatoriumsdirektor Aimé Forster bereit, sich an die Wettervorhersage zu wagen. Giovanni Ferri aus Lugano dagegen lehnte ab. Der Genfer Observatoriumsdirektor Emile Plantamour gab zuerst seine Zusage, machte dann aber einen Rückzieher mit der Begründung, die in der Pariser Depesche enthaltenen Daten genügten nicht, um das Wetter für die Westschweiz vorauszusagen.²⁴ So beteiligten sich nur Billwiller in Zürich und Forster in Bern am provisorisch eingeführten Prognosedienst. Sie veröffentlichten jeden Tag Wetteraussichten für den Folgetag, die telegrafisch abonniert werden konnten. In der Schweiz war der Prognosedienst also auf Initiative des Bundesrats und gegen die Zweifel der Meteorologischen Kommission eingeführt worden. Die Regierung konnte sich so als Förderin landwirtschaftlicher Interessen profilieren. Sie reagierte nicht nur auf Anregungen vonseiten der Landwirte, sondern verortete darin auch eine Möglichkeit, ihren Einsatz für diesen Wirtschaftsbe-
reich zu demonstrieren.²⁵ Es wäre aber eine zu starke Vereinfachung, zu sagen, dass der Bundesrat für die Prognostik und damit für die praktische Nutzbar-
machung meteorologischer Beobachtungen eintrat, die Wissenschaftler dagegen Wettervorhersagen ablehnten und vom Staat gezwungen wurden, sie dennoch einzuführen. Insbesondere an Robert Billwiller, Bureauchef und späterem Di-
rektor der Meteorologischen Zentralanstalt, zeigt sich, dass Prognosen nicht nur eine von aussen herangetragene Forderung waren. In Billwillers Wissen-
schaftsverständnis spielte praktische Relevanz eine zentrale Rolle. Ihm zufolge sollte das Ziel wissenschaftlichen Strebens nicht allein Erkenntnis, sondern auch praktische Nützlichkeit sein.²⁶ Dementsprechend forderte er, dass die Mete-

23 Schenk hatte die Spezialkommission für Witterungsberichte ohne Rücksprache mit Wolf einberufen. Der übergangene Kommissionpräsident beschwerte sich denn auch bei Schenk, dass er von den Beschlüssen nicht persönlich in Kenntnis gesetzt worden sei. Siehe Schreiben Wolf an EDI, 14. 4. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 95). Auch das Kommissionmitglied Emile Plantamour kritisierte das Vorgehen. Siehe Schreiben Plantamour an EDI, 29. 7. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 96).

24 Siehe Schreiben Plantamour an EDI, 5. 6. 1879; Schreiben Plantamour an EDI, 10. 6. 1879 (beide in BAR, E88 1000/1167, 148).

25 Der Bundesrat schrieb 1879, man solle darauf hinarbeiten, dass die Landwirtschaft von klimatologischen Daten und telegrafischen Wetterberichten mehr «Notiz» nehme. Siehe *Botschaft des Bundesrates* 1880, S. 390.

26 Siehe zum Beispiel Schreiben Billwiller an Handels- und Landwirtschaftsdepartement, 19. 3. 1880 (BAR, E88 1000/1167, 162).

orologische Zentralanstalt der «praktischen Seite» mehr Raum geben solle.²⁷ An den Kommissionssitzungen betonte er, dass internationale meteorologische Kongresse die Einführung von Wettervorhersagen als wünschenswert deklariert hatten.²⁸ Neben diesem wissenschaftsbezogenen Argument verwies er immer wieder auf das «Publikum», das Prognosen «gebieterisch» fordere.²⁹ Er war der Meinung, den Wünschen der Bevölkerung dürfe sich die Meteorologische Kommission nicht einfach widersetzen. «[M]an ist es dem Publikum schuldig die Meteorologie endlich nutzbar zu machen», verlangte er.³⁰

Billwiller gelang es, den Bundesrat für seine Ziele zu gewinnen. Er stand mit dem Departement des Innern sowie mit dem Handels- und Landwirtschaftsdepartement in Kontakt. Dort stiessen seine Pläne – anders als in der Meteorologischen Kommission – auf Zustimmung. Seine Vision einer praxisbezogenen Meteorologie passte zum bundesstaatlichen Selbstverständnis. Die Zusammenarbeit, die zwischen Billwiller und dem Bundesrat zustande kam, war eine strategische Allianz. Um diese zu analysieren, ist es kaum zielführend, von zwei klar getrennten Handlungsbereichen – Wissenschaft einerseits und Politik andererseits – auszugehen.³¹ Vielmehr kann das Zustandekommen des schweizerischen Prognosedienstes damit erklärt werden, dass Billwiller Unterstützung aus der politischen Sphäre mobilisierte und er gleichzeitig von der Politik zur Erreichung ihrer eigenen Ziele eingespannt wurde. Solche Verbindungen zum gegenseitigen Vorteil beschreibt Mitchell Ash als Ressourcenaustausch zwischen Wissenschaft und Politik.³²

Wetterberichte als staatliche Aufgabe

Anders als die Prognosen, die auch nach der Versuchsphase im Jahr 1879 umstritten waren, wurde die Veröffentlichung von Übersichten zur aktuellen Wetterlage von den Mitgliedern der Meteorologischen Kommission begrüsst oder zumindest akzeptiert. Ab Juli 1880 gab die Zentralanstalt täglich einen lithogra-

27 Siehe Billwillers Wortmeldung an der Kommissionssitzung vom 28. 2. 1880 in Billwiller/Hagenbach-Bischoff 1877 (1880), S. XI.

28 Siehe Billwillers Argumentation an der Kommissionssitzung vom 18. 11. 1881 (BAR, E88 1000/1167, 96). Siehe die Kongressempfehlungen: *Report of the proceedings 1879*, Appendix, S. 78; Protokoll der II. Sitzung der internationalen Konferenz für land- und forstwirtschaftliche Meteorologie in Wien, 8. 9. 1880 (BAR, E16 1000/40, 599).

29 Siehe zum Beispiel Billwiller 1878a. Siehe auch Billwillers Äusserungen an der Kommissionssitzung vom 15. 8. 1878 in Wolf/Billwiller 1876 (1878), S. VIII f.

30 Schreiben Billwiller an EDI, 18. 8. 1878 (BAR, E88 1000/1167, 148).

31 Die getrennte Behandlung der Bereiche Wissenschaft und Politik ist unter anderem von Mitchell Ash problematisiert worden. Siehe dazu die Einleitung der vorliegenden Arbeit.

32 Ash 2002.

fisch vervielfältigten Bericht im A3-Format heraus.³³ Dieser enthielt auf der linken Seite eine Europakarte, auf der Linien gleichen Luftdrucks und verschiedene Wettersymbole eingezeichnet waren. Die Datenbasis dafür bildeten Depeschen aus Paris, Hamburg und Rom, die seit 1879 auf der Zentralanstalt einliefen.³⁴ Auf der rechten Seite waren eine Tabelle mit den Morgen- und Mittagsbeobachtungen einiger ausgewählter schweizerischer Stationen sowie ein allgemeiner Beschrieb zur europäischen Wettersituation abgedruckt. In der ersten Ausgabe vom 1. Juli 1880 lautete diese Übersicht folgendermassen: «Eine Zone niedern Luftdrucks bedeckte heute Nord- u. Mittel-Europa. Das Minimum derselben liegt in der Gegend der Shetland's-Inseln. Im Westen der britischen Inseln hat sich der Wind nach Nordwesten gedreht, während derselbe in Deutschland bei sehr geringer Intensität eine vorwiegend südöstliche Richtung zeigt. Das Wetter ist in Central-Europa grösstentheils bewölkt u. zu Gewittern geneigt. Von unsern Stationen werden solche von gestern Abend aus Glarus, Bern u. Davos gemeldet. Die Temperatur ist allgemein etwas gefallen.»³⁵

Für die neu eingeführten, viel Zeit beanspruchenden Wetterberichte stellte die Zentralanstalt zwar einen zusätzlichen Assistenten ein, aber die klimatologischen Arbeiten kamen dennoch in Rückstand. Die Meteorologische Kommission und das Leitungsgremium der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft drängten deshalb auf eine Reorganisation der Zentralanstalt.³⁶ Sie verlangten, Aufgaben und Finanzierung klar zu regeln. Der schliesslich im Dezember 1880 verabschiedete Bundesbeschluss ging einen Schritt weiter: Auf Vorschlag des Bundesrats definierten der National- und Ständerat die Meteorologische Zentralanstalt als «amtliches ständiges Bureau», womit die bis anhin von der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft geführte Institution an die Eidgenossenschaft übergang.³⁷

Im Bundesbeschluss waren sowohl die Verarbeitung und Veröffentlichung des Materials aus dem schweizerischen Beobachtungsnetz als auch der Austausch von Depeschen und die Herausgabe von Wetterberichten als Aufgaben festgehalten.³⁸

33 Tägliche Wetterberichte erstellte die Zentralanstalt ab Juni 1879, jedoch nur in wenigen Exemplaren. Ab Juli 1880 wurde der *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Centralanstalt* von einer Druckerei hergestellt und vertrieben. Siehe Wolf 1880, S. 98.

34 Neben der Pariser Depesche kamen im Mai 1879 Sammeldepeschen aus Hamburg und Florenz (später Rom) hinzu. Siehe Schreiben Billwiller an EDI, 2. 4. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 148); *Bericht des Bundesrathes* 1880, S. 37. Zusätzlich zur Isobarenkarte enthielt der Wetterbericht ab 1893 auch eine Isothermenkarte.

35 Siehe die «Allgemeine Uebersicht der Witterung 8h Morgens» in *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Centralanstalt*, 1. 7. 1880 (Nr. 1).

36 Siehe Schreiben SNG an EDI, 15. 3. 1880 (BAR, E88 1000/1167, 102); Hagenbach-Bischoff 1881.

37 *Bundesbeschluss* 1881, Zitat auf S. 21. In Kraft trat dieser Beschluss mit rechtsetzendem Charakter per 1. Mai 1881.

38 Siehe *Bundesbeschluss* 1881, S. 21. Siehe auch *Reglement* 1879 (1881), S. V. Zu den finanziellen Vorteilen für die Zentralanstalt siehe Kapitel 1.

WETTERBERICHT DER SCHWEIZ.

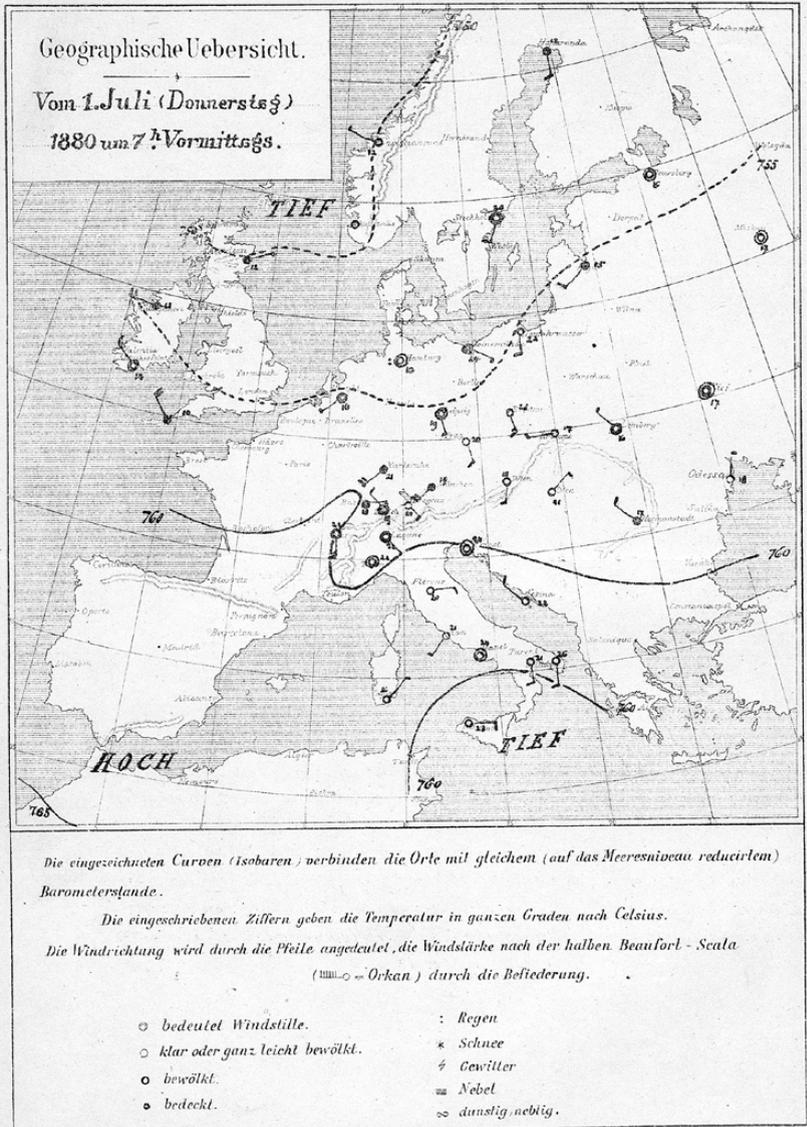


Abb. 39: Erster Wetterbericht der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt vom 1. Juli 1880.

METEOROLOG. CENTRALANSTALT IN ZÜRICH

N:1

TABELLARISCHER BERICHT SCHWEIZERISCHER STATIONEN.

Beobachtungen von Vormittags 7 Uhr								
STATIONEN	Höhe in M ^r über Meer	Barometerstand		Temperatur ° C.	Wind- Richt. u. Stärke	Witterungscharacter	Bemerkungen	Nieder- schlag in M
		absolut	auf Meereshöhe					
Zürich	470	714.0	757.6	19	NW ²	leicht bewölkt		—
Glarus	471	716.2	759.8	14	SE ⁰	hell	gest. U. d. V. Gewitter	3
Trogen	892	684.8	—	20	SE ⁰	hell		—
Basel	278	735.4	758.5	18	E ⁰	bedeckt		12
Lucern	454	720.1	758.4	21	W ²	leicht bewölkt		—
Bern	573	710.3	759.6	19	W ²	leicht bewölkt	gest. U. d. V. Gewitter	—
Genf (S ^t)	408	724.8	760.1	21	SE ²	leicht bewölkt		—
Lugano	275	736.0	759.7	22	SE ⁰	leicht bewölkt		—
Castasegna	700	700.7	760.2	29	E ⁰	bedeckt		—
Davos	1560	632.3	—	14	SE ⁰	hell	gest. U. d. V. d. H. Gewitter	4
Kigi	1790	617.1	—	11	W ¹	bewölkt		—
S! Gotthard	2100	593.7	—	9	SE ⁰	leicht bewölkt		1

Beobachtungen von Mittags 1 Uhr							
STATIONEN	Barometerstand absolut	Änderung seit gest. 7 ^h	Temperatur ° C.	Änderung seit gest. 7 ^h	Wind- Richt. u. Stärke	Witterungscharacter	Bemerkungen
Glarus	718.3	0.0	24	- 2	N ²	bewölkt	
Trogen	684.8	- 0.4	21	- 1	N ¹	bewölkt	
Basel	735.7	+ 1.0	24	- 3	N ¹	bedeckt	
Bern	710.1	+ 0.3	23	- 2	SW ²	bewölkt	
Lugano	735.3	- 0.5	27	0	SE ⁰	leicht bewölkt	
Castasegna	700.1	- 0.4	22	- 1	SE ²	leicht bewölkt	
Davos	631.7	- 0.3	22	- 2	SW ²	leicht bewölkt	
S! Gotthard	593.8	- 1.0	13	- 1	SE ¹	bedeckt	

ALLGEMEINE UEBERSICHT DER WITTERUNG 8^h MORGENS:

Eine Zone niedern Luftdrucks bedeckt heute Nord- u. Mittel-Europa. Das Minimum derselben liegt in der Gegend der Shetland-Inseln. Im Westen der britischen Inseln hat sich der Wind nach Nordwesten gedreht, während derselbe in Deutschland bei sehr geringer Intensität eine vorwiegend südöstliche Richtung zeigt. Das Wetter ist in Central-Europa grösstentheils bewölkt u. zu Gewittern geneigt. Von unsern Stationen werden solche von gestern Abend aus Glarus, Bern u. Davos gemeldet. Die Temperatur ist allgemein etwas gefallen.



Prognosen hingegen waren mit keinem Wort erwähnt. Die mehrheitlich prognosekritische Meteorologische Kommission hatte durchsetzen können, dass die Wettervorhersage im Bundesbeschluss nicht verankert wurde, obwohl die Zentralanstalt mit ihren täglichen Lageberichten die Grundlage dafür bereitstellte. Dabei ging es der Meteorologischen Kommission vor allem darum, den wissenschaftlichen Charakter der Zentralanstalt zu wahren. Prognosen hielten ihrer Ansicht nach nicht den Anforderungen strenger Wissenschaftlichkeit stand. Adolphe Hirsch und Emile Plantamour, die sich in den Kommissionssitzungen am stärksten als Prognosegegner exponierten, bezeichneten Prognosen sogar als «wissenschaftlich unmöglich».³⁹ Etwas konzilianter äusserte sich das Leitungsgremium der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Es fand zwar auch, dass Wettervorhersagen nicht einer «ernsten Wissenschaft» würdig seien, schloss aber für die Zukunft die Möglichkeit einer zuverlässigen Vorausbestimmung nicht aus, sofern sich die Meteorologie noch «bedeutend» entwickeln würde.⁴⁰ Als erschwerender Umstand nannten Gegner wie auch Befürworter von Prognosen die komplexe Topografie der Schweiz.⁴¹ Daraus leitete die Kommission ihr Hauptargument gegen eine Prognosestellung durch die Meteorologische Zentralanstalt ab: Wenn man die Wettereinflüsse in der Schweiz nur lokal richtig einschätzen konnte, dann sollten Prognosen – wenn überhaupt – nur dezentral aufgestellt werden.⁴²

Aufgrund dieser Einschätzung wehrte sich die Meteorologische Kommission zwar gegen die Veröffentlichung von Vorhersagen durch die Zentralanstalt, willigte aber ein, dass Privatpersonen oder kantonale Anstalten den täglichen Wetterbericht mit einer Prognose ergänzten. Weil die Kommission befürchtete, dass allfällige Fehltreffer die Autorität der Wissenschaft insgesamt kompromittieren könnten, forderte sie, jede Prognose namentlich zu signieren.⁴³ Die Angabe der Autorschaft sollte die befürchtete Rufschädigung für die Wissenschaft auf eine Einzelperson kanalisieren. Robert Billwiller teilte die Angst vor einem wissenschaftlichen Statusverlust nicht. Er verwies unter gegenteiligen Vorzeichen auf das Ansehen der Wissenschaft. Dieses sei gerade dann in Gefahr, wenn die Meteorologen das Bedürfnis nach Prognosen ignorierten.⁴⁴ Ihm zufolge sollten nicht

39 Siehe das Protokoll der Sitzung vom 29. 11. 1879 in Billwiller/Hagenbach-Bischoff 1877 (1880), S. VII.

40 Siehe Schreiben SNG an Kommissionsmitglieder, 19. 11. 1879; Schreiben SNG an EDI, 5. 1. 1880 (beide in BBB, GA SANW, 222).

41 Siehe zum Beispiel Hirsch 1879, S. 24 f. Auch Billwiller räumte ein, dass der Einfluss lokaler Bedingungen besonders in der Alpenregion berücksichtigt werden müsse. Siehe Billwiller 1879, S. 7.

42 Siehe Protokoll der Sitzung der meteorologischen Kommission, 23. 5. 1881 (BAR, E88 1000/1167, 99).

43 Siehe Schreiben Meteorologische Kommission an EDI, 21. 2. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 148).

44 Siehe Schreiben Billwiller an EDI, 23. 2. 1879; Schreiben Billwiller an EDI, 26. 2. 1879 (beide in BAR, E88 1000/1167, 148).

nur die wissenschaftlichen Erkenntnisziele massgeblich sein, sondern auch das Interesse «des Landes» oder spezifischer der Landwirtschaft.⁴⁵ Billwiller gestand offen ein, dass die Wettervorhersagen nicht den gängigen Kriterien von Wissenschaftlichkeit entsprachen. Er bezeichnete die Prognosen als «unvollkommene Produkte», die nicht exakt begründet werden könnten.⁴⁶ Dennoch verteidigte er die Wetterprognosen als Bestandteil einer «modernen Meteorologie»: Nur wenn man es wage, auch mit unausgereiften Verfahren und einer noch lückenhaften Datengrundlage zu arbeiten, werde die Meteorologie vorankommen.⁴⁷

Die bundesrätliche Unterstützung für Billwillers Position manifestierte sich am deutlichsten in dessen Wahl zum Direktor. Bei der Verstaatlichung der Meteorologischen Zentralanstalt war eine Direktorenstelle mit Vollzeitpensum geschaffen worden. Rudolf Wolf, der die Zentralanstalt seit 1863 im Nebenamt geführt hatte, trat zurück, und der Bundesrat setzte Billwiller an die Spitze der Institution. Für die Beaufsichtigung der Zentralanstalt war nach wie vor eine Fachkommission vorgesehen.⁴⁸ Deren Zusammensetzung war entscheidend für Billwillers Ziel, die Prognosen doch noch als Aufgabe der Zentralanstalt etablieren zu können. Gegenüber dem Vorsteher des Departements des Innern kritisierte Billwiller die Meteorologische Kommission ab Beginn der Auseinandersetzungen im Jahr 1878 immer wieder.⁴⁹ Er stellte sogar ihre Fachkompetenz infrage. Um die prognosekritische Mehrheit zu kippen, schlug er vor, die neue Kommission nicht nur mit Wissenschaftlern, sondern auch mit Funktionären aus den Bundesbehörden zu besetzen: «Nach allen bisherigen Erfahrungen ist nun aber nichts nothwendiger, als eine solche Vertretung des Bundes in der Commission. Leider gibt es nun Gelehrte, die eigenthümliche Marotten haben & die die Verhandlungen der Kommission trotzdem oft zu beherrschen wissen. Es spielen eben allerlei zusätzliche Rücksichten mit, denen schliesslich leicht das öffentliche Interesse zum Opfer fällt. Der Vertreter des Bundes kennt keine solchen Rücksichten. Er wird leicht, auch wenn er nicht Fachmann ist das Gewicht der in der Diskussion zur Geltung gebrachten Argumente zu beurtheilen wissen.»⁵⁰

45 Siehe Billwiller 1878a.

46 Billwiller 1878a.

47 Schreiben Billwiller an EDI, 9. 6. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 148).

48 Siehe *Bundesbeschluss* 1881, S. 22. Die Fachkommission führte nun den Namen «Eidgenössische Meteorologische Kommission».

49 Billwiller behauptete unter anderem, dass der Kommission «die Principien und Anschauungen der modernen Meteorologie» wenig geläufig seien. Schreiben Billwiller an EDI, 9. 6. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 148). Ähnliche Vorwürfe in Schreiben Billwiller an EDI, 18. 8. 1878; Schreiben Billwiller an EDI, 26. 2. 1879; Schreiben Billwiller an EDI, 9. 6. 1879 (alle in BAR, E88 1000/1167, 148).

50 Schreiben Billwiller an Siegfried Abt (Sekretär des eidg. Departement des Innern), 29. 7. 1880 (BAR, E88 1000/1167, 102).

Billwiller schrieb den bundesstaatlichen Repräsentanten also Selbstlosigkeit und Ungebundenheit zu. In ähnlicher Weise argumentierte der Bundesrat, der 1880 in seiner Botschaft zur geplanten Übernahme der Zentralanstalt erklärte, eine staatliche Obhut garantiere eine «unabhängigere Stellung».⁵¹ Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft willigte zwar ein, ihre Institution zu verstaatlichen, weil dies eine finanzielle Absicherung bedeutete. Sie forderte aber, die Zentralanstalt weiterhin von einer reinen Wissenschaftlerkommission beaufsichtigen zu lassen. Für deren Auswahl wollte sie alleine zuständig bleiben.⁵² Dabei brachte die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft ebenfalls das Unabhängigkeitsargument vor: Sie beanspruchte, dank ihrer Unparteilichkeit am besten über die Zusammensetzung der Kommission urteilen zu können. Die Naturforschende Gesellschaft konnte ihrem Argument keine Geltung verschaffen. Die entsprechende Bestimmung im Bundesbeschluss lautete schliesslich, dass die Zentralanstalt dem Departement des Innern unterstehe. Dessen Vorsteher übernahm das Präsidium der neuen Eidgenössischen Meteorologischen Kommission und schlug dem Gesamtbundesrat die weiteren Kommissionsmitglieder zur Wahl vor.⁵³ Dementsprechend hatte der jeweilige Bundesrat, der das Departement des Innern führte, im Gremium viel Gewicht. Obwohl sechs der acht Mitglieder Professoren waren und fünf davon bereits der früheren Meteorologischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft angehört hatten, veränderte sich das Kräfteverhältnis.⁵⁴ In der neuen Kommission fehlte zum Beispiel Adolphe Hirsch, der sich vehement gegen einen Prognosedienst gewehrt hatte.⁵⁵ Der ebenfalls als scharfer Prognosekritiker bekannte Emile Plantamour wurde zwar gewählt, weigerte sich aber, in der neuen Kommission mitzuarbeiten.⁵⁶ Nachdem die alte Kommission noch bewirkt hatte, dass Prognosen im Bundesbeschluss unerwähnt blieben, erteilte die neue Kommission Billwiller bereits im Dezember 1881 eine formelle Bewilligung, dem Wetterbericht eine Prognose beizufügen.⁵⁷ Wettervorhersagen wur-

51 *Botschaft des Bundesrathes* 1880, S. 391.

52 Schreiben SNG an EDI, 15. 3. 1880 (BAR, E88 1000/1167, 102).

53 *Bundesbeschluss* 1881, S. 22; *Reglement* 1879 (1881), S. V.

54 Die neue Kommission bestand aus Bundesrat Karl Schenk (Präsidium), den Professoren Rudolf Wolf, Emile Plantamour (1882 durch Henri Dufour ersetzt), Charles Dufour, Eduard Hagenbach-Bischoff, Aimé Forster und Heinrich Friedrich Weber sowie dem eidgenössischen Forstinspektor Johann Coaz.

55 Hirsch 1879, S. 24 f.

56 Schreiben Plantamour an EDI, 29. 7. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 96). Plantamour starb nur kurze Zeit später, am 7. September 1882.

57 Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 18. 11. 1881 (BAR, E88 1000/1167, 96). Siehe auch das entsprechende Gesuch Billwillers: «Bericht & Antrag betreffend definitiver Einrichtung für Veröffentlichung der Witterungs-Bulletins u. betreffend Einrichtung u. Behandlung der Witterungsprognosen» (BAR, E88 1000/1167, 99).

den damit zu einer offiziellen Aufgabe der Zentralanstalt und – weil diese nun Teil des Behördenapparats war – auch zu einer bundesstaatlichen Aufgabe. Der Praxisbezug der Zentralanstalt erhielt durch ihre Verstaatlichung eindeutig mehr Gewicht. Praktische Interessen wies der Bundesstaat als öffentliche Interessen aus und beanspruchte, diese zu vertreten. Er konnte sich durchsetzen, indem er über die Zusammensetzung der Kommission bestimmte und den Vorsteher des Departements des Innern an ihre Spitze setzte. Später wurde das Präsidium jedoch als unnötige Belastung wahrgenommen. Die Kommission besprach an ihren Sitzungen vorwiegend Fragen, die den Betrieb der Beobachtungsstationen betrafen. Da die Geschäfte kaum mehr die grundsätzliche Ausrichtung der Zentralanstalt berührten, verzichtete das Departement des Innern 1901 darauf, die Kommission zu präsidieren.⁵⁸ Der Basler Professor Eduard Hagenbach-Bischoff, der das Präsidium übernahm, bedauerte, dass die direkte Verbindung zur Regierung wegfiel.⁵⁹ Solche Äusserungen waren typisch für die offizielle Haltung der Meteorologischen Kommission und auch der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gegenüber dem Bundesstaat. Die faktisch entmachtete Naturforschende Gesellschaft stellte die staatliche Übernahme der Meteorologischen Zentralanstalt nie als Machteinbusse dar. Sogar ihre Delegierten, die 1880 mit dem Departement des Innern über die Reorganisation verhandelt hatten und ursprünglich dafür eingetreten waren, dass die Zentralanstalt mit der Naturforschenden Gesellschaft verbunden bleibe, bezeichneten die Verstaatlichung rückblickend als eine «naturgemäße» Entwicklung.⁶⁰ Der Statuswechsel der Zentralanstalt zu einem amtlichen Bureau sollte als Erfolgsmoment erscheinen und nicht als Konsequenz eines Konflikts unter Wissenschaftlern, in den der Bundesrat eingegriffen hatte, um seine Interessen durchzusetzen.

Synoptische Meteorologie

Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt konnte sich am wettertelegrafischen Datenaustausch nur deshalb beteiligen, weil die Eidgenössische Telegraphenverwaltung die täglichen Depeschen unentgeltlich beförderte. Ein privat organisierter Prognosedienst hätte die Telegrammkosten kaum tragen können. Zudem musste der Austausch von Depeschen auf offiziellem Weg via Regierungen organisiert werden. Daher bestärkte die grenzüberschreitende Wetter-

58 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 6. 11. 1902 (BAR, E88 1000/1167, 96).

59 Siehe die Äusserungen von Hagenbach-Bischoff in Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 6. 11. 1902 (BAR, E88 1000/1167, 96).

60 Hagenbach-Bischoff 1881, S. 110.

telegrafie die staatlichen Strukturen im Feld der Meteorologie.⁶¹ Während der erste meteorologische Depeschenaustausch in der Schweiz 1864 vom kantonalen bernischen Observatorium initiiert worden war, liefen später alle Depeschen aus dem Ausland in der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich ein. Die Pariser Depesche, die zuerst nur an Bern versandt und von da an die Zentralanstalt weitergereicht wurde, ging ab 1881 gleichzeitig an Bern und Zürich, ab 1889 nur noch an Zürich.⁶² Neben den Depeschen aus Paris erhielt die Zentralanstalt für ihre 1879 eingeführten Wetterberichte jeden Mittag Meldungen aus Hamburg, Rom und Wien, wohin sie im Gegenzug auch ein Telegramm sandte.⁶³ Mit einem standardisierten Chiffrensystem wurden die am frühen Morgen gemessenen Barometer- und Thermometerstände, die Windrichtung und Windstärke sowie eine Angabe zum Witterungscharakter – etwa Bewölkung, Niederschlag oder Gewitter – mitgeteilt.⁶⁴ Die Deutsche Seewarte in Hamburg ergänzte ihre eigenen Beobachtungen mit den Daten 16 weiterer Stationen, die sich in deutschen Staaten, aber auch in den Niederlanden, Skandinavien oder auf den britischen Inseln befanden.⁶⁵ Auch die Telegramme aus Wien und Rom waren sogenannte Sammeldepeschen mit Angaben zu verschiedenen Beobachtungsorten.

Auf diese Weise verfügte die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt über die aktuellen Wetterdaten von rund 40 Stationen des Auslands.⁶⁶ Die Werte zu Luftdruck, Wind und Temperatur zeichnete sie in eine Europakarte ein.⁶⁷ Sol-

61 Zur Konsolidierung nationalstaatlicher Strukturen durch internationale Interaktionen siehe Kapitel 3.

62 Siehe Schreiben Hagenbach-Bischoff an die Mitglieder der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 11. 4. 1889 (BAR, E88 1000/1167, 99); Protokoll über die Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission I. 11. 1890 (BAR, E88 1000/1167, 96). Die Zentralanstalt leitete die Position der Isobaren an Bern weiter. Siehe Protokoll über die Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 23. 11. 1895 (BAR, E88 1000/1167, 96).

63 Siehe *Bericht des Bundesrathes* 1880, S. 37; *Bericht des Bundesrathes* 1882, S. 78. Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt sandte jeweils um 10 Uhr ein Telegramm mit den Morgenbeobachtungen von Zürich, Genf, Lugano, Gotthard und Säntis nach Rom und Wien, um 14 Uhr ein Telegramm mit den Morgen- und Mittagsbeobachtungen von Trogen und Säntis nach Hamburg. Siehe *Die Composition des täglichen Witterungsberichtes* 1882, S. XIII. An Paris sandte nur Bern ein Telegramm. Siehe Billwiller 1882f.

64 Zum Schema, das auf dem europäischen Kontinent, nicht aber von Grossbritannien adaptiert wurde, siehe Billwiller 1882f; van Bebbler 1885, S. 307. Das Telegramm aus Paris enthielt bis 1890 keine Daten, sondern eine Übersicht in Worten und eine Angabe der Orte, welche in der Nähe der Linien gleichen Luftdrucks lagen.

65 Siehe Billwiller 1882f; *Die Composition des täglichen Witterungsberichtes* 1882, S. XII. Zur Seewarte, die 1868 auf privater Basis gegründet und 1875 vom Deutschen Reich übernommen worden war, siehe Wege 2002, S. 54–57.

66 Zum Vergleich: In Paris liefen Mitte der 1880er-Jahre Meldungen von mehr als 120 Stationen ausserhalb Frankreichs ein. Siehe van Bebbler 1886, S. 27.

67 Neben Kurven gleichen Barometerstandes, Temperaturangaben und «befiederten Pfeilen» für Windrichtung und Windstärke enthielten die Karten auch Symbole für Windstille, Bewölkung,

che Darstellungen wurden synoptische Karten genannt, weil sie die Wetterlage eines bestimmten Augenblicks präsentierten.⁶⁸ Sie boten eine Synopsis, eine Zusammenschau für ein grösseres Gebiet. Die weit auseinanderliegenden Stationen mussten dafür möglichst zur selben Zeit beobachten. Indes war die auf den Wetterkarten dargestellte Gleichzeitigkeit im 19. Jahrhundert nur eine ungefähre, weil die Stationen nach verschiedenen Lokal- oder Landeszeiten beobachteten.⁶⁹ Hinter der Kartierung mehr oder weniger zeitgleicher Messungen stand die Idee, dass man das Wetter mit einer räumlich ausgedehnten Situationsanalyse besser verstehen könne. Unter Meteorologen galt es zunehmend als überkommen, das Wetter als vorwiegend lokal bedingtes Phänomen zu betrachten.⁷⁰ Stattdessen wurde die Situation an einem bestimmten Ort als Resultat grossräumiger Vorgänge begriffen. Damit rückten rasch wechselnde Phänomene in den Fokus, die mit klimatologischen Mittelwerten nicht fassbar waren.

Ihre Funktion erfüllten synoptische Karten nicht einzeln, sondern als Serie, weil sich nur so die Veränderung der Wetterlage nachverfolgen liess. Robert Billwiler, der die synoptische Methode in der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt einführte, bezeichnete die neuen Karten als Mittel, um den «Verlauf der atmosphärischen Bewegungen» zu erkennen.⁷¹ Wirklich neu waren synoptische Karten im Jahr 1878 allerdings nicht. Bereits in den 1810er-Jahren hatte der spätere Leipziger Physikprofessor Heinrich Wilhelm Brandes versucht, Wetersituationen bestimmter Zeitpunkte kartografisch darzustellen.⁷² Ihm zufolge sollten die synoptischen Karten als Werkzeug dienen, um Naturgesetze in den meteorologischen Vorgängen zu erkennen.⁷³ Mit diesem Ziel verwendeten Meteorologen auch noch später solche Karten, die meistens erst einige Jahre nach dem dargestellten Zeitpunkt erschienen.⁷⁴ Als dann meteorologische Daten te-

Nebel, Regen, Schnee, Hagel oder Gewitter. Siehe *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Centralanstalt* (ab 1. Juli 1880).

68 Spezifisch zu synoptischen Wetterkarten siehe Monmonier 1988; Anderson 2006.

69 Zudem wurde in einigen Ländern um 7 Uhr, in anderen um 8 Uhr beobachtet. Siehe van Bebber 1886, S. 31. Das geteilte Bedürfnis nach guten Wetterkarten wirkte als Motor für Vereinheitlichungsbestrebungen. Zum internationalen Standardisierungsprozess siehe Kapitel 3.

70 Bezold 1901, S. 435.

71 Siehe Billwiler 1882f.

72 Laut Gustav Hellmann war Brandes «wahrscheinlich der erste», der synoptische Karten gezeichnet hatte. Siehe Hellmann 1897, S. 6. Zur Entwicklung der synoptischen Methode siehe Gramelsberger 2017. Zu klimatologischen Karten, insbesondere Alexander von Humboldts Technik der Isolinien, siehe Dettelbach 1999; Daston 2008, S. 108.

73 Gramelsberger 2017, S. 46.

74 Zur Rolle von Wetterkarten als wissenschaftliches Analysemittel siehe Monmonier 1988; Locher 2009b, S. 77. Eine wichtige Rolle für meteorologische Theoretisierungsversuche spielten die von Niels Hoffmeyer initiierten und ab 1873 erscheinenden synoptischen Witterungskarten des Nordatlantiks, die zuerst vom Dänischen Meteorologischen Institut alleine, dann gemeinsam mit der Deutschen Seewarte herausgegeben wurden. Siehe Hoffmeyer 1874.

legrafisch übermittelt werden konnten, wurde es möglich, die meteorologische Situation des aktuellen Tages quasi in Echtzeit abzubilden. Das Observatorium in Paris veröffentlichte ab 1863 tägliche Wetterkarten, das U. S. Weather Bureau ab 1871, das British Meteorological Office ab 1872, die Deutsche Seewarte ab 1876.⁷⁵ In diesem Kontext erhielten synoptische Karten eine neue, zusätzliche Funktion: Sie wurden als Mittel zur Wettervorhersage genutzt.

Wie kamen die Meteorologen von synoptischen Übersichten zu Prognosen für das Wetter der nächsten 24 Stunden? Für die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt ist nicht überliefert, wie sie ihre Prognosen im Detail erstellte. Weder die Archivdokumente noch publizierte Texte beschreiben das Verfahren detailliert.⁷⁶ Die wenigen Erklärungen sind vage, wie zum Beispiel der Hinweis aus den frühen 1880er-Jahren, dass sich die Vorhersagen «aus der synoptischen Uebersicht» ergeben würden.⁷⁷ Europakarten mit Luftdruck-, Temperatur- und Windangaben bildeten die Grundlage, um Wetterveränderungen im Voraus zu bestimmen. Das wichtigste Element auf diesen Karten waren die Linien gleichen Luftdrucks, sogenannte Isobaren, mit denen Hoch- und Tiefdruckgebiete identifiziert werden konnten. Diese Analysetechnik hatte der Direktor des Königlich-Niederländischen Meteorologischen Instituts, Christophorus Buys Ballot, geprägt. Ab 1857 hatte er eine empirisch begründete Regel über die Beziehung zwischen Luftdruckverteilung und Wind entwickelt und für Sturmwarnungen angewandt.⁷⁸ Sie wurde rasch von anderen Wetterdiensten übernommen und ab den 1870er-Jahren meistens als «Gesetz» bezeichnet.⁷⁹ Die Deutsche Seewarte nannte sie sogar die «grösste Errungenschaft der neueren Meteorologie».⁸⁰ Die Buys-Ballot-Regel konnte sich als Grundstein der Prognosestellung verankern, obwohl sie nur auf Erfahrungssätzen beruhte und dementsprechend nicht theoretisch begründet war. Wie der Anfang dieses Kapitels gezeigt hat, stand die Frage wissenschaftlicher Seriosität im Zentrum, als die Schweizerische Meteorologische Kommission in den späten 1870er-Jahren über die Einführung eines Prognosedienstes diskutierte. Robert Billwiller versuchte, die Prognosen als legitimen Bereich der Meteorologie zu etablieren. Er vermittelte ein

75 Siehe Nebeker 1995, S. 36 f.; Wege 2002, S. 32; Anderson 2006; Locher 2009b, S. 90 f.

76 Sarah Dry weist darauf hin, dass es auch beim britischen Meteorological Department of the Board of Trade (später Meteorological Office) ein «lack of written rules» gab. Siehe Dry 2009, S. 54.

77 *Die Composition des täglichen Witterungsberichtes* 1882, S. XIII.

78 Zur Regel, dass die von Hochdruckgebieten nach Tiefdruckgebieten strömende Luft auf der nördlichen Hemisphäre nach rechts abgelenkt werde, sowie zu ihrer Anwendung siehe Achbari/van Lunteren 2016.

79 Siehe Achbari/van Lunteren 2016, S. 6. Meistens lautete die Bezeichnung «Buys-Ballot'sches Gesetz», später auch «barisches Windgesetz».

80 Van Bebbber 1898, S. 9.

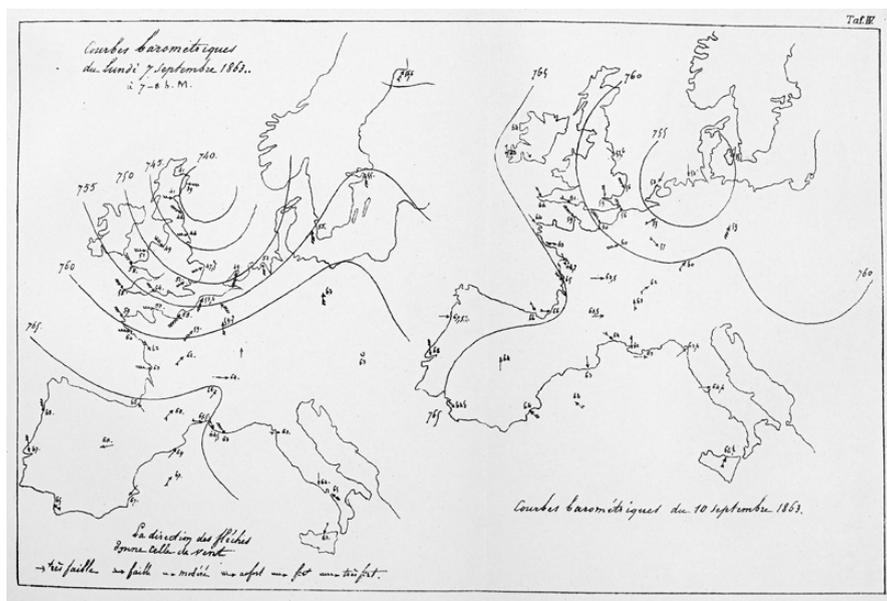


Abb. 40: Die ersten täglichen Wetterkarten auf der Grundlage telegrafischer Meldungen veröffentlichte das Observatoire impérial de Paris ab 1863. Die beiden Karten stellen die Luftdruckverteilung vom 7. und 10. September 1863 dar. Reproduktion von 1897.

Bild von Wissenschaftlichkeit: Wie «der Physiker dem Experiment» könne man mit synoptischen Karten den Veränderungen der Wetterlage «beiwohnen».⁸¹ Gleichzeitig argumentierte er, dass sich Prognosen nicht an den Massstab exakter Begründbarkeit halten müssten. Solange die Meteorologen den inneren Zusammenhang der Erscheinungen nicht verstünden, dürften rein empirische Verfahren «in die Lücke treten».⁸² Hier führte Billwiller ein Beispiel an: Man wisse, dass bestimmte Lagen der Isobaren häufig Regen auslösten, obschon man den Zusammenhang von Luftdruckverteilung und Niederschlag noch nicht theoretisch erklären könne.⁸³

Billwiller stützte seine Vorhersagen also auf die Beobachtung, dass bestimmte Arrangements der Hoch- und Tiefdruckgebiete bestimmte Erscheinungen auslösten.⁸⁴ Die Zentralanstalt archivierte ihre täglichen Wetterkarten, um sie für

81 Billwiller 1880, S. 3.

82 Ebd.

83 Siehe Billwiller 1882c, S. 5.

84 Siehe dazu die Darstellung von Billwillers Sohn, später ebenfalls Direktor der Zentralanstalt:

das Vergleichen von Fällen nutzen zu können – in der Annahme, dass eine bestimmte, bereits einmal kartierte Situation wiederum das gleiche Wetter zur Folge haben würde.⁸⁵ Da es viel Zeit kostete, im Archiv nach einer ähnlichen Wetterlage zu suchen, war ein gutes Erinnerungsvermögen für den Prognosedienst essenziell. Billwillers Nachfolger, Julius Maurer, der von 1905 bis 1934 die Direktion der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt innehatte, wurde in seinem Nachruf für ein «staunenswertes» Gedächtnis gelobt: Maurer habe sich bei besonderen Wetterlagen oft an ein früheres Bild der Luftdruckverteilung erinnert und daraus einen «Analogieschluss» für den aktuellen Fall gezogen.⁸⁶

Die prognostischen Verfahren der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt veränderten sich während der ersten Jahrzehnte nur wenig. Als Ergänzung zu ihrem wichtigsten Hilfsmittel, der Synoptik, beobachtete die Zentralanstalt ab 1906 vermehrt auch Wolken, um die aktuelle Wetterlage einzuschätzen.⁸⁷ Mathematisch-physikalische Theorien, wie sie unter anderen von der sogenannten Bergener Schule entwickelt wurden, fanden erst in den 1920er-Jahren Eingang in den schweizerischen Prognosedienst.⁸⁸ Dieser erfuhr nach 1920 auch wesentliche Änderungen in organisatorisch-technischer Hinsicht.⁸⁹ Dank eines intensivierten internationalen Datenaustauschs verkürzten sich die Zeitabstände zwischen zwei Lageanalysen, was sich positiv auf die Qualität der Prognosen auswirkte. Die «Neuorganisation» empfand die Zentralanstalt als grossen Schritt, nachdem sich ihr Prognosedienst während 40 Jahren kaum verändert hatte – abgesehen von zusätzlich hinzugekommenen Telegrammen.⁹⁰ Der als zu

Billwiller junior 1946, S. 246. Billwiller senior setzte sich auch mit Arbeiten zu den häufigsten «Zugstrassen» der Tiefdruckgebiete auseinander. In drei «Beigaben zum Wetterbericht» im Jahr 1882 stellte er Wilhelm Jacob van Bebbers Arbeiten zu typischen Zugstrassen von Tiefdruckgebieten vor. Siehe *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Centralanstalt*, 8. Juli 1882 (Nr. 189), 15. Juli 1882 (Nr. 196), 22. Juli 1882 (Nr. 203).

85 Siehe zum Beispiel die gebundenen Wetterkarten in BAR, E3180-01 2005/90, 349. Der Meteorologehistoriker Paul Edwards bezeichnet diese Technik treffend als «pattern matching». Siehe Edwards 2006, S. 231.

86 Mörkofer 1938, S. 449 f.

87 Siehe dazu den Aufsatz über die Wolkenbeobachtungen, den Alfred de Quervain in der *Meteorologischen Zeitschrift* publizierte: de Quervain 1908.

88 Robert Billwiller junior reiste 1922 nach Bergen und Jacob Bjerknes, der Sohn von Vilhelm Bjerknes, 1923 nach Zürich. Siehe Billwiller junior 1946, S. 246. Für einen Überblick zu Theoretisierungsversuchen siehe Gramelsberger 2017.

89 Finanziell ermöglicht wurde die «Erweiterung des Dienstes» durch einen Bundesbeschluss. Siehe *Botschaft des Bundesrates* 1921. Zum Ausbau im 20. Jahrhundert siehe auch Willemsse/Haefliger/Grimbacher 2016.

90 Siehe «Bericht und Antrag an das Departement des Innern zu Händen des Bundesrates betreffend die Neu-Organisation des schweiz. Wetterdienstes abgefasst im Auftrag des Präsidenten der Eidg. Meteor. Kommission von J. Maurer, Dir. u. A. de Quervain, Del.», 30. 12.1920 (BAR, E88 1000/1167, 153).

langsam empfundene Depeschenaustausch zwischen den Zentralanstalten war seit den 1870er-Jahren wiederholt Thema an internationalen Kongressen und Konferenzen. Kein Anpassungsvorschlag kam aber über die Entwurfsphase hinaus.⁹¹ Ebenso scheiterten Zentralisierungsprojekte, wie sie zum Beispiel der Schweizer Mathematiker René de Saussure 1905 ins Spiel gebracht hatte.⁹² Auch wenn Initiativen für eine schnellere Datenübermittlung keinen Erfolg hatten, funktionierte die bilaterale Kooperation zwischen den meteorologischen Einrichtungen der verschiedenen Staaten in der Regel verlässlich. Prognosen waren eine nationalstaatliche Dienstleistung, die auf einen internationalen Datenaustausch angewiesen war. Mit dem Ausbruch des Ersten Weltkriegs änderten sich die Rahmenbedingungen aber schlagartig. Trotz des schweizerischen Neutralitätsstatus erhielt die Meteorologische Zentralanstalt immer weniger Depeschen.⁹³ Unter diesen Umständen war es schwierig, den Prognosedienst aufrechtzuerhalten, der zur Hauptsache auf einer Analyse der europäischen Wetterlage basierte. Angesichts dessen empfahlen zwei Mitglieder der Meteorologischen Kommission, die lokale Wetterbeobachtung als Alternative zur synoptischen, auf den grenzübergreifenden Datenaustausch gestützten Methode zu stärken.⁹⁴ Sie schlugen vor, Assistenten zur kontinuierlichen Himmelsbeobachtung auszubilden. Dieser Vorschlag wurde schliesslich nicht umgesetzt. Er macht aber deutlich, dass die Wahl zwischen lokaler und grossräumiger Wetterbetrachtung nicht nur eine Frage aktueller wissenschaftlicher Methodenpräferenzen war, sondern auch von politischen Umständen abhing.

Die öffentliche Resonanz der offiziellen Prognosen

Die Wetterberichte und Wetterprognosen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt richteten sich an ein breites Publikum und waren als «Dienst an der Öffentlichkeit» konzipiert.⁹⁵ Der zentrale Bezugspunkt war praktische Nützlichkeit – und weniger das Ziel, neue Wahrheiten zu finden. Der Prognos-

91 Zum Beispiel schlugen die 1896 in Paris zusammengekommenen Direktoren meteorologischer Zentralanstalten ein «Circuitsystem» vor, bei dem die Weitergabe der Meldungen nach einer bestimmten Ordnung erfolgt wäre. Siehe zum Vorschlag, den das eidgenössische Post- und Eisenbahndepartement unterstützte: *Bericht des Bundesrates* 1897, S. 653.

92 Zur Idee eines «bureau météorologique central européen» siehe Kapitel 3.

93 Bereits im September 1914 gingen nur noch unregelmässig Meldungen ein. Siehe Schreiben Gautier an EDI, 17. 9. 1914 (BAR, E88 1000/1167, 119); Protokoll der Bundesratssitzung vom 19. 10. 1915 (BAR, E1004.1, Bd. 260); Schreiben Maurer an EDI, 28. 12. 1918 (BAR, E88 1000/1167, 119); *Bericht des Bundesrates* 1918.

94 Siehe A. Heim et P. L. Mercanton, Rapport d'inspection présenté à la Commission le 22 juillet 1916 (BAR, E88 1000/1167, 101).

95 Siehe zu diesem Begriff: Bourdieu 1998, S. 150.

siedienst wurde daher an seiner Wahrnehmung und Beurteilung in der öffentlichen Sphäre gemessen. Dementsprechend freute sich Robert Billwiller über die ersten, mehrheitlich positiven Rückmeldungen auf seine Prognosetelegramme. Ein Abonnent aus dem St. Galler Rheintal berichtete, er könne jeden Abend «ganze Versammlungen» vor der ausgehängten Meldung beobachten.⁹⁶ Jedoch lagen die Abonnentenzahlen weit unter den Erwartungen. Anfang der 1880er-Jahre beliefen sie sich auf weniger als 50 schweizweit.⁹⁷ Auch die per Post versandten Wetterberichte mit Karte, Situationsbeschreibung und Prognose hatten nur bescheidenen Erfolg. Die Meteorologische Kommission gab dem zu hohen Preis die Schuld daran. Innerhalb von zwei Jahren senkte sie deshalb den Preis für die täglichen Wetterberichte von 40 auf 12 Franken pro Jahr.⁹⁸ Dies zeigte Wirkung: Die Zahl der Abonnenten stieg auf 150 an.⁹⁹ Die Herstellungskosten konnten mit den Abonnementseinnahmen aber noch lange nicht gedeckt werden.¹⁰⁰ Bei den Prognosetelegrammen bestimmte die eidgenössische Telegrafverwaltung die Preise. Bis 1902 kostete die Zehn-Wort-Depesche zehn Franken pro Monat, danach noch die Hälfte.¹⁰¹ Für die Meteorologische Zentralanstalt war es problematisch, dass ihr Angebot trotz Preissenkungen nur beschränkte öffentliche Aufmerksamkeit erlangte. Dies entsprach nicht dem Bild eines starken Verlangens nach Prognosen, mit dem sie bei der Einführung argumentiert hatte. Während die Meteorologische Kommission und die Zentralanstalt die hohen Preise als grösstes Hindernis für die Verbreitung ihrer Prognosen ansahen, verwiesen andere auf Qualitätsmängel. Die Gemeindeganzlei Herisau, die 1880 die telegrafischen Meldungen abonniert und öffentlich angeschlagen hatte, berichtete, dass diese von den Bauern wegen der häufigen Fehltreffer kaum beachtet

96 Schreiben Carl Sartory an Billwiller, 12. 10. 1880 (BAR, E88 1000/1167, 148). Siehe auch die weiteren Rückmeldungen auf Billwillers Rundschreiben vom 9. 10. 1880 im selben Archivdossier.

97 Siehe *Bericht des Bundesrates* 1883, S. 87.

98 Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 25. 11. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 99). Im internationalen Vergleich war der Preis für den Wetterbericht der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt niedrig: Das Pariser Bulletin kostete das Dreifache, der Wetterbericht der Deutschen Seewarte das Vierfache. Siehe van Bebber 1886, S. 75.

99 Billwiller 1882 (1883), S. VII.

100 1908 konnten die Kosten erstmals «nahezu vollständig» gedeckt werden. Siehe Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission vom 16. 7. 1908 (BAR, E88 1000/1167, 96). Ursprünglich hatte die Zentralanstalt erwartet, die Herstellung von Anfang an mit den Abonnementseinnahmen finanzieren zu können. Siehe Protokoll der Sitzung der meteorologischen Kommission, 23. 5. 1881 (BAR, E88 1000/1167, 99); Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 18. 11. 1881 (BAR, E88 1000/1167, 96). Im ersten Jahr hatte die Druckerei das Risiko übernommen und ein Defizit von 1500 Franken davongetragen. Siehe Schreiben Litograph Hofer an Bundesrat Schenk, 27. 1. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 108).

101 Siehe Billwiller 1881 (1882), S. IX; *Bericht des Bundesrates* 1903, S. 709.

würden.¹⁰² Demnach war es nicht nur eine Frage des Preises, sondern auch der Präzision, ob eine Vorhersage als brauchbar erschien. Tatsächlich kam es immer wieder vor, dass die Zentralanstalt mit ihren Prognosen vollkommen daneben lag. Der Historiker Fabien Locher, der die Anfänge des französischen Prognosedienstes untersucht hat, bezeichnet Wettervorhersagen als ausserordentlichen Fall von Expertenprüfung, weil sich ihr Wahrheitsgehalt schnell, eindeutig und schonungslos offenbarte.¹⁰³ Am 11. Juni 1879 beispielsweise hatte Robert Billwiller eine «Fortdauer des warmen trockenen Wetters bei heiterem Himmel» angekündigt. Doch wenige Stunden, nachdem er diese Meldung versandt hatte, schlug das Wetter um: «Der Donner krachte aus dem schwarz und grau verhangenen Himmel», vermerkte ein Leser.¹⁰⁴ Solche Fehltreffer erschütterten laut Adolphe Hirsch, der als Mitglied der alten Meteorologischen Kommission die Prognosen bekämpft hatte und sie auch später noch ablehnte, das Vertrauen des Publikums in die «wissenschaftliche Meteorologie».¹⁰⁵ Die Zentralanstalt dagegen stellte ihre Fehltreffer als Einzelfälle dar und versuchte, ihren öffentlichen Ruf mit einer gründlichen Evaluation zu sichern.

Von ihrer ersten Prognose an führte die Zentralanstalt Statistiken darüber, wie viele Prozent der Vorhersagen für den kommenden Tag zutrafen.¹⁰⁶ Dafür adaptierte sie das US-amerikanische Verfahren, das die Prognosen in «eingetroffen», «teilweise eingetroffen» und «nicht eingetroffen» unterteilte.¹⁰⁷ Die Hälfte der teilweise eingetroffenen Prognosen wurde zu den gelungenen, die andere zu den misslungenen gezählt. So kam die Zentralanstalt bereits Anfang der 1880er-Jahre auf eine Trefferquote von 86 Prozent, was ihrer Ansicht nach den Prognosedienst ausreichend legitimierte und jeder Fundamentalkritik die Berechtigung entziehen sollte.¹⁰⁸ Neben Zürich wurden die Trefferquoten an drei bis vier weiteren Orten erhoben.¹⁰⁹ Ihre geringen Abweichungen nahm Billwiller als Argument dafür, dass eine Prognose für das gesamte schweizerische Territorium auf der Alpennordseite genüge.¹¹⁰ Damit stellte er sich gegen die weitverbrei-

102 Schreiben Gemeindekanzlei Herisau an Billwiller, 13. 10. 1880 (BAR, E88 1000/1167, 148).

103 Locher 2009b, S. 77.

104 *Landwirtschaftliche Nachrichten* 1879, S. 320.

105 Hirsch 1879, S. 25; Hirsch 1886, S. 124.

106 Siehe zur ersten Statistik über die Monate Juni bis Dezember 1878: Schreiben Billwiller an EDI, 23. 2. 1879 (BAR, E88 1000/1167, 148).

107 Siehe Billwiller 1882a; Billwiller 1882e, S. 38. Die Deutsche Seewarte hatte die Prüfungs-methode aus Nordamerika bereits 1877 übernommen. Siehe van Bebber 1886, S. 404 f.

108 Billwiller 1879, S. 18. Zu den Trefferquoten siehe Billwiller 1880, S. 2; Billwiller 1881 (1882); Billwiller 1882a.

109 Neben Zürich prüften auch die meteorologischen Beobachter in Frauenfeld, Luzern, Neuenburg und Aarau die Prognosen während mehrerer Jahre, zum Teil sogar während Jahrzehnten. Siehe zum Beispiel die Erfolgsstatistik in *Bericht des Bundesrates* 1890, S. 597.

110 Billwiller 1883a (1884), S. VIII.

tete Auffassung, wonach Prognosen für das topografisch heterogene Gebiet der Schweiz nur regional gültig sein könnten.¹¹¹ Dass Billwiller seine Position durchsetzen konnte, lag auch daran, dass sich eine zentrale Prognosestellung viel kostengünstiger umsetzen liess als ein System mit regionalen Zweigstellen.¹¹²

Die Meteorologische Zentralanstalt formulierte ihre Prognosen oft sehr vage: «Zunächst noch vorwiegend trübes, zeitweise regnerisches Wetter», «Lokale Niederschläge möglich, sonst keine wesentliche Aenderung im Witterungscharakter» oder «Zeitweise bewölktes, jedoch meist trockenes Wetter» lauteten zum Beispiel drei ihrer Aussichten im Sommer 1881.¹¹³ Die verschwommene Ausdrucksweise brachte der Zentralanstalt Kritik ein, denn je unbestimmter eine Prognose formuliert war, desto geringer ihr praktischer Wert. Selbst die Meteorologische Kommission forderte die Zentralanstalt dazu auf, präzisere Ausdrücke zu verwenden, damit ihre Prognosen eindeutiger würden.¹¹⁴ Billwiller aber entgegnete, ein «vorsichtiger Prognostiker» müsse sich bisweilen unbestimmt ausdrücken.¹¹⁵ Dies lag ihm zufolge nicht primär daran, dass die Vorhersagen für ein grosses Gebiet gültig sein mussten, sondern dass bei manchen Wetterlagen der weitere Verlauf schwierig abzuschätzen war. Den Anspruch, Unsicherheiten zu kommunizieren, übernahmen auch Billwillers Nachfolger, die beispielsweise 30 Jahre später der Prognose «leicht wolkig bis heiter und warm» den Zusatz «unmittelbar noch unsichere Situation» beifügten.¹¹⁶ Auch für ihre Wetteraussichten ohne eine derart klar markierte Unsicherheit garantierte die Meteorologische Zentralanstalt keine absolute Richtigkeit. Damit ihre Abonnenten die Zukunftsaussagen in diesem Sinn auffassten, deklarierte sie ihre Prognose im Wetterbericht immer als «Muthmassung», die zwar begründet sei, aber nie vollständige Sicherheit bieten könne.¹¹⁷

111 Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft hatte 1880 die Position vertreten, dass die Lokaleinflüsse viel zu gross seien, um eine Prognose für die gesamte Schweiz aufzustellen. Siehe Schreiben SNG an EDI, 5. 1. 1880 (BBB, GA SANW, 222). Der Plan, dass dezentrale Stellen eigene Prognosen ausgeben würden, funktionierte – abgesehen vom Berner Observatorium – aber nicht.

112 Ab Juli 1881 wurde im Wetterbericht eine Prognose für die Nord-, Ost- und Zentralschweiz aufgestellt und eine leicht modifizierte französischsprachige Version für die Westschweiz beifügt. Die Bewohner der Südseite der Alpen wurden bis in die 1920er-Jahre meistens übergangen. Siehe Billwillers Bericht in Bureau Central Météorologique de France 1895, S. 62. Zu den Prognosegebieten der Zentralanstalt im 20. Jahrhundert siehe Häfelin 1955; Häfelin 1974, S. 27; Willemse/Haefliger/Grimbacher 2016, S. 69.

113 Prognosen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt für den 9., 14. und 29. Juni 1881, zitiert in Billwiller 1882e, S. 39 f.

114 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 18. 11. 1881 (BAR, E88 1000/1167, 96).

115 Billwiller 1880, S. 9.

116 *Wetterbericht der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt*, 22. 6. 1911 (Nr. 173).

117 Die Erklärung war 1882–1906 im *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt* ent-

Die Meteorologische Zentralanstalt empfahl, die tägliche Lektüre ihrer Wetterberichte mit persönlichen Beobachtungen vor Ort zu kombinieren, am besten mit instrumentellen Messungen. Doch auch das Beobachten mit blossen Auge hielt die Zentralanstalt für eine wertvolle Ergänzung.¹¹⁸ Vor allem bei lokal bedingten Niederschlägen, die der grossräumigen Wetterprognose oft entgingen, bot es sich an, sichtbare Anzeichen zu berücksichtigen. Die lokale Wetterschau war eine Vorhersagemethode, die Bauern seit langem praktizierten. Ihre traditionellen Interpretationstechniken stützten sich auf viel Erfahrungswissen. Hier versuchte Billwiller, einen Anschluss herzustellen. Er betonte, die «wissenschaftliche» Prognose stehe nicht in einem Gegensatz zu traditionellen Wettervorhersagen.¹¹⁹ Allerdings müssten die verwendeten Regeln auf genauen Beobachtungen beruhen und «in der Natur» begründet sein.¹²⁰ Damit schloss Billwiller viele der verwendeten Indikatoren aus: das Verhalten von Fröschen oder die Voraussage mittels Lostagen beispielsweise tat er als Aberglauben ab.¹²¹ Er begründete dies damit, dass es keinen bewiesenen Zusammenhang mit den Vorgängen in der Atmosphäre gebe. Billwiller verlangte also eine objektivierende Haltung, die wissenschaftlichen Vorgaben entsprach.¹²² Zudem verwies er die Beobachtung der näheren Umgebung klar auf eine untergeordnete Position: Ihre Rolle sollte die einer Ergänzung, nie aber eines Ersatzes für die allgemeine, europäische Lagebeurteilung sein.

Um «dem Volke» die Bedeutung der grossräumigen Wetteranalyse zu vermitteln, veröffentlichten Mitglieder der Meteorologischen Kommission und die Zentralanstalt einige Zeitungs- und Zeitschriftenartikel «in möglichst populärer Weise».¹²³ Billwiller versuchte, in erster Linie die Landwirte anzusprechen. Er trat bei mehreren «landwirtschaftlichen Wanderlehrvorträgen» als Referent

halten. Bereits als Billwiller mit den NZZ-Prognosen begonnen hatte, hatte er erklärt, seine Prognosen seien nur «Wahrscheinlichkeiten» und «Vermuthungen». Siehe Billwiller 1878a.

118 Siehe Maurer 1882.

119 Billwiller 1879, S. 5 und 14. Zur Integration von tradiertem Wetterwissen siehe auch die Arbeit von Sarah Dry mit der These, der Erfolg des British Meteorological Office sei wesentlich damit zu erklären, dass es traditionelle Praktiken von Fischern integrierte, statt sie zu unterdrücken. Siehe Dry 2009.

120 Siehe Billwiller 1882e, S. 37.

121 Billwiller schrieb, wie das Wetter an bestimmten Tagen sei, könne unmöglich den weiteren Verlauf bestimmen. Siehe Billwiller 1879, S. 3 und 14. Siehe in diesem Zusammenhang auch den in Kapitel 4 beschriebenen Umgang mit der Bauernregel zu den Eisheiligen.

122 Zum Objektivitätsanspruch im modernen Wissenschaftsverständnis siehe auch Böhle/Porschen 2012.

123 Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 18. 11. 1881 (BAR, E88 1000/1167, 96); Billwiller 1882 (1883), S. VIII. Das Kommissionsmitglied Albert Riggenschach publizierte zum Beispiel einen Artikel unter dem Titel «Was man aus den täglichen Wetterkarten der schweizer. meteorologischen Centralanstalt ersieht» in einer Basler Tageszeitung. Siehe den Separatabdruck: Riggenschach 1882.

auf und publizierte in der Zeitschrift des Schweizerischen Landwirthschaftlichen Vereins einen längeren Text.¹²⁴ Darin versuchte er, sein Prognoseverfahren verständlich zu machen, um Vertrauen aufzubauen und neue Abonnenten zu gewinnen. Mit solchen Beiträgen strebte Billwiller auch eine Vermittlung «richtiger Vorstellungen über Witterungsverhältnisse» an.¹²⁵ Es ging ihm darum, eine wissenschaftliche Denkweise zu verbreiten. Billwiller entwarf dabei das Bild aktiver Rezipienten: Die Wetterberichte sollten das eigene Denken nicht etwa ausschalten, sondern vielmehr dabei helfen, den Wetterverlauf selbst zu beurteilen.¹²⁶ Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft sah in den Wetterberichten sogar eine Chance, in weiten Kreisen den «Sinn» für meteorologische Studien zu wecken.¹²⁷ In diese Richtung zielten auch die 1882 eingeführten wöchentlichen Beigaben auf der ansonsten leeren vierten Seite des Wetterberichts. Als «allgemein interessante Mittheilungen aus dem Gebiete der Meteorologie» sollten sie zusätzliche Abonnenten anziehen und letztlich dazu beitragen, ein Publikum von Kennern zu schaffen.¹²⁸

Anfang des 20. Jahrhunderts bilanzierte der Bundesrat in einem seiner jährlichen Geschäftsberichte, dass die Prognosen der Zentralanstalt eine «gebührende beifällige Beurteilung» in der Bevölkerung fänden.¹²⁹ Überprüfen lässt sich diese Einschätzung zur öffentlichen Wahrnehmung nur beschränkt. Einen Anhaltspunkt bietet die langsam, aber stetig steigende Zahl der Abonnenten für die Wetterberichte und telegrafischen Prognosen, die auch von den meisten Tageszeitungen verbreitet wurden.¹³⁰ Im Endeffekt bleibt aber unklar, inwieweit die Meldungen der Zentralanstalt in das Alltagsleben ihrer Adressaten vordrangen und wie grosse Teile der Bevölkerung sich tatsächlich danach richteten. Alterna-

124 Billwiller 1882e. Zu den von der Zürcher Kantonsregierung organisierten Vorträgen siehe Schreiben Billwiller an Handels- und Landwirtschaftsdepartement, 19. 3. 1880 (BAR, E88 1000/1167, 162).

125 Billwiller 1882 (1883), S. VIII.

126 Siehe Billwiller 1879, S. 17.

127 Siehe Schreiben SNG an EDI, 5. I. 1880 (BBB, GA SANW, 222).

128 Zu den Mitteilungen im *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt*, die ab Ende 1882 aus Kostengründen nicht mehr erschienen, siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 18. 11. 1881 sowie Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 25. 11. 1882 (beide in BAR, E88 1000/1167, 96). Der Ausdruck «Publikum von Kennern» ist dem Philosophen Peter Sloterdijk entlehnt, der die Konversation über die Wetterlage als gesellschaftsverbindend beschreibt. Siehe Sloterdijk 2004, S. 169 f.

129 *Bericht des Bundesrates* 1906, S. 86.

130 Ende des ersten Jahrzehnts des 20. Jahrhunderts erreichten die Telegramme rund 120 Empfänger, die Wetterberichte rund 600. Siehe Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission, 27. 7. 1907 (BAR, E88 1000/1167, 96); *Bericht des Bundesrates* 1910, S. 88. Zusätzlich beantwortete die Zentralanstalt Anfragen per Telegraf oder Telefon. 1905 berichtete die Zentralanstalt, dass sie innerhalb von fünf Monaten über 1000 Auskünfte zu Wetteraussichten erteilt habe. Siehe *Bericht des Bundesrates* 1906, S. 86.

tiven gab es zahlreiche, was beispielsweise die Satirezeitschrift *Nebelspalter* thematisierte. In einem Gedicht von 1888 über den «Wätterma» im schwyzerischen Bisisthal, der den Himmel viel besser kenne als «hochg'studierte» Meteorologen, hiess es: «Er rächnet nit und chratzet uf kei g'lehrte Boge / Und hät im Bisisthal si Schlüss doch richtig zoge.»¹³¹ Besonders der Blick auf die Tourismusbranche zeigt deutlich, dass der Wert der offiziellen Prognosen umstritten war. Zum einen beschwerten sich Gastwirte, Schlechtwetterprognosen würden ihnen das Geschäft verderben.¹³² Zum anderen bemühten sich Kur- und Verkehrsvereine darum, dass ihre Ortschaften im täglichen Wetterbericht, genauer in dem darin enthaltenen «tabellarischen Bericht schweizerischer Stationen», fungierten.¹³³ Solche Gesuche aus Gersau, Interlaken oder Engelberg bewilligte die Zentralanstalt meistens, weil öffentliche Resonanz für die Etablierung ihrer Wetterberichte ebenso wichtig war wie die Akzeptanz innerhalb der meteorologischen Fachgemeinschaft.

«Wetterpropheten» als Konkurrenz

Die Meteorologische Zentralanstalt war nicht der alleinige Anbieter von Wetterprognosen für die Schweiz. Obwohl sie selbst astrologische Vorhersagen als überwundenen Standpunkt bezeichnete, waren diese weit verbreitet.¹³⁴ Grosse Bekanntheit hatte der sogenannte Hundertjährige Kalender, wonach sich das Wetter alle sieben Jahre wiederholte.¹³⁵ Die astrologischen Vorhersagen waren zwar wissenschaftlich verpönt, stellten aber eine stark präzise Form der Wetterdeutung dar. Insofern wirkten sie auch auf die Diskussion über Prognosen anhand synoptischer Karten ein. Die Meteorologen versuchten, sich von

131 *De best Wetterprophet* 1888.

132 Zum Vorwurf, die Prognosen würden der «Fremdenindustrie» schaden, siehe Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission vom 26. 7. 1909 (BAR, E88 1000/1167, 96); *Unverständige Angriffe* 1909.

133 Zu den Gesuchen siehe Billwiller 1888a (1889), S. VI f.; Schreiben Billwiller an EDI, 26. 4. 1888 (E 88, 1000/1167, 133); Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 24. 7. 1903 (BAR, E3001-01 2004/492, 267); Protokoll über die Sitzung der eidgen. meteorologischen Kommission, 28. 7. 1906 (BAR, E88 1000/1167, 96). Allerdings konnte die Anzahl der schweizerischen Stationen im Wetterbericht nicht beliebig erhöht werden, weil die Depeschen innerhalb kurzer Zeit dechiffriert werden mussten. Zudem sollten sich die telegrafisch rapportierenden Stationen möglichst gleichmässig über die Schweiz verteilen. Siehe dazu Billwiller 1888a (1889), S. VII; Schreiben Hagenbach-Bischoff an die Mitglieder der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 11. 4. 1889 (BAR, E88 1000/1167, 99).

134 Billwiller 1879, S. 2.

135 Eduard Brückner, Professor in Bern und 1893–1904 Mitglied der Eidgenössischen Meteorologischen Kommission, fand sogar, ein Volkskalender ohne die Vorhersagen des Hundertjährigen Kalenders werde nicht gekauft. Siehe Brückner 1903–1904, S. 105.

astrologischen Traditionen abzugrenzen, was sich am veränderten Gebrauch des Begriffs «Prophezeiung» erkennen lässt. Nachdem lange Zeit auch wissenschaftliche Aussagen über zukünftiges Wetter als Wetterprophezeiungen bezeichnet worden waren, entschied sich die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt bei der Einführung ihrer Wetterberichte dagegen, den Begriff zu verwenden. Ihre Tätigkeiten sollten nicht mit astrologischen Praktiken assoziiert werden. Deshalb betitelte sie ihre Vorhersagen als «Prognosen» statt «Prophezeiungen», wie dies auch die meteorologischen Einrichtungen in Frankreich und England taten.¹³⁶ Mit dieser begrifflichen Grenzziehung transportierte die Bezeichnung «Wetterprophezeiung» neu den Vorwurf, unwissenschaftlich zu sein. Für solche Exklusionsstrategien hat der Soziologe Thomas Gieryn den Begriff «boundary-work» geschaffen – und verschiedene Studien der jüngeren historischen Forschung haben gezeigt, dass Grenzziehungsarbeit im Sinne Gieryns in der öffentlichen Positionierung wissenschaftlicher Disziplinen eine wichtige Rolle spielte.¹³⁷

Sich abzugrenzen war für die Meteorologen besonders schwierig gegenüber «Wetterpropheten», die sich auf eine wissenschaftliche Grundlage beriefen. Der für seine Vorhersagen weit bekannte Franzose Mathieu de la Drôme beispielsweise stützte seine Theorie, dass der Mond das Wetter bestimme, mit den Niederschlagsmessungen der meteorologischen Station in Genf.¹³⁸ Einen hohen Bekanntheitsgrad erreichte auch Rudolf Falb, ein ehemaliger österreichischer Priester, der auf verschiedenen naturwissenschaftlichen Gebieten forschte. Mehrere Monate im Voraus kündigte er jeweils «kritische Tage» mit hohem Unwetterisiko an, die er je nach Position des Mondes zur Erde festlegte.¹³⁹ Ein weiteres Beispiel ist der US-Amerikaner Horace Johnson, der seine Langzeitvorhersagen, die vom staatlichen Weather Bureau bekämpft wurden, als Resultat wissenschaftlicher Forschung bezeichnete.¹⁴⁰ Auch in der Schweiz waren «Wetterpropheten» mit wissenschaftlichem Anspruch tätig. Besonders

136 Siehe *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt*. Zum British Meteorological Office, das die Bezeichnung «forecast» schuf, siehe das Kapitel «Weather Prophets and the Victorian Almanac» in Anderson 2005, S. 41–82. Zum Observatoire de Paris siehe Locher 2009b, S. 97–100. Zum Wort «Prognose», zusammengesetzt aus griechisch «pro» (vor) und «gnosis» (Einsicht, Erkenntnis), siehe Willer 2011; Weidner/Willer 2013. Zum Sprechen über Zukünftiges allgemein siehe Hartmann/Vogel 2010.

137 Zum Analysekonzept siehe Gieryn 1983; Gieryn 1999; Rupnow et al. 2008; Wengenroth 2012; Frietsch 2015. Für die Beschreibung wissenschaftlicher Grenzziehungen werden auch häufig Ludwig Flecks Begriffe «Denkstil» und «Denkkollektiv» herangezogen. Siehe Fleck 1980 [1935].

138 Locher 2006b. Siehe auch das Kapitel «Sous le signe de la Lune: la prévision du temps, entre science, médias et politique» in Locher 2008, S. 83–108.

139 Zu Falb siehe Brückner 1903–1904, S. 107 f.; Hellmann 1917, S. 252–257; Coen 2013, S. 53–55.

140 Siehe Pietruska 2011; Pietruska 2017.

der Nidauer Sekundarlehrer Christian Marti forderte die Autorität der Meteorologischen Zentralanstalt heraus. Der um 1848 geborene Marti befasste sich in seiner Freizeit autodidaktisch mit Meteorologie.¹⁴¹ Er entwickelte ab den späten 1880er-Jahren die Hypothese, dass gewisse Stellungen der Planeten zur Sonne das Wetter auf der Erde beeinflussten. In sehr zeitaufwendiger Arbeit verglich er astronomische und meteorologische Daten, definierte die «Wetterkräfte» verschiedener Planeten und leitete daraus Wetterprognosen ab. Marti versprach, dass seine monatlichen Vorhersagen eines Tages eine 100-prozentige Trefferquote erreichen würden – nämlich dann, wenn er alle massgeblichen Planetenkonstellationen berechnet hätte.¹⁴²

Von Beginn an suchte Christian Marti die Unterstützung des Bundesstaats. Zuerst bat er um ein Telefon, mit dem er die Elektrizität in der Luft messen wollte, dann forderte er Mithilfe bei seinen Berechnungen sowie eine amtliche Überprüfung seiner Theorie. Schliesslich beantragte er mehrmals Subventionen in der Höhe von 3000 bis 15 000 Franken.¹⁴³ Während 20 Jahren, von 1888 bis 1908, richtete Marti immer wieder Anfragen an das Departement des Innern. In diesem Zusammenhang mussten die Meteorologische Kommission und die von ihr beaufsichtigte Meteorologische Zentralanstalt insgesamt sechs Gutachten erstellen.¹⁴⁴ Die Vertreter der «wissenschaftlichen Meteorologie» waren sich einig, dass Martis Methoden inadäquat und seine Ergebnisse wertlos seien.¹⁴⁵ Beide, die

141 Der als Bauernsohn in Rüeggisberg geborene Marti war ab 1876 Sekundarlehrer in Nidau, wo er 1910 starb. Siehe *Berner Chronik* 1911, S. 213.

142 Nachdem er die Niederschlagsmengen von rund 50 meteorologischen Stationen der Schweiz für die Jahre 1864–1884 mit verschiedenen Planetenkonstellationen verglichen hatte, schlussfolgerte Marti, dass es vor allem dann regne, wenn Venus und Jupiter, Merkur und Uranus oder Merkur und Saturn auf ihrer Umlaufbahn eine Gerade mit der Sonne bildeten. Siehe Marti 1902, S. 24 f. Er ging davon aus, dass auch weitere Planetenkonstellationen eine Wetterwirkung hätten. Wären auch diese Kräfte bekannt, wären Regenfälle ihm zufolge «Tag für Tag berechenbar». Siehe Marti 1906, S. 35. Beispiele für seine ab 1895 erstellten Prognosen sind Schreiben Marti an EDI, 24. 7. 1900 (BAR, E88 1000/1167, 151); Marti 1906, S. 35.

143 Schreiben Marti an Handels- und Landwirtschaftsdepartement, 15. 1. 1888; Schreiben Marti an EDI, 24. 12. 1896; Schreiben Marti an EDI, 20. 8. 1897; Schreiben Marti an EDI, 23. 6. 1900; Schreiben Marti an EDI, 13. 12. 1903; Schreiben Marti an EDI, 5. 5. 1904; Schreiben Marti an EDI, 2. 2. 1907; Schreiben Marti an EDI, 3. 3. 1907; Schreiben Marti an EDI, 26. 9. 1908 (alle in BAR, E88 1000/1167, 151).

144 Die Kommission leitete die Aufträge, Gutachten zu erstellen, jeweils an die Zentralanstalt weiter. Zu den Gutachten siehe Schreiben Billwiller an EDI, 25. 1. 1888; Schreiben Billwiller an EDI, 4. 2. 1890; Schreiben Hagenbach-Bischoff an EDI, 28. 7. 1903; Schreiben Billwiller an EDI, 20. 5. 1904; Schreiben Maurer an EDI, 7. 6. 1908 (alle in BAR, E88 1000/1167, 151). Siehe zudem Hagenbach-Bischoff an Maurer, 7. 2. 1907 (BAR, E3180-01 2005/90, 331).

145 Zum Begriff der «wissenschaftlichen Meteorologie» siehe Schreiben Hagenbach-Bischoff an EDI, 2. 4. 1903 (BAR, E88 1000/1167, 151); Brückner 1903–1904. Zur negativen Bewertung von Martis Arbeiten siehe Schreiben Billwiller an EDI, 4. 2. 1890; Schreiben Billwiller an EDI, 31. 8. 1897; Briefentwurf Maurer an Hagenbach-Bischoff, 20. 3. 1907; Schreiben Maurer an EDI, 7. 6. 1908 (alle in BAR, E88 1000/1167, 151).

Zentralanstalt und die Kommission, taxierten Marti als «Wetterpropheten» und rieten dem Departement des Innern in allen Gutachten davon ab, dessen Untersuchungen in irgendeiner Weise zu unterstützen, was auch nicht geschah.¹⁴⁶ 1907 zeigte sich der Kommissionspräsident Eduard Hagenbach-Bischoff empört über einen erneuten Auftrag, «den Unsinn von Herrn Marti zu begutachten».¹⁴⁷ Bereits ein früheres Kommissionsgutachten hatte festgehalten, es sei eigentlich nicht die Aufgabe der Wissenschaft, die Theorien von «Wetterpropheten» zu widerlegen.¹⁴⁸

Das Departement des Innern fand allerdings, Christian Marti habe es «verdient», dass man seine Wettertheorie prüfe, und beauftragte die Meteorologische Zentralanstalt damit.¹⁴⁹ Diese verglich Martis Prognosen mit Niederschlags- und Gewitterbeobachtungen und kam zum Schluss, dass an den Tagen, die Marti als kritisch bezeichnet hatte, nicht häufiger als sonst Unwetter aufgetreten waren.¹⁵⁰ Die Zentralanstalt erwartete nicht, Marti mit ihren Resultaten von seinen «astrologisch-phantastischen Ideen» abbringen zu können.¹⁵¹ Auch die Meteorologische Kommission hielt eine Belehrung für chancenlos.¹⁵² Ihr Präsident meinte, Vertreter der wissenschaftlichen Meteorologie könnten gar nicht mit Marti diskutieren, weil «die Sprache des einen von dem andren gar nicht verstanden» würde.¹⁵³ Deshalb lehnte die Kommission es ab, Marti an einer ihrer Sitzungen teilnehmen zu lassen, wie er es beantragt hatte.¹⁵⁴ Die Naturforschende Gesellschaft in Bern dagegen erlaubte es Marti, seine Methoden in einem Vortrag darzulegen – schliesslich zählte er seit 1889 zu ihren Mitgliedern.¹⁵⁵ Der Naturwissenschaftliche Verein zu Osnabrück nahm sogar eine Abhandlung von Marti mit dem Titel «Die Wetterkräfte der Planetenatmosphären» in sein Jahrbuch

146 Zur Bezeichnung als Wetterprophet siehe zum Beispiel: Schreiben Billwiller an EDI, 31. 8. 1897 (BAR, E88 1000/1167, 151).

147 Schreiben Hagenbach-Bischoff an Maurer, 7. 2. 1907 (BAR, E3180-01 2005/90, 331).

148 Siehe Billwiller an EDI, 21. 1. 1903 (BAR, E88 1000/1167, 151). Siehe auch Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 24. 7. 1903 (BAR, E3001-01 2004/492, 267).

149 Schreiben EDI an Billwiller, 7. 8. 1902 (BAR, E3180-01 2005/90, 331).

150 Billwiller an EDI, 21. 1. 1903 (BAR, E88 1000/1167, 151). Zum selben Urteil war bereits das Kommissionmitglied Eduard Brückner gekommen, als er Martis Prognosen mit den Wetterberichten der Zentralanstalt für die Jahre 1882–1886 und 1894–1898 verglichen hatte. Siehe Brückner 1903–1904, S. 112.

151 Siehe Billwiller an EDI, 21. 1. 1903, Schreiben Billwiller an EDI, 20. 5. 1904 (beide in BAR, E88 1000/1167, 151).

152 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Kommission, 24. 7. 1903 (BAR, E3001-01 2004/492, 267).

153 Schreiben Hagenbach-Bischoff an EDI, 28. 7. 1903 (BAR, E88 1000/1167, 151).

154 Marti hatte das eidg. Departement des Innern darum gebeten, an einer Kommissionssitzung teilnehmen zu dürfen. Siehe Schreiben Marti an EDI, 30. 3. 1903 (BAR, E88 1000/1167, 151).

155 *Verzeichniss der Mitglieder* 1891, S. XXIII. Zum Vortrag siehe *Sitzungs-Berichte* 1900, S. VIII; Brückner 1903–1904, S. 110.

auf.¹⁵⁶ Mit diesem Text trat Marti dem Vorwurf entgegen, er mache nicht transparent, wie er zu seinen Wettergesetzen komme.¹⁵⁷ Mit Martis ausführlicher Darlegung wurde es aufwendiger, ihm Unwissenschaftlichkeit vorzuhalten. Zudem konnte die Meteorologische Zentralanstalt bei Vorhersagen schlecht ein streng physikalisches, deduktives Verfahren verlangen, da ihre eigenen Prognosen auf empirisch ermittelten Regeln basierten.

Auch wenn die Meteorologische Zentralanstalt ihm vorwarf, den Forschungsstand und längst erkannte physikalische Gesetze zu ignorieren, nahm Marti durchaus aktuelle Entwicklungen auf.¹⁵⁸ Er war fasziniert von den neu entdeckten Röntgen-, Becquerel- und Radiumstrahlen, die ihn dazu inspirierten, seine Wettertheorie mit einer planetarischen Strahlung zu ergänzen. Ab 1902 erklärte Marti die «Erregungen» an der Sonnenoberfläche, die ihm zufolge für Wetteränderungen auf der Erde verantwortlich waren, nicht mehr nur mit bestimmten Positionen von Planeten, sondern auch mit deren Strahlung.¹⁵⁹ Seinen Grundsatz, dass sich die Intensität der Sonnenstrahlung immer wieder verändere, untermauerte Marti mit Verweisen auf den amerikanischen Physik- und Astronomieprofessor Samuel Langley, der die Energieverteilung im Sonnenspektrum untersucht hatte.¹⁶⁰ Dennoch fand Marti mit seinen Studien keine Anerkennung bei Wissenschaftlern. Je deutlicher er dabei scheiterte, mit ihnen in Dialog zu treten, desto mehr polemisierte er gegen die Wissenschaft. Marti fand, sein Fall bewiese, dass die Wissenschaft nicht unfehlbar sei. Wie ihm sei es auch schon Kopernikus, Galilei und jüngst Zeppelin ergangen.¹⁶¹ Diese «Märtyrer» bezeichnete Marti als Forscher, als eigentliche Pioniere, die von der Wissenschaft immer bekämpft worden seien.¹⁶²

Daraus schloss Marti, dass sich seine Forschung nicht mit den Massstäben der «orthodoxen Meteorologie» messen lassen müsse.¹⁶³ Die spätere Zeit werde ihm

156 Marti 1902. Martis Text erschien unter den «wissenschaftlichen Abhandlungen» zwischen einem Verzeichnis zu Schmetterlingsarten und einem Beitrag über einen neu entdeckten «transneptunischen Planeten» von Theodor Friedrich Grigull. Vermutlich kam die Publikation durch den Kontakt mit Grigull, einem «Privatastronomen» aus Münster, der sich für Martis Arbeiten interessierte, zustande. Auch der Vereinspräsident, Rektor Ernst Linienklaus, zeigte Interesse an strahlender Materie. Siehe Touchet 1902, S. 264 f.; *Tätigkeiten des Vereins* 1903, S. XIII.

157 Siehe Schreiben Marti an EDI, 30. 3. 1903 (BAR, E88 1000/1167, 151).

158 Zum Vorwurf siehe Billwiller an EDI, 21. 1. 1903 (BAR, E88 1000/1167, 151).

159 Marti 1902, S. 39.

160 Siehe Schreiben Marti an EDI, 2. 2. 1907; Schreiben Marti an EDI, 14. 1. 1908 (beide in BAR, E88 1000/1167, 151); Marti 1906, S. 23.

161 Schreiben Marti an EDI, 3. 1. 1904; Zirkular von Marti, ohne Titel, 15. 8. 1908 (beide in BAR, E88 1000/1167, 151).

162 Siehe Martis Mitteilung an Zeitungsredaktionen: «Protest gegen die Schweiz. meteorologische Kommission und Appell an das Schweizervolk», 31. 7. 1908 (BAR, E88 1000/1167, 151).

163 Schreiben Marti an EDI, 13. 12. 1903 (BAR, E88 1000/1167, 151).

Recht geben – und nicht der Meteorologischen Kommission und der Zentralanstalt, die beide auf dem «Standpunkt der Lehrbücher» verharren würden.¹⁶⁴ Marti gab dem Begriff «Wetterprophet», mit dem er in Wissenschaftskreisen disqualifiziert wurde, eine positive Wendung: Wie bei den biblischen Propheten sei der Spott, der ihm entgegenschlage, ungerechtfertigt.¹⁶⁵ Um die mächtige Allianz von «Ignoranz, Indolenz und Arroganz» zu brechen, griff Marti die Meteorologische Kommission an. Er bezichtigte sie, das Publikum zu blenden, indem sie mit dem Wort «wissenschaftlich» herumschlage «wie mit einem Knüppel».¹⁶⁶ Ihre Mitglieder seien allesamt Stubengelehrte, die gar nicht wüssten, was es bedeute, den Wetterlaunen ausgesetzt zu sein.¹⁶⁷ Als Alternative zur bestehenden Kommission schlug Marti ein Gremium mit je einem Vertreter aus Landwirtschaft, Schifffahrt und Hotellerie vor.¹⁶⁸ Diese Wirtschaftszweige würden – so versprach er – von einem bundesstaatlich finanzierten Ausbau seines Vorhersagesystems profitieren.¹⁶⁹ Marti kontrastierte die praktische Nützlichkeit seiner Entdeckung der Planetenwetterstrahlung mit den seiner Meinung nach kläglichen Leistungen der Meteorologischen Zentralanstalt.¹⁷⁰

Die Kontroverse zwischen Marti und den Vertretern der offiziellen Wissenschaft war öffentlich sichtbar. Marti meldete sich immer wieder in der Presse zu Wort und verbreitete 1908 einen Text mit dem Titel «Protest gegen die Schweiz. meteorologische Kommission und Appell an das Schweizervolk».¹⁷¹ Seinen eigenen Kampf gegen die ihn ablehnenden Wissenschaftler stilisierte er als «Widerstreit von Volk und Gelehrtenmeinung».¹⁷² Verschiedene Zeitungen griffen Martis Argumente auf: Der *Unter-Emmentaler* kritisierte ein geplantes Erdbebenobservatorium als eine «nicht viel nützende Liebhaberei» und forderte, stattdessen Martis System der Wettervorhersage zu unterstützen.¹⁷³ In der *Gazette de Lausanne* erschien eine wohlwollende Rezension zu Martis Abhandlung über die «Wetterkräfte der Planetenatmosphären» und im *Oberländischen Volksblatt* wurde Marti als «Bahnbrecher» dargestellt.¹⁷⁴ Auch seine Wetterprognosen veröf-

164 Siehe Schreiben Marti an EDI, 13. 12. 1903; Schreiben Marti an EDI, 19. 2. 1907 (beide in BAR, E88 1000/1167, 151).

165 Marti 1902, S. 38. Zum biblischen Prophetenbegriff siehe Weidner/Willer 2013.

166 Siehe «Protest gegen die Schweiz. meteorologische Kommission und Appell an das Schweizervolk», 31. 7. 1908 (BAR, E88 1000/1167, 151).

167 Schreiben Marti an EDI, 19. 2. 1907 (BAR, E88 1000/1167, 151).

168 Schreiben Marti an EDI, 3. 1. 1904 (BAR, E88 1000/1167, 151).

169 Schreiben Marti an EDI, 30. 8. 1908 (BAR, E88 1000/1167, 151).

170 Siehe Marti 1902, S. 36; Schreiben Marti an EDI, 3. 1. 1904 (BAR, E88 1000/1167, 151).

171 «Protest gegen die Schweiz. meteorologische Kommission und Appell an das Schweizervolk», 31. 7. 1908 (BAR, E88 1000/1167, 151).

172 Schreiben Marti an Nationalrat, 26. 9. 1908 (BAR, E88 1000/1167, 151).

173 *Wetterkunde und «offizielle» Wissenschaft* 1908.

174 David 1904; *Kanton Bern – Korr.* 1907.

fentlichten mehrere Zeitungen.¹⁷⁵ Ein Fall ist überliefert, bei dem «Wettermarti» zwei Monate im Voraus einen heftigen Sturm voraussagte. Der bezeichnete Tag begann mit schönstem Sommerwetter, kurz nach Mittag brach dann aber tatsächlich ein Sturm herein und hinterliess grosse Schäden.¹⁷⁶ Von solchen Treffern waren viele beeindruckt, auch wenn die Meteorologische Zentralanstalt von reinen Zufallstreffern sprach.

Der Redaktor der *Berner Volkszeitung*, Ulrich Dürrenmatt, druckte nicht nur regelmässig Martis Vorhersagen ab, sondern stellte 1907 als Nationalrat auch ein Subventionsgesuch für dessen Rechenarbeiten.¹⁷⁷ Obwohl das Gesuch abgelehnt wurde, beantragte ein Jahr später Marti selbst 15 000 Franken bei der Bundesversammlung, um sein Wettersystem vervollständigen zu können. Als ihm dies versagt wurde, versuchte er nicht länger, auf Bundesebene Unterstützung zu erhalten.¹⁷⁸ Martis Scheitern zeigt, dass sich die Meteorologische Zentralanstalt und die Meteorologische Kommission schnell als Autoritäten etabliert hatten. Für den Bundesstaat waren sie die einzig massgeblichen Experten in Sachen Wetter. Marti forderte zwar die Autorität des bundesstaatlich institutionalisierten Expertentums heraus und erlangte als Gegenexperte mediale Aufmerksamkeit. Die Meteorologische Kommission und die Zentralanstalt konnten ihre gemeinsamen Kriterien von Wissenschaftlichkeit aber bei den bundesstaatlichen Entscheidungsträgern problemlos durchsetzen. Sie verfügten über die Macht, Wissen entweder als wissenschaftlich zu zertifizieren oder als unwissenschaftlich zu deklarieren und somit für eine bundesstaatliche Finanzierung zu disqualifizieren. Der Meteorologischen Kommission und der Zentralanstalt gelang es also, ihre Unterscheidungen von legitimem und illegitimem Wissen innerhalb des Bundesstaats zu etablieren. Offen bleibt die Frage nach der gesellschaftlichen Reichweite. Am plausibelsten ist ein Nebeneinander von «wissenschaftlichen» und «unwissenschaftlichen» Wetterprognosen, die teils auch kombiniert verwendet wurden.

175 Die in Herzogenbuchsee herausgegebene *Berner Volkszeitung* enthielt regelmässig Martis Prognosen.

176 Siehe von Bergen 1971.

177 Siehe Schreiben Marti an EDI, 14. I. 1908; Briefentwurf EDI an Bundesrat, 16. II. 1908 (beide in BAR, E88 1000/1167, 151).

178 Zum abgelehnten Gesuch siehe Schreiben Bundesrat an Nationalrat, 24. II. 1908; Auszug aus dem Bundesratsprotokoll vom 23. 12. 1908 (beide in BAR, E88 1000/1167, 151).

9 Der Umgang mit der Hagelgefahr

Julius Hanns *Lehrbuch der Meteorologie* von 1901 definierte Hagel als «Eiskörper von der Grösse von Erbsen bis zu jener von Orangen und darüber», die «aus den Wolken herabfallen».¹ Wenn sich Hagel bei Wärmegewittern bildete, trat das Naturphänomen räumlich sehr begrenzt auf. Bei Kaltfrontgewittern dagegen konnten sich Hagelzüge entwickeln, die teilweise mehrere hundert Kilometer Länge erreichten. Die herabfallenden «Eiskörper» richteten insbesondere an landwirtschaftlichen Kulturen immer wieder hohen Sachschaden an. Hagelschläge wurden wegen ihres relativ häufigen Auftretens zwar nicht als singuläre Katastrophen wahrgenommen, summiert war ihr Schadensausmass aber dennoch beträchtlich.² In der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und im Versicherungswesen gab es daher ein starkes Interesse an einer institutionalisierten Wissensproduktion zu Hagelschlägen, um die davon ausgehende Gefahr besser einschätzen oder sogar abwenden zu können. Nachfolgend soll untersucht werden, welches Wissen in diesem Kontext mit welchen Zielsetzungen geschaffen wurde.

Eine wichtige Feststellung der umfangreichen Forschung zur Geschichte von Naturgefahren lautet, dass schadenbringende Ereignisse trotz ihres punktuellen Auftretens eine dauerhafte Dimension entfalteten, in dem Sinne, dass sich Gesellschaften in längerfristigen Prozessen damit auseinandersetzten.³ Wie zahlreiche Studien belegen, veränderte sich der Umgang mit Gefahren ab dem 18. Jahrhundert tiefgreifend. Besonders die Entwicklung der Statistik, des Versicherungswesens sowie neuer Technologien transformierte die Schadensbewältigung und Schadensvorsorge.⁴ Oft ist das Ausmass der Veränderungen mit zwei kontrastierenden Begriffen betont worden: die vormoderne Gefahr einerseits und das moderne Risiko andererseits.⁵ Diese zeitliche Grenzziehung hat die jüngere Geschichtswissenschaft hinterfragt und stattdessen stärker die jeweilige Kontext-

1 Hann 1901, S. 682.

2 Siehe zu Hagelschäden in der Schweiz: Mauelshagen 2011; Mauelshagen 2014a.

3 Siehe Pfister 2002; Mauch/Pfister 2009; Luebken/Mauch 2011; Smith 2013; Hannig 2015.

4 Siehe zum Beispiel die kompakte Darstellung von Arwen Mohun zur Geschichte von Gefahren und Risiken in den USA vom 18. bis zum 20. Jahrhundert: Mohun 2013. Zu Prozessen der «Versichertheitlichung» siehe Lengwiler 2006; Borscheid et al. 2014.

5 Dieses Grundschema von Vormoderne und Moderne findet sich – historisch differenziert – zum Beispiel bei: Bonß 1995. Eine weitere Zäsur hat Ulrich Beck zwischen einer Ersten Moderne und einer reflexiven Zweiten Moderne gezogen: Beck 2007. Zur Rezeption von Becks Begriff der Risikogesellschaft siehe Gugerli 2014.

abhängigkeit von Verhandlungen über Schadenspotenziale in den Blick genommen.⁶ Während die zeitliche Zuordnung umstritten bleibt, ist die Definition von Risiko als bewusster Umgang mit Unsicherheit sowohl in der soziologischen als auch in der historischen Forschung breit etabliert. Nach dieser Lesart zeichnen sich Risiken durch zwei Merkmale aus: Erstens erfolgt eine aktive Entscheidung darüber, wie man mit der Gefahr umgeht, und zweitens ist dieses Verhalten vom Ziel geprägt, die Gefahr berechenbar zu machen.⁷ Wie Naturgefahren zu Risiken transformiert wurden, lässt sich vor allem in Zusammenhang mit Schadensversicherungen oder Abwehrmassnahmen beobachten. Bei der Verwendung des hier aufgegriffenen analytischen Risikobegriffs darf nicht vergessen werden, dass der Terminus während der untersuchten Zeitspanne auf das Versicherungswesen limitiert war. Dort bezeichnete er teils die versicherten Objekte selbst, teils den Grad der Wahrscheinlichkeit, eine Zahlung leisten zu müssen.⁸

Im Folgenden wird gezeigt, dass die Suche nach einer Erklärung für das Hagelphänomen am Ausgang des 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts von verschiedenen Akteuren geprägt war. In der Schweiz waren neben der Meteorologischen Zentralanstalt verschiedene Wissenschaftler, Forstwirte, Versicherungsgesellschaften, Weinbauern, Fabrikanten und kantonale Behörden involviert oder wirkten massgeblich darauf ein. Dieses Kapitel orientiert sich deshalb an folgenden Fragen: Wer produzierte in den Jahrzehnten um 1900 Wissen über Hagel und welche Interaktionen ergaben sich dabei? Welche neuen Strategien wurden in dieser Zeit im Umgang mit dem unerwünschten Naturereignis entwickelt? Wie positionierte sich jeweils die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt dazu?

Gewitterbeobachtungen als neues Programm

Von Anfang an war im schweizerischen Netz meteorologischer Stationen vorgesehen, dass die Beobachter in der Spalte «Witterungscharakter» ihrer Tabellen auch alle Gewitterereignisse notierten.⁹ Doch nur wenige Beobachter setzten dies tatsächlich um.¹⁰ Die Gewitteraufzeichnungen im Rahmen der 1863 be-

6 Zur Kritik und der Hervorhebung von Kontinuitäten siehe Asmussen/Condorelli/Krämer 2014, S. 17.

7 Die massgeblichste Referenz für die Unterscheidung von Risiko und Gefahr ist Niklas Luhmann. Siehe Luhmann 1991; Luhmann 1993. Zur begrifflichen Differenzierung siehe auch Münkler 2010.

8 Dies bezieht sich auf den deutschen Sprachraum. Siehe *Versicherung* 1890, S. 157.

9 Siehe Mousson 1863c, S. 10; Wolf, Circularschreiben an die Herren Beobachter der meteorologischen Stationen der Schweiz, 1. 11. 1866 (BAR, E88 1000/1167, 95).

10 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 8. 12. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 96).

gonnenen allgemeinen Wetterbeobachtung waren also nur fragmentarisch und wurden auch nicht spezifisch ausgewertet. Anfang der 1880er-Jahre, kurz nach der Übernahme der Zentralanstalt durch den Bund, erarbeitete die Eidgenössische Meteorologische Kommission dann aber eine Strategie, wie man eine umfassendere Beobachtung der Gewitter bewerkstelligen könnte.¹¹ Den Anstoss dazu gab eine Eingabe des Kantons Zürich an den Bundesrat. Darin forderte die kantonale Regierung bundesstaatlich finanzierte Gewitterbeobachtungen, um ein «Mittel» gegen verheerende Hagelschläge zu finden.¹² Der mit der Eingabe entstehende politische Druck bewirkte die Organisation einer schweizweiten Gewittererhebung. Die Meteorologische Kommission entschied sich für ein System, das bereits mehrere deutsche Staaten anwandten.¹³ In vorgedruckte Postkarten trugen die Beobachter nach jedem Gewitter ein, von wann bis wann an ihrem Ort Donner und gegebenenfalls Regen oder Hagel aufgetreten waren. Zudem sollte notiert werden, aus welcher Himmelsrichtung das Gewitter eingetroffen, wohin es weitergezogen war und wie der Wind geweht hatte.¹⁴ Dieses Programm zielte in erster Linie darauf, die geografische Verteilung des Hagels zu ermitteln, nicht aber seinen physikalischen Entstehungsprozess zu erklären.¹⁵

Um ein möglichst «vollständiges Bild» über die sich in der Schweiz ereignenden Gewitter zu erhalten, brauchte es nach Ansicht der Meteorologischen Kommission und der Zentralanstalt eine hohe Erhebungsdichte.¹⁶ Deshalb sollten zusätzlich zu den Beobachtern an den rund 80 meteorologischen Stationen und 200 Regenmessstationen weitere Personen als «Reporter» mitarbeiten.¹⁷ Diese rekrutierte die Zentralanstalt mithilfe bewährter Beobachter, die auf «geeignete Persönlichkeiten» in umliegenden Ortschaften hinwies.¹⁸ Da für Gewitterbeobachtungen keine Instrumente nötig waren, gestaltete sich die Beteiligung un-

11 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 25. 11. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 96).

12 Schreiben Regierungsrat des Kantons Zürich an EDI, 18. 3. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 149). Siehe das Gutachten der Meteorologischen Zentralanstalt dazu Schreiben Billwiller an EDI, 12. 4. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 149).

13 Billwiller verwies auf Bayern, Württemberg und Sachsen. Siehe Schreiben Billwiller an EDI, 12. 4. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 149). Als Überblick zu Gewitterbeobachtungsnetzen siehe Hann 1901, S. 659.

14 Siehe die «Anleitung für die Aufzeichnungen über Gewitter» und die «Instruktion für die Beobachtung der Hagelschläge» in BAR, E88 1000/1167, 149.

15 Zu den verschiedenen Theorien über die Hagelentstehung siehe Hann 1901, S. 692. Siehe auch Trabert 1899.

16 Siehe Schreiben Billwiller an EDI, 12. 4. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 149).

17 Schreiben Billwiller an EDI, 12. 4. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 149).

18 Zum Beispiel lieferte Christian Gregor Brügger Namen potenzieller Gewitterbeobachter. Siehe Schreiben Billwiller an Brügger, 6. 5. 1885 (StAGR, B 564, Mappe 4); *Gewitterbeobachtungen* 1883 (1884), S. 1.

kompliziert. Nachdem die Zentralanstalt Anfang 1883 eine Anleitung verbreitet hatte, erhielt sie innerhalb des ersten Jahres über 2300 Gewitterrapportkarten zugesandt, sowohl von ihren regulären Beobachtern als auch von den zusätzlichen Berichterstatern.¹⁹ Daneben liefen sogenannte Spezialberichte über Hagelschläge ein, die sich – wie der Name sagt – auf Hagelgewitter beschränkten.²⁰ Es war der Meteorologischen Zentralanstalt wichtig, dass sich die Beobachter mit den lokalen Verhältnissen auskannten und die Hagelspuren persönlich inspizierten. Dafür schienen ihr besonders Förster geeignet.²¹ Dass auch tatsächlich Forstbeamte verschiedener Kantone Hagelschläge dokumentierten, hatte die Meteorologische Zentralanstalt dem eidgenössischen Oberforstinspektor Johann Coaz zu verdanken.

Coaz war seit 1881 Mitglied der Eidgenössischen Meteorologischen Kommission, obwohl er sich gemäss eigener Aussage kaum mit dem «Studium der Meteorologie» beschäftigte.²² Dennoch profitierte die Kommission von Coaz, weil er sowohl in der Bundesverwaltung als auch in der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft gut vernetzt war. Im Fall der Hagelbeobachtungen anerbote sich Coaz als Bindeglied zwischen den kantonalen Oberforstämtern und der Meteorologischen Zentralanstalt.²³ Gemeinsam mit Robert Billwiller, dem Zentralanstaltsdirektor, entwarf er ein Formular, das jeder Förster nach jedem Hagelschlag in seinem Forstkreis ausfüllen sollte.²⁴ Mit den gesammelten Beobachtungen wollte die Meteorologische Zentralanstalt dann eine gesamtschweizerische Übersichtskarte erstellen.²⁵ Dieses Vorhaben ging dem aargauischen Oberförster und Nationalrat Hans Riniker zu wenig weit. Als Reaktion auf das geplante Gewitterbeobachtungsprogramm reichte er im Dezember 1882 ein Postulat ein, das verlangte, die «Interessen der Bodenkultur» stärker zu berücksichtigen.²⁶ Konkret forderte Riniker, der Bundesrat solle die Meteorologische

19 Die Zentralanstalt führte in den *Annalen* namentlich auf, wer wie viele Rapporte einsandte. Siehe das erste Verzeichnis: *Gewitterbeobachtungen* 1883 (1884), S. 2 f.

20 Schreiben EDI an Handels- und Landwirtschaftsdepartement, 28. 11. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 149).

21 Siehe Schreiben Billwiller an EDI, 1. 2. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149).

22 Siehe Schreiben Coaz an EDI, 11. 4. 1893 (BAR, E88 1000/1167, 98). Johann Coaz (1822–1918) blieb bis 1893 Kommissionsmitglied.

23 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 25. 11. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 96).

24 Siehe die «Instruktion für die Beobachtung der Hagelschläge» (BAR, E88 1000/1167, 149). Diese wurde vom Handels- und Landwirtschaftsdepartement, dem das Oberforstinspektorat angegliedert war, an die Kantone verschickt. Siehe Entwurf Kreisschreiben an sämtliche Kantone, 31. 3. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149). Siehe auch das Dossier mit ausgefüllten «Hagelwetter-Formularen» inklusive Kartenskizzen in BAR, E88 1000/1167, 150.

25 Siehe Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 25. 11. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 96).

26 Siehe das Postulat vom 19. 12. 1882 in BAR, E88 1000/1167, 149. Siehe dazu auch Schreiben

Zentralanstalt mit einer detaillierten Hagelstatistik beauftragen. Seiner Meinung nach reichten die vorgesehenen Aufzeichnungen nicht aus, um «der eigenartigen Natur der Hagelschläge auf die Spur zu kommen».²⁷

Riniker fand, es möge vielleicht für die Meteorologie und Klimatologie genügen, Hagelgewitter im Rahmen einer allgemeinen Gewitterstudie grob zu registrieren. Um zu neuen, praktisch anwendbaren Kenntnissen zu gelangen, sei aber ein «förmlicher Beobachtungsdienst» spezifisch zu Hagel nötig.²⁸ Als Aargauer Oberförster hatte Riniker bereits Hagelbeobachtungen in seinem Kanton organisiert. Mitte der 1870er-Jahre waren die dortigen Kreisforstämter auf seine Initiative hin angewiesen worden, alle Hagelfälle zu beschreiben.²⁹ Nun hoffte Riniker, dass der Bundesstaat ein umfassenderes Beobachtungsprogramm realisieren würde.³⁰ Vor allem wollte er genau dokumentiert haben, ob jeweils die hagelbetroffenen Flächen bewaldet waren und wenn ja, wie alt die Waldbestände waren und welche Baumarten darin vorkamen.³¹ Riniker zufolge sollten die Beobachtungen klären, welchen Einfluss Wälder auf Hagelschläge ausübten. So hätten die Aufzeichnungen nicht «bloss ein theoretisches Interesse», sondern würden auch wichtige Erkenntnisse für die Forst- und Landwirtschaft liefern.³² Riniker war überzeugt, dass es in bewaldeten Gegenden viel seltener hagelte als in der Umgebung kahler Hochflächen.³³ Den empirischen Beweis dafür sah er bereits in den Aargauer Beobachtungen mit zehnjähriger Laufzeit erbracht. Mit der von ihm geforderten eidgenössischen Hagelstatistik sollte noch genauer aufgeschlüsselt werden, wie die Schutzwirkung der Wälder im Detail funktionierte. In seiner 1881 veröffentlichten Abhandlung über «Die Hagelschläge und ihre Abhängigkeit von Oberfläche und Bewaldung des Bodens im Kanton Aargau» schlug Riniker konkrete Massnahmen zur Hagelprävention vor.³⁴ Er listete «Waldlücken» auf, die man aufforsten sollte, und empfahl, an bestimmten «gefährlichen Stellen» Kahlschläge zu verbieten.³⁵ Riniker versprach, dass man mit

Billwiller an EDI, 17. 1. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149). Hans Riniker (1841–1892) war seit 1878 Nationalrat.

27 Siehe die ergänzenden Erläuterungen zum Postulat in Schreiben Riniker an EDI, 1. 2. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149).

28 Siehe Rinikers Text in der Zeitschrift *Der praktische Forstwirth*, deren Redaktor er war: *Aus der Bundesversammlung* 1883, S. 14.

29 Siehe dazu Riniker 1881, S. 23 f.

30 Riniker verwies dabei auf Artikel 23 der Bundesverfassung zur Finanzierung «öffentlicher Werke» im Interesse des Landes oder grossen Teilen davon. Siehe Schreiben Riniker an EDI, 1. 2. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149).

31 Schreiben Riniker an EDI, 1. 2. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149).

32 Riniker 1881, S. 23.

33 Ebd., S. 146.

34 Siehe das Schlusskapitel «Die Schliessung der Hagelstriche durch Aufforstung von Waldlücken und andere forstwirtschaftliche Massnahmen» in Riniker 1881, S. 143–152.

35 Siehe Riniker 1881, S. 142 sowie 146–152.

einer solchen Regularisierung Hagelschläge und damit Schäden in Millionenhöhe verhindern könne.³⁶ Bereits nach fünf Jahren würden – so der Oberförster – neu angelegte Waldstücke Schutz bieten.³⁷ Viele Forstwirtschaftler teilten Rinikers Ansicht, dass sich Abholzungen negativ auf die lokalen Witterungsverhältnisse auswirkten.³⁸ Allerdings liessen sich die meisten Thesen über die vermuteten Zusammenhänge weder beweisen noch entkräften, weil verlässliche Langzeitbeobachtungen fehlten. Die *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie* warf Riniker vor, er interpretiere in die Aargauer Hagelbeobachtungen zu viel hinein. Deshalb fand das einflussreiche Fachorgan, dass Rinikers Schlussfolgerungen wissenschaftlich nicht fundiert seien.³⁹ Diesem Urteil schloss sich Robert Billwiller als Direktor der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt an.⁴⁰ Die Frage an sich, ob Wälder einen Einfluss auf die Entstehung von Hagel ausübten, galt in der meteorologischen Forschung aber als legitim und einer kritischen Prüfung wert.

Nachdem Rinikers Postulat zu land- und forstwirtschaftlich relevanten Hagelbeobachtungen von beiden Parlamentskammern angenommen worden war, erklärte sich die Meteorologische Zentralanstalt bereit, auch Angaben über Waldbestände in den jeweiligen Hagelgebieten zu sammeln.⁴¹ Ihre Erfassung von Hagelereignissen war damit durch die Interessen des aargauischen Forstdienstes mitgeprägt. Dieser spezifische Fall ist ein Beispiel dafür, dass die nationale Institutionalisierung meteorologischer Datenproduktion ein aus verschiedenen Richtungen vorangestossener Prozess darstellte. Entsprechend Rinikers Postulat passte die Zentralanstalt die an die Kantonsregierungen verschickte Anleitung zuhanden der Forstbeamten an. Billwiller betonte gegenüber dem Eidgenössischen Departement des Innern aber, dass die Frage, ob Wälder in der Hagelentwicklung eine Rolle spielten, in der Untersuchung keine Vorrangstellung erhalten werde.⁴² Es handle sich nur um eine unter mehreren Hypothesen, die man mit «vorurteilsfreien Beobachtungen» prüfen wolle.⁴³

36 Siehe ebd., S. 144 f.

37 Ebd., S. 115.

38 Siehe die Ausführungen zu «Meteorologie, Waldnutzung und Waldschutz» im Kapitel 7.

39 *Literaturbericht* 1881, S. 525.

40 Siehe Schreiben Billwiller an EDI, 12. 4. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 149).

41 Die Förster sollten das Alter, die Baumart, die «Betriebsart» (Hoch-, Mittel- oder Niederwald) sowie die topografische Lage der Wälder angeben. Siehe «Instruktion für die Beobachtung der Hagelschläge» (BAR, E88 1000/1167, 149). Billwiller behauptete, dass mit dieser Ergänzung alle im Postulat berührten Punkte in der Hagelbeobachtungsanleitung enthalten seien. Schreiben Billwiller an EDI, 1. 2. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149).

42 Schreiben Billwiller an EDI, 16. 5. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149).

43 Siehe Schreiben Billwiller an EDI, 1. 2. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149). Siehe auch Protokoll der Sitzung der eidgenössischen meteorologischen Commission, 25. 11. 1882 (BAR, E88 1000/1167, 96); *Bericht des Bundesrathes* 1886, S. 475.

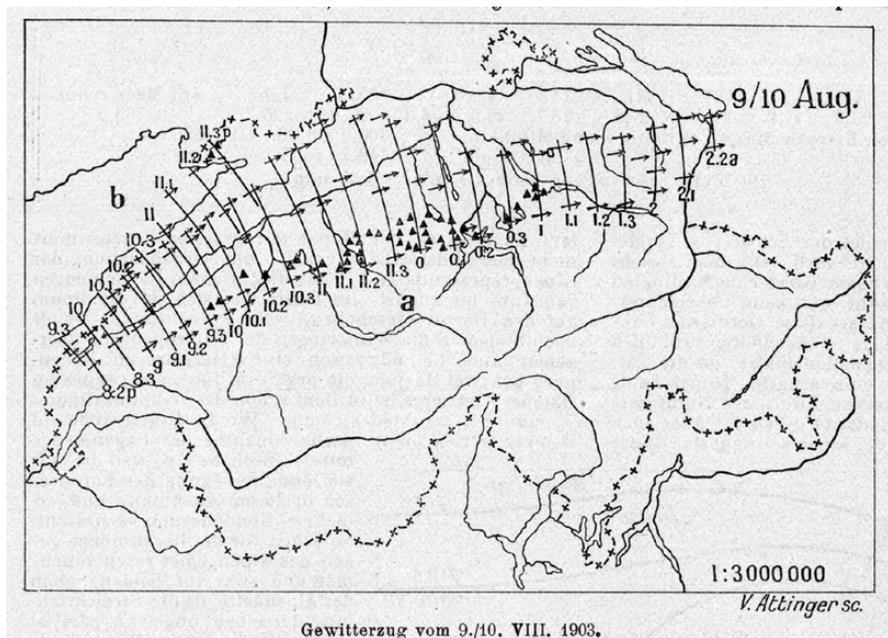


Abb. 41: Dank ihren Gewitterbeobachtern konnte die Meteorologische Zentralanstalt einzelne Gewitterzüge darstellen. Auf dieser Karte zum Gewitter vom 9./10. August 1903 verbinden die Längsstriche Orte mit gleichzeitigem Gewitterhöbepunkt, und die Dreiecke bedeuten Hagel.

Ein baldiges Resultat war von der Zentralanstalt jedoch nicht zu erwarten: In ihren jährlichen Zusammenstellungen der Gewitterbeobachtungen gab sie jeweils an, es sei noch zu früh, Schlüsse «praktischer oder theoretischer Natur» zu ziehen.⁴⁴ In einem persönlichen Brief schrieb Billwiller Ende der 1880er-Jahre, dass «ein grösseres Material» wahrscheinlich einmal den Beweis bringen werde, dass die Hypothese eines Zusammenhangs von Wald und Hagel haltlos sei.⁴⁵ Allerdings war es auch noch im frühen 20. Jahrhundert umstritten, ob Wälder einen Einfluss hatten.⁴⁶ Bei den Gewitterbeobachtungen zeigt sich also ein ähnliches Muster wie bei den anderen meteorologischen Erhebungen: Zwar stellte

44 *Gewitterbeobachtungen* 1884 (1885), S. 7. Siehe auch den Hinweis, die Zentralanstalt halte es für verfrüht, die aufgestellten Hypothesen über den Waldeinfluss zu prüfen, in *Bericht des Bundesrathes* 1886, S. 475.

45 Schreiben Billwiller an Coaz, 12. 5. 1888 (BAR, E88 1000/1167, 149).

46 Julius Hann schrieb 1901 in seinem *Lehrbuch der Meteorologie*, die Frage sei noch nicht geklärt. Hann 1901, S. 691.

die Zentralanstalt relevante Erkenntnisse in Aussicht, aber verlagerte dann die Beantwortung von praktisch wie auch wissenschaftlich interessierenden Fragen in eine ferne Zukunft. Solche Verweise auf einen zukünftigen statt unmittelbaren praktischen und wissenschaftlichen Nutzen erfüllten mehrere Funktionen. Die Zentralanstalt konnte damit Erwartungen aufgreifen, auch wenn sie diese von der Gegenwart in die Zukunft transferierte. Gleichzeitig ermöglichten ihr Zukunftsverlagerungen, ihren Anspruch auf Wissenschaftlichkeit zu betonen, indem sie implizit vermittelte, dass gründliche Untersuchungen viel Zeit benötigten. Zudem unterstrich sie mit den Verweisen auf zukünftige Relevanz die Notwendigkeit einer Kontinuität ihrer Erhebungen.

Neben der Uneinigkeit darüber, wie die Waldeinflusshypothese zu behandeln sei, gingen die Meinungen auch punkto Finanzierung der Hagelbeobachtungen auseinander. Hans Riniker sah es als unabdingbar an, die Förster für ihre Hagelbeobachtungen angemessen zu entschädigen. Ihm zufolge waren kantonale Forstbeamte «meist schlecht» situiert und sollten für Zusatzleistungen bezahlt werden, damit die Hagelbeobachtungen nicht vom «guten Willen allein» abhängig wären.⁴⁷ Riniker empfahl also ein System mit klaren Pflichten gegen Entgelt. Die Meteorologische Zentralanstalt stellte hingegen klar, dass eine Entschädigung der Förster nicht aus ihrem Budget erfolgen könne.⁴⁸ Das Handels- und Landwirtschaftsdepartement, dem das eidgenössische Oberforstinspektorat angegliedert war, erachtete es nicht als nötig, für die Beobachtungen zu bezahlen, solange dies nicht mehrere Kantone explizit verlangten.⁴⁹ So wurden die kantonalen Forstbeamten schliesslich nicht zusätzlich entlohnt, wenn sie über Hagelschläge berichteten. Bei der Umsetzung zeigte sich schnell, dass es unter diesen Umständen schwierig war, eine grössere Anzahl Förster zu Hagelbeobachtungen zu motivieren. Am Anfang gingen jeweils um die 100 Berichte ein, nach zehn Jahren nur noch vereinzelt.⁵⁰ Damit war der Versuch gescheitert, längerfristig eine schweizweite Hagelbeobachtung mithilfe von Forstbeamten zu institutionalisieren.

Auch bei den allgemeinen Rapporten über Gewitter, teils ohne, teils mit Hagelschlag, gelang es kaum, die Erhebung über die bestehenden Beobachtungsnetze hinaus auszuweiten. Die Bilanz nach 20 Jahren war ernüchternd: Nur verein-

47 Siehe die Kommentare, die Riniker als Redaktor von *Der praktische Forstwirth* für die Schweiz publizierte: *Aus der Bundesversammlung* 1883, S. 14.

48 Schreiben Billwiller an EDI, 1. 2. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149).

49 Siehe Handels- und Landwirtschaftsdepartement an EDI, 12. 5. 1883 (BAR, E88 1000/1167, 149).

50 Zu den Anzahl Hagelberichten siehe die *Gewitterbeobachtungen* 1883 (1884) bis *Gewitterbeobachtungen* 1888 (1889). Das Maximum wurde 1885 mit 112 Berichten erreicht. In den 1890er-Jahren wurden nur noch vereinzelt Berichte eingesandt, vor allem aus den Kantonen Tessin und Bern.

zelt sandten Personen ausserhalb der Beobachtungsnetze Rapportkarten ein.⁵¹ Eigentlich waren nicht instrumentelle Gewitterbeobachtungen weniger anspruchsvoll als reguläre meteorologische Beobachtungen. Zudem hatte sich die Zentralanstalt bei ihrer Anleitung um Alltagssprache bemüht: Die Hagelkörner konnten die Beobachter zum Beispiel als erbsen-, haselnuss- oder walnussgross beschreiben.⁵² Es scheint aber, dass die Spezialbeobachtungen für viele Freiwillige eine Herausforderung darstellten, weil die Einsätze zu unvorhersehbaren Zeitpunkten geleistet werden mussten. Die deutlichen Grenzen der Beteiligung sind auch damit zu erklären, dass sich die Meteorologische Zentralanstalt nach der Anfangsphase nicht mehr aktiv um zusätzliche Beobachter bemühte. Da jedoch viele der regulären Stationen verlässlich mitarbeiteten, konnten sich die Gewitterbeobachtungen etablieren. Die Anzahl Notizen, ob als Bemerkungen in den Monatstabellen oder in Form von Rapportkarten, stabilisierte sich bei etwa 5000 pro Jahr.⁵³

Analysen der räumlichen Verteilung von Hagel

Das Verarbeiten der einlaufenden Gewitterbeobachtungen überliess die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt jeweils einem ihrer Assistenten. Gustav Mantel und später Friedrich Mauch, Rudolf Weth und Johannes Mettler fassten das umfangreiche Material ab 1883 als Anhang zu den jährlich erscheinenden *Annalen* zusammen.⁵⁴ Die Darstellungen sollten explizit die «Beobachtungen und Thatsachen» wiedergeben, waren also vorwiegend deskriptiv und enthielten viele wörtliche Zitate von Berichterstattern.⁵⁵ Trotz eines 1887 eingeführten Tabellenformats, das die Beschreibung verknappten sollte, waren die Zusammenstellungen meistens über 40 Seiten lang.⁵⁶ Zu besonders interessanten Fällen zeichneten Mantel und seine Nachfolger kleine Karten, die das Fortschreiten der Gewitterzüge sichtbar machten. Damit erschöpfte sich die Bearbeitung der Gewitterbeobachtungen durch die Zentralanstalt. Eine weitergehende Auswertung fand jedoch 40 Kilometer von Zürich entfernt in Frauenfeld statt. Der Physiklehrer am dortigen Gymnasium beschäftigte sich intensiv mit den Beobachtun-

51 1901 waren im Verzeichnis der Gewitterbeobachter nur 15 Berichterstatter aufgeführt, die keine reguläre meteorologische Station oder Regenmessstation führten. Siehe *Gewitterbeobachtungen 1901* (1903).

52 «Anleitung für die Aufzeichnungen über Gewitter» (BAR, E88 1000/1167, 149).

53 Siehe die Anhänge zu den Gewitterbeobachtungen in den *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt* (ab 1909 mit der Schreibweise «Zentral-Anstalt»).

54 Gustav Mantel war 1883–1888, Friedrich Mauch 1889–1890, Rudolf Weth 1891 und Johannes Mettler 1892–1922 für die Zusammenstellung der Gewitterbeobachtungen zuständig.

55 *Gewitterbeobachtungen 1883* (1884), S. 4.

56 Siehe die erste tabellarische Darstellung: *Gewitterbeobachtungen 1887* (1888), S. 8.

gen, die von der Zentralanstalt laufend gesammelt und veröffentlicht wurden. Clemens Hess hatte bereits den Aufbau von Regenmessstationen im Kanton Thurgau vorangetrieben.⁵⁷ Ab den 1890er-Jahren rückten Stürme, Blitze und Hagelereignisse in den Mittelpunkt seines Interesses.⁵⁸ Mit mehreren Publikationen erlangte Hess Anerkennung als «verdiente[r] Gewitterforscher der Schweiz».⁵⁹

Hess wollte für das gesamte Gebiet der Schweiz herausfinden, wie häufig Hagelschläge auftraten. Dafür übertrug er alle in den Gewitterkärtchen der Zentralanstalt dargestellten Hagelzüge und punktuellen Hagelnachweise auf eine einzige, grosse Karte. Für jedes Sechs-mal-sechs-Kilometer-Quadrat bestimmte er, wie oft es dort in den Jahren 1883–1891 gehagelt hatte. Gebiete mit derselben Anzahl verband er zu «Flächen gleicher Hagelfrequenz».⁶⁰ Nach dieser ersten, 1894 publizierten Hagelkarte der Schweiz entwarf Hess eine weitere Karte mit einer von hellgelb bis dunkelrot gehenden Farbskala, die auf allen Beobachtungen bis 1900 basierte. Als «Frequenzkarte der Hagelschläge der Schweiz» wurde sie von der Meteorologischen Zentralanstalt in einer Auflage von 10 000 Exemplaren herausgegeben.⁶¹ Hess hatte erwartet, dass die Hagelmaxima weitgehend mit den Niederschlagsmaxima übereinstimmen würden. Jedoch stellte er teils markante Abweichungen fest, für die er nach Erklärungen suchte.⁶² Als mögliche hagelbegünstigende oder hagelhemmende Faktoren analysierte Hess die Topografie, Hydrologie und Vegetation einzelner Täler. Hess ging mit dem Aargauer Oberförster Riniker einig, dass Wälder eine Rolle spielten, allerdings stellten sie für ihn nur einen von mehreren Einflüssen dar. Hess schienen einige Zusammenhänge so deutlich erkennbar, dass er neun «Erfahrungssätze» formulierte.⁶³ Diese besagten zum Beispiel, dass sich Hagel häufig in Sumpf- und Seentälern bilde, es über stark bewaldetem Hügelland seltener hagle als über waldarmem Flachland oder dass «Bergrücken» die Hagelschläge in Regen überführen könnten. Zusammenfassend hielt Hess fest: «Die Wandlungen eines Hagelstreifens und das Intermittieren der Hagelschläge sind somit die Folgen der Feuchtigkeits- und Kulturverhältnisse des Bodens und seiner vertikalen Gliederung.»⁶⁴

57 Clemens Hess (1850–1918) hatte die Niederschlagsmessungen innerhalb der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft organisiert. Siehe dazu Bürgi 2004.

58 Leisi 1918, S. 124.

59 Siehe Maurer 1909a (1910), S. 1. Hess arbeitete auch am 1909 publizierten Überblickswerk *Das Klima der Schweiz* mit, indem er einen Anhang mit dem Titel «Die Gewitter und Hagelschläge der Schweiz» beisteuerte. Siehe Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 265–302.

60 Siehe die «Hagelkarte der Schweiz. Bearbeitet nach den Jahren 1883–1891» in Hess 1894.

61 Die Karte wurde auch in den *Annalen* publiziert: Maurer 1909a (1910). Zu ihrer Verbreitung siehe *Bericht des Bundesrates* 1912, S. 247.

62 Siehe Hess 1894, S. 30.

63 Ebd., S. 36 f.

64 Ebd., S. 37.

Frequenzkarte der Hagelschläge der Schweiz von 1883-1900.

Ermittelt von C. Hess.

Herausgegeben von der Schweiz. Met. Zentralanstalt Zürich.

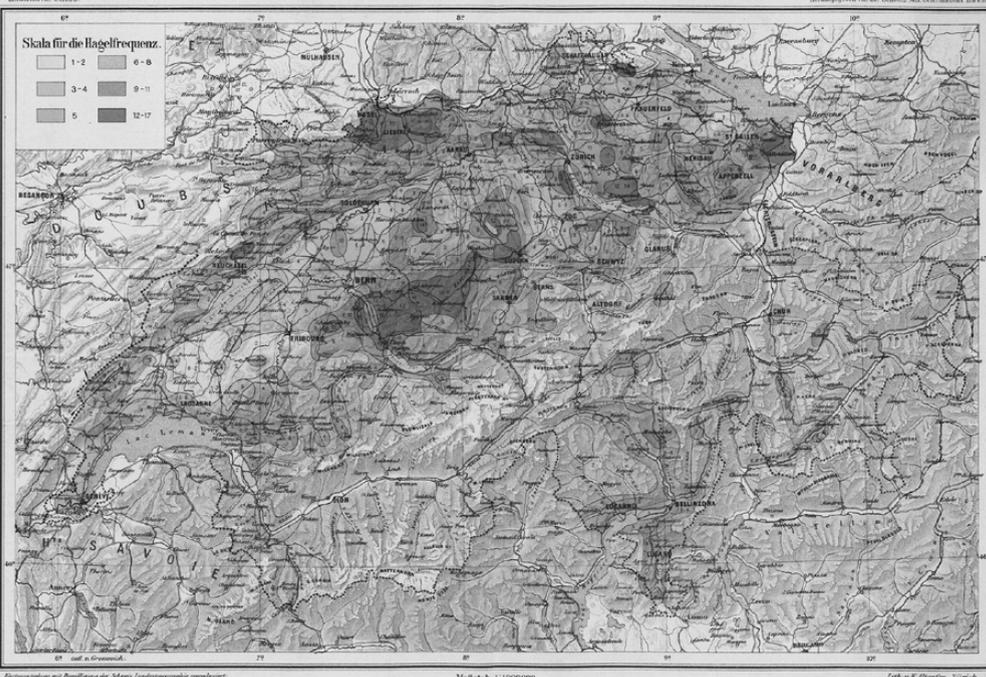


Abb. 42: «Frequenzkarte der Hagelschläge der Schweiz» auf der Basis der Beobachtungen von 1883 bis 1900.

Die Intensität von Hagelzügen hing nach Hess also in hohem Masse von örtlichen Bedingungen ab. Mit seinem Erklärungsansatz verfolgte er einen anderen Zugang als die Meteorologische Zentralanstalt, die sich bei der Gewitteranalyse auf die Luftdruckverteilung konzentrierte. In ihrer ersten Zusammenstellung der Beobachtungen im Jahr 1883 betonte die Zentralanstalt, die Entwicklung von Gewittern sei von der allgemeinen Wetterlage abhängig.⁶⁵ Dementsprechend nahmen auch ihre Schilderungen von Hagelgewittern Bezug auf die grossräumige Situation, wie sie in den synoptischen Karten erkennbar war.⁶⁶ Damit

⁶⁵ *Gewitterbeobachtungen* 1883 (1884), S. 4.

⁶⁶ Siehe zum Beispiel die Erklärungen zum 30. Juni 1885; *Gewitterbeobachtungen* 1885 (1886), S. 21. Ab 1905 fügte die Zentralanstalt den Beschreibungen der Gewitter auch synoptische Wetterkarten hinzu.

schlossen die Gewitterbeschreibungen an die 1880 eingeführten Wetterprognosen an, die hauptsächlich auf einer Analyse der Luftdruckverteilung über Europa basierten. Aber während es mit einigem Erfolg gelang, die allgemeine Witterung vorauszusagen, war man dagegen weit von brauchbaren Gewitter- und Hagelprognosen entfernt.⁶⁷ Wegen der grossen lokalen Unterschiede liessen sich Hagelfälle nur begrenzt mit synoptischen Wetterkarten analysieren. Ein klassisch klimatologischer Zugriff, wie ihn Hess mit seiner Untersuchung topografischer, hydrologischer und vegetativer Verhältnisse wählte, war besser geeignet, um Muster zu erkennen. Allerdings stützten sich die daraus abgeleiteten «Erfahrungssätze» auf eine dünne Datengrundlage. Um wirklich belegen zu können, wovon die Hagelhäufigkeit abhängig war, hätte es eine kleinräumigere Erfassung gebraucht. Hess ärgerte sich denn auch darüber, dass Hagelereignisse «nicht aus allen Landesgegenden mit der gleichen Gewissenhaftigkeit» gemeldet wurden.⁶⁸ In der Idealvorstellung der Meteorologischen Zentralanstalt beruhte eine vollständige Hagelstatistik auf Beobachtungen, die sich geografisch gleichmässig über die Schweiz verteilten.⁶⁹ Als weit weniger Förster als erwartet Hagelberichte einsandten und entsprechend einige Regionen gänzlich unerschlossen blieben, suchte die Zentralanstalt nach Ergänzungsmöglichkeiten. Um die Hagelereignisse vollständiger zu rekonstruieren, griff sie zum einen auf Zeitungsberichte zurück.⁷⁰ Zum anderen erreichte der Zentralanstaltsdirektor Robert Billwiller, dass ihm die 1879 gegründete Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft Material zur Verfügung stellte.⁷¹ Es handelte sich dabei um Verzeichnisse der Gemeinden, aus denen Schadensmeldungen eingegangen waren. Die Zentralanstalt erfuhr also von der Versicherung, wo an welchem Tag versicherte Grundstücke verhagelt worden waren. Auf den ersten Blick verwundert es, dass die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft der Zentralanstalt eigens erhobene Daten bereitstellte und somit öffentlich verfügbar machte, statt sie aus Geschäftsinteressen unter Verschluss zu halten.⁷² Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Ge-

67 Zur Machbarkeit siehe van Bebbler 1886, S. 384. In ihren Prognosen gab die Zentralanstalt manchmal eine Gewitterneigung an.

68 Hess 1894, S. 4.

69 Siehe «Anleitung für die Aufzeichnungen über Gewitter» (BAR, E88 1000/1167, 149).

70 Zu den ab 1890 verwendeten Zeitungsberichten siehe *Gewitterbeobachtungen 1890* (1891), S. 1.

71 Zur Schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft siehe *Zur Geschichte und Wirksamkeit* 1905; Fäh 1954; Mauelshagen 2011; Mauelshagen 2013; Mauelshagen 2014a. Siehe auch die Geschäftsberichte in BAR, E4360B A-087. Die Gesellschaft war eine Neugründung ohne Verbindung zur Schweizerischen Versicherungs-Gesellschaft für Hagelschäden, die bis in den 1850er-Jahren tätig gewesen war. Zum Material, das die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft der Meteorologischen Zentralanstalt zur Verfügung stellte, siehe *Gewitterbeobachtungen 1884* (1885), S. 1.

72 Somit trifft hier die von James Kneale und Samuel Randalls vorgenommene Charakterisierung

sellschaft Transparenz als Teil ihrer Mitgliederwerbung verstand und dass sie auch deshalb mit bundesstaatlichen Verwaltungszweigen wie der Zentralanstalt kooperierte, weil sie eine Subventionierung durch den Bund anstrebte.⁷³ Die Meteorologische Zentralanstalt konnte dank der ausgehändigten Schadensverzeichnisse Überblickstabellen zur Anzahl Hagelschläge pro Kanton, Bezirk und Gemeinde erstellen.⁷⁴ Ihr Lückenproblem blieb aber auch mit diesen zusätzlichen Daten bestehen, weil die Versicherungsquote weit unter 100 Prozent lag.⁷⁵ Nutzte umgekehrt die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft Beobachtungsmaterial der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt? Bereits in den 1870er-Jahren hatte Billwiller in Aussicht gestellt, dass eine Hagelstatistik für die «Fixirung» von Versicherungsprämien nützlich wäre.⁷⁶ Fast ein halbes Jahrhundert später hiess es im Nachruf auf den 1918 verstorbenen Clemens Hess, die Versicherungsgesellschaften hätten gerne auf dessen Arbeiten über die Hagelhäufigkeit zurückgegriffen, um ihre Prämien zu bestimmen.⁷⁷ Trotz dieses Nutzbarkeitsanspruchs vonseiten der Meteorologen stellte es sich als sehr schwierig heraus, Daten zu liefern, die im Versicherungswesen tatsächlich verwertbar waren. Wenn meteorologische Beobachter Hagel verzeichneten, konnten das auch kleinere Körner sein, die wenig oder überhaupt keinen Schaden anrichteten.⁷⁸ Dementsprechend umfassten die Hageltage, die in den *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt* aufgelistet waren, schädliche und unschädliche Ereignisse. Auch Hess' Karten informierten nur über die Häufigkeit, nicht aber über die Intensität der Hagelschläge oder ihren Schadensumfang. Meteorologische Hagelstatistik war somit nicht Schadensstatistik. Die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft wählte aber gerade Letztere als Massstab, um das Hagelrisiko zu beurteilen.⁷⁹ In ihren Anfangsjahren hatte die Versicherungsgesellschaft grosse finanzielle Probleme, was sie selbst damit erklärte, dass sie wegen der noch «unbekannten Gefahr» zu niedrige Tarife ver-

von Versicherungsdaten als unsichtbare, öffentlich nicht verfügbare Daten nicht zu. Siehe Kneale/Randalls 2014.

73 Zum Transparenzanspruch siehe zum Beispiel: Schramm 1893.

74 Siehe die Tabelle «Vertheilung der Hagelschläge nach der Anzahl der betroffenen Bezirke» in *Gewitterbeobachtungen* 1886 (1887), S. 7. Ab Mitte der 1890er-Jahre erfolgte die Aufschlüsselung nach Gemeinden statt Bezirken.

75 Siehe die Problematisierung in Schreiben Industrie- und Landwirtschaftsdepartement an EDL, 19. 3. 1892 (BAR, E88 1000/1167, 149); *Gewitterbeobachtungen* 1893 (1895), S. 4. Siehe zudem Bider 1954, S. 72.

76 Billwiller 1874, S. 108.

77 Leisi 1918, S. 124.

78 Zu Verwechslungen zwischen Hagel und Graupel, den kleineren, mehr schneeartigen Körnern, siehe Bider 1954, S. 68.

79 *Geschäftsbericht der Schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft in Zürich (SHV)*, pro 1882 (3), S. 3.

langt habe.⁸⁰ Im ersten Geschäftsjahr 1880 reichten die Prämieinnahmen nicht einmal, um die Hälfte der Schäden zu vergüten.⁸¹ Um die deshalb notwendigen unpopulären Nachzahlungen in Zukunft zu vermeiden, setzte der erste Direktor, Carl Schramm, auf eine detaillierte Statistik.⁸²

Nach Schramm brauchte es eine sorgfältige Dokumentation der ausbezahlten Schadensbeiträge für jede Gemeinde, jeden Bezirk und jeden Kanton, um die Hagelwahrscheinlichkeit aus den durchschnittlichen Schäden ermitteln zu können.⁸³ Für die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft bezog sich die «Hagelwahrscheinlichkeit» also auf das Schadenspotenzial und nicht auf Hagelereignisse an sich. Schramm kämpfte dafür, dass der Prämientarif nach örtlicher Hagelgefahr abgestuft wurde.⁸⁴ Höhere Prämienätze bei höherer Gefahr widersprachen eigentlich dem genossenschaftlichen Prinzip, wonach Verluste auf die Gesamtheit der Mitglieder verteilt wurden.⁸⁵ Doch Schramm argumentierte, gleiche Beiträge für alle seien ungerecht. Wegen unterschiedlicher Gefahrenlagen in der Schweiz liessen sich einheitliche Tarife seiner Meinung nach nicht rechtfertigen.⁸⁶ Zudem wollte Schramm mit abgestuften Prämien verhindern, dass die Versicherung in gefährlichen Gegenden attraktiv, an weniger exponierten Orten dagegen unattraktiv wurde. Hintergrund für die Statistiken der Schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft waren also geschäftliche Überlegungen. Für jede Gemeinde wurde laufend das Verhältnis zwischen der dortigen Versicherungs- und der Schadenssumme ermittelt. Zwar listete die Gesellschaft auch die Anzahl Hageltage auf und ergänzte dabei ihre eigenen Informationen mit denjenigen der Meteorologischen Zentralanstalt. Massgeblich für die ab 1882

80 Zu «mangelhafter Statistik» als Erklärung für zu niedrige Tarifierung siehe *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1881 (2), S. 10. Die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft hatte Schwierigkeiten, ihre beiden Ansprüche, einerseits die Prämien der Gefahrenlage anzupassen und andererseits die Konkurrenz zu unterbieten, zu vereinbaren. Siehe *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1882 (3), S. 3. Zu den finanziellen Problemen siehe auch Mauelshagen 2011.

81 Siehe die Tabelle «Geschäftstätigkeit der Schweiz. Hagelversicherungsgesellschaft in Zürich von 1880–1924» in Hauser 1925, S. 90.

82 Wie viele andere nicht gewinnorientierte Versicherungen hatte die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft ein Vorbeitrags-Nachschuss-System. Siehe dazu *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1881 (2), S. 7.

83 Schramm bezeichnete den «Durchschnitts-Schaden» als «maßgebend für die Hagelwahrscheinlichkeit». Siehe Schramm 1893, S. 12.

84 Siehe *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1882 (3), S. 3.

85 Siehe dazu *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1886 (7), S. 4. Die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft war bis 1909 formell eigentlich keine Genossenschaft, sondern ein Verein. Siehe Mauelshagen 2014a, S. 64. Siehe vergleichend zu nicht gewinnorientierten Hagelversicherungen in deutschen Staaten: Oberholzner 2015.

86 Siehe dazu *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1886 (7), S. 4. Siehe dazu auch *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1883 (14), S. 29.

vorgenommenen Tarifierpassungen war aber die Schadensquote, das heisst der Schadensbetrag pro 100 Franken Versicherungssumme.⁸⁷

Auf der Basis ihrer Statistiken verlangte die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft nicht nur höhere Prämien in Bezirken, in denen durchschnittlich mehr Entschädigungen beansprucht wurden, sondern führte auch einen Aufnahmestopp für die «gefährlichsten Gegenden» ein.⁸⁸ Nach wenigen Jahren wurde diese Aufnahmebeschränkung aber wieder aufgehoben, weil die betroffenen Kantone Prämienzuschläge übernahmen.⁸⁹ Diese Subventionierung ging auf einen Beschluss der Bundesversammlung von 1889 zurück, Kantone in der Förderung des Hagelversicherungswesens zu unterstützen.⁹⁰ Daraufhin konnten sich Landwirte anfangs in zwölf, später in fast allen Kantonen billiger gegen Hagel versichern. Das heisst, die Unterstützung ging nicht an die Versicherungsgesellschaft, sondern an die Versicherungsnehmer. Dennoch profitierte die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft enorm davon. Die von Bund und Kantonen geleisteten Subventionen verliehen ihr einen Wachstumsschub: Innerhalb dreier Jahre, von 1889 bis 1892, stieg ihre Versicherungssumme von 7 auf 20 Millionen Franken an, bis 1914 auf 80 Millionen Franken.⁹¹ Mit dieser Grösse konnte die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft ihr landesweites Quasimonopol auch im 20. Jahrhundert behaupten.⁹²

87 Zu Schadensquote: Schramm 1893, S. 5. Zur Statistik der Hageltage pro Gemeinde, die mit Angaben der Meteorologischen Zentralanstalt ergänzt wurde, siehe Schramm 1893, S. 4.

88 Siehe *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1887 (8), S. 14; *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1888 (9), S. 16.

89 *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1890 (11), S. 2; *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1894 (15), S. 2. Ausgeschlossen blieb bis in die 1920er-Jahre der Kanton Tessin, wo die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft wegen der «unbekannten Gefahr» keine Versicherungen anbieten wollte. Siehe *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1895 (16), S. 2.

90 In ihrem Subventionierungsziel war die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft ab 1883 von verschiedenen Seiten unterstützt worden. Zu den mehrfachen Gesuchen siehe Hafter/Schramm 1883; *Botschaft des Bundesrates* 1883, S. 885–890; *Zur Geschichte und Wirksamkeit 1905*, S. 32 f. Zum «Bundesbeschluss betreffend die Förderung der Hagelversicherung durch den Bund», den die Bundesversammlung im April 1889 verabschiedete, siehe *Botschaft des Bundesrates* 1888. Zur bundesstaatlichen Subventionierung siehe auch *Bundesratsbeschluss 1890*; *Bundesgesetz 1894* sowie die Übersichtstabelle in Hauser 1925, S. 110.

91 Siehe die Tabelle «Geschäftstätigkeit der Schweiz. Hagelversicherungsgesellschaft in Zürich von 1880–1924» in Hauser 1925, S. 90. Siehe zur kausalen Verbindung von Subventionen und ansteigender Nachfrage: *Geschäftsbericht der SHV*, pro 1890 (11), S. 1.

92 Die meisten Hagelversicherer im 19. Jahrhundert machten Konkurs oder zogen sich aus dem Geschäft zurück. In der Schweiz konnte sich die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft als Erste längerfristig etablieren. Ihre Konkurrentin, die Magdeburger, gab den Schweizer Markt 1887 auf. Von mehreren kantonal tätigen Versicherungen hielt sich einzig die 1875 gegründete Neuenburger Gesellschaft «Le Paragrèle», die aber ausschliesslich Reben versicherte. Siehe Fäh 1954, S. 19 f.; Mauelshagen 2011, S. 178. Zum Aufbau der faktischen Monopolstellung siehe auch Mauelshagen 2014a, S. 64.

Die Subventionen an Versicherungsnehmer wurden häufig als Alternative zu den Spenden dargestellt, die staatliche Stellen, Hilfsvereine oder -komitees nach schweren Hagelschlägen oder anderen Unwettern sammelten.⁹³ Tatsächlich löste das staatlich unterstützte Versicherungsmodell die nachträgliche Schadensbewältigung mithilfe sogenannter Liebesgaben längerfristig ab, was den Druck auf die Landwirte erhöhte, sich gegen Ernteeinbussen zu versichern. Allerdings wurde die Hagelversicherung in keinem Kanton obligatorisch.⁹⁴ Mit einer landesweit tätigen Versicherungsgesellschaft fand in der Schweiz eine Art Nationalisierung der Unsicherheit statt. Die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft positionierte sich als eine Gefahrengemeinschaft nach dem Motto «Einer für alle, alle für einen».⁹⁵ Diesen präventiv organisierten Schadensausgleich im Kollektiv verstand die Versicherungsgesellschaft als innovative Antwort auf die Hagelgefahr. Indem immer mehr Landwirte die Unsicherheit über mögliche Schadensereignisse gegen Prämienzahlung auf die Versicherungsgesellschaft übertrugen, veränderte sich der Umgang mit der Hagelgefahr grundlegend.⁹⁶ Zum einen markiert der Durchbruch des Versicherungsmodells einen Übergang von der nachträglichen Schadensbewältigung zur Schadensvorsorge. Zum anderen transformierte sich die Hagelgefahr dadurch, dass die Gefahr versicherungsförmig angegangen wurde, in ein Risiko. Das Hauptinstrument, um dieses Risiko zu bestimmen, bildete im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert die versicherungseigene Schadensstatistik und nicht meteorologische Erhebungen zur Hagelhäufigkeit.

Wetterkanonen am Zürichsee

Trotz seiner präventiven Wirkung für den einzelnen Landwirt war das Versicherungsmodell als Ganzes keine Präventionsmassnahme in dem Sinne, dass man den Eintritt der unerwünschten Hagelschläge zu verhindern hoffte. Versuche der Wetterbeeinflussung dagegen zielten darauf, die Ursache des Naturereig-

93 Zum Beispiel bei: Hauser 1925, S. 73. Zu Spenden als Form der Schadensbewältigung siehe Pfister 2002, S. 19. Eine Kollekte für «Hagel- und Wasserbeschädigte» wurde zum Beispiel nach den verheerenden Unwettern am Rhein und an der Thur vom 21. Juli 1881 organisiert. Siehe Landolt 1882.

94 Ein Obligatorium wurde aber vielerorts diskutiert, etwa in den Kantonen Waadt, Zürich und Luzern. Siehe *Zur Geschichte und Wirksamkeit* 1905, S. 33.

95 Zum Prinzip der Gegenseitigkeit siehe *Statuten der Schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft* 1879. Zur «Sozialisierung» oder «Vergesellschaftung» von Gefahren durch Versicherungen siehe Mauelshagen 2013; Mauelshagen 2014a.

96 Zu den Auswirkungen des Versicherungswesens siehe Mauelshagen 2014a, S. 61 f.; Hannig 2015, S. 49.

nisses zu bekämpfen, statt nur dessen ökonomische Folgen abzumildern. Dabei basierte die aktive, technische Gefahrenbekämpfung auf der Idee, dass eine menschliche Manipulation von Naturphänomenen möglich sei.⁹⁷ Um die Jahrhundertwende 1900 stiess das sogenannte Hagel- oder Wetterschiessen auf grosses Interesse. Viele beschrieben es als Modernisierung der mehrere Jahrhunderte zurückreichenden Praxis, bei heranziehenden Gewittern Glocken läuten zu lassen oder Böllerschüsse abzufeuern.⁹⁸ Am «modernen» Wetterschiessen neu war, dass Hagel nicht mit Schall bekämpft wurde, sondern mit Luftwirbelringen, die nach Schiesspulverzündungen in Böllern nach oben sausten und mechanisch auf die Wolken einwirken sollten. Erste Versuche mit solchen Geschützen machte der Winzer Albert Stiger 1896 in der österreichischen Steiermark. Um seine Weinberge zu schützen, richtete er auf eigene Kosten mehrere Schiessstationen ein und feuerte jedes Mal, wenn ein Gewitter nahte, zusammen mit freiwilligen Helfern möglichst viele Schüsse ab.⁹⁹

Dank positiver Erfolgsberichte fand Stigers Verfahren schnell Nachahmung, und bald wurde über «Tausende von Pöllerschländen» berichtet, die «hagelschweren Wolkengebilden ihr energisches Veto» entgegenschleuderten.¹⁰⁰ Allein im nördlichen Teil von Italien existierten um 1900 bereits 7000 Schiessstationen.¹⁰¹ Fabrikanten, Schützen und weitere Interessierte aus verschiedenen Ländern tauschten sich an Wetterschiesskongressen aus. Der dritte internationale Kongress, der 1901 in Lyon stattfand, zog über 1500 Besucher an. Mit dabei war auch Jean Dufour, Botanikprofessor und Direktor der Weinbauversuchsstation in Lausanne. Dufour verfolgte die Entwicklungen des Hagelschiessens aufmerksam und berichtete in der *Chronique agricole du Canton de Vaud* regelmässig darüber.¹⁰² In der Société Vaudoise des Sciences Naturelles plädierte er dafür, das Verfahren in den waadtländischen Weinregionen zu erproben.¹⁰³ Wie Dufour interessierten sich viele Wissenschaftler für das Hagelschiessen. Die meisten von ihnen hielten eine Wetterbeeinflussung prinzipiell für möglich, betonten aber gleichzeitig, dass ausbleibender Hagel auch andere Ursachen als die abgefeuerten Schüsse haben könne.¹⁰⁴ So fand zum Beispiel Josef Maria Pernter, der die k. k. Zentralan-

97 Zu Visionen, das Wetter mit «Geo-Engineering» zu kontrollieren, siehe Fleming 2010; Achermann 2013 sowie das laufende Dissertationsprojekt «Talking about the Weather: Meteorologie, Wetter- und Klimadiskurs im Kalten Krieg, 1945–1990» von Manuel Kaiser (Universität Zürich).

98 Siehe zum Beispiel Stahel/Girsberger 1901, S. 6.

99 Stiger war Besitzer von Weinbergen und Bürgermeister von Windisch-Feistritz in der Untersteiermark, die 1919 slowenisch wurde. Zur Schiessanlage siehe Stiger 1898; Suschnig 1900b.

100 Stahel/Girsberger 1901, S. 11.

101 *Les tirs contre la grêle* 1901; Perugi 2006.

102 Siehe Dufour 1901a, S. 101; Dufour 1902, S. 73.

103 *Séance du 6 février* 1901.

104 Siehe zum Beispiel Trabert 1897.

stalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien leitete, man dürfe das Wetterschiessen nicht «einfachhin» verwerfen.¹⁰⁵ Vielmehr forderten er und andere Meteorologen systematische Versuche, um die Wirksamkeit zu überprüfen. Die österreichischen Behörden bestimmten drei Versuchsfelder, womit das Wetterschiessen – nach den Worten eines Kanonenkonstruktors – «in ein Stadium wissenschaftlicher Forschung» trat.¹⁰⁶

Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt äusserte sich erstmals im September 1899 zur Hagelabwehr mittels Kanonen. Der Regierungsrat des Kantons Zürich hatte ein Gesuch erhalten, «Versuche zur Vermeidung von Hagelschlag» finanziell zu unterstützen.¹⁰⁷ Um ein Gutachten angefragt, verwies die Zentralanstalt auf die zahlreichen, «durchwegs günstig» lautenden Berichte über das Schiessen in verschiedenen Ländern und empfahl der Kantonsregierung deshalb eine «praktische Nachprüfung».¹⁰⁸ Vieles deutete darauf hin, dass die Kanonenschüsse als «geringes, im Bereich menschlicher Machtvollkommenheit liegendes, Kraftmoment» einen Einfluss darauf hätten, ob «der Wasserdampf der drohenden Gewitterwolke in Form grosser Tropfen oder alles zerstörender Eisstücke zu Erde» niederfalle. Allerdings werde man den tatsächlichen Nutzen des Hagelschiessens erst nach mehreren Jahren beurteilen können, so die Zentralanstalt. Bis dahin solle man der Sache «sympathisch» gegenüberstehen. Fürs Erste beschloss die Zürcher Regierung, verschiedene Schiessanlagen von Experten besichtigen zu lassen.¹⁰⁹ So unternahm der Munitionsfabrikant Jakob Stahel, von dem der Unterstützungsantrag gekommen war, zusammen mit dem Leiter des kulturtechnischen Bureaus des Kantons Zürich, Johannes Girsberger, eine Reise in kantonalem Auftrag.¹¹⁰ Die beiden besuchten Einrichtungen in der Steiermark, in Italien und im Tessin, wo der Agronom Gaetano Donini in der Nähe von Lugano zehn Kanonen aufgestellt hatte.¹¹¹ Anschliessend verfassten Stahel

105 Siehe den Abdruck von Pernters «Vortrag über das Wetterschiessen», gehalten vor der meteorologischen Gesellschaft am 20. 1. 1900, in StAZH, O 20.1.2.

106 Suschnig 1900c, S. 7.

107 Schreiben Stahel an Direction der Volkswirtschaft des Kantons Zürich, 18. 8. 1899 und 20. 1. 1900 (StAZH, O 20.1.2).

108 Schreiben Maurer («für die Direction der Meteor. Centralanstalt») an die Direktion der Volkswirtschaft des Kantons Zürich, 26. 9. 1899 (StAZH, O 20.1.2).

109 Siehe die Auszüge der Regierungsratsprotokolle vom 14. 5. und 24. 5. 1900 (StAZH, O 20.1.2).

110 Zur Reise «zum Studium der Vorkehrungen gegen Hagelschaden» siehe Stahel/Girsberger 1901, S. 3. Oberstleutnant Jakob Stahel, der später den Rang eines Obersts im schweizerischen Militär erlangte, war bis 1879 Direktor des eidgenössischen Laboratoriums in Thun, danach gründete er eine Munitionsfabrik in Wollishofen. Johannes Girsberger leitete ab 1898 das neu geschaffene kulturtechnische Bureau, das später zum Meliorationsamt wurde. Eigentlich hätte auch August Weilenmann, Kantonsschullehrer und Dozent am Polytechnikum, mitreisen sollen, er musste aber aus Krankheitsgründen absagen. Siehe Protokollauszug Regierungsrat, 2. 8. 1900 (StAZH, O 20.1.2).

111 Zum schweizweit ersten Versuchsfeld in Gentilino, das vom Bund und vom Kanton Tessin

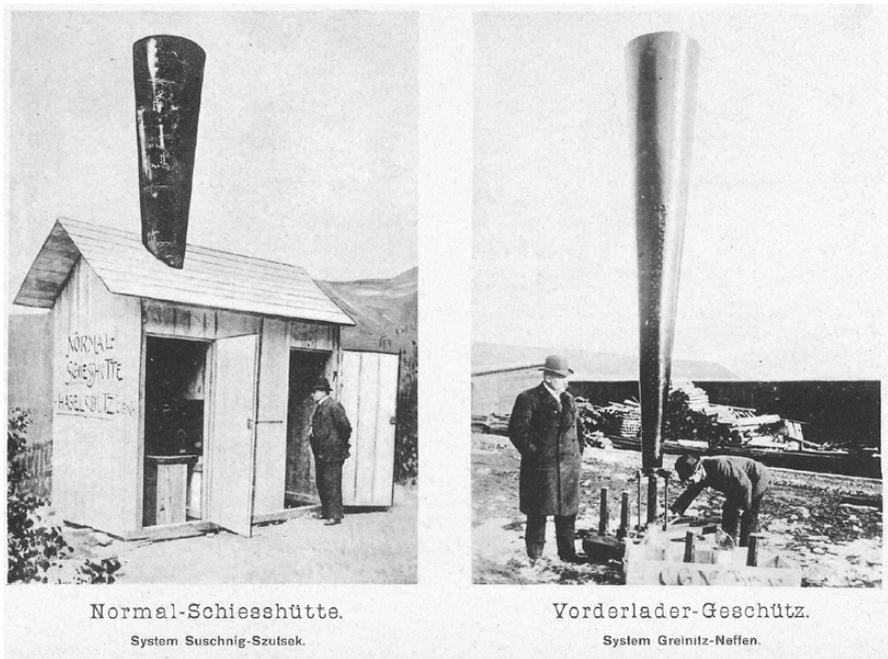


Abb. 43: Im Auftrag der Regierung des Kantons Zürich informierten sich Jakob Stahel und Johannes Girsberger über verschiedene Hagelschiesssysteme und publizierten dazu einen Bericht, dem sie zwei Fotografien österreichischer Modelle beifügten.

und Girsberger einen ausführlichen Bericht, der Anfang 1901 veröffentlicht wurde.¹¹² Darin stellten sie die Wirksamkeit des Hagelschiessens als gegeben hin und kündigten an, dass bald alle, die ihre Felder oder Weinreben nicht mit Geschützen verteidigten, «als leichtfertig und dem Fortschritt abhold» angesehen würden.¹¹³

Stahel und Girsberger fanden, eine staatliche Unterstützung des Hagelschiessens sei mindestens so gerechtfertigt wie die seit einigen Jahren laufende Subventionierung der Hagelversicherung.¹¹⁴ Sie rechneten vor, dass es etwa zehnmal mehr koste, einen Hektar Weinreben zu versichern, als dieselbe Fläche durch

mit einer einmaligen Zahlung von je 2000 Franken subventioniert wurde, siehe die Abschrift des Schreibens von Donini an das eidgenössische Landwirtschaftsdepartement vom 9. 6. 1900 (StAZH, O 20.1.2).

112 Der Bericht trug den Titel «Studien über das Wetterschiessen in Oesterreich, Italien und im Kanton Tessin und Vorschläge zur Einführung desselben im Kanton Zürich». Siehe Stahel/Girsberger 1901.

113 Ebd., S. 16.

114 Siehe ebd., S. 134 f.

Hagelschiessen zu schützen.¹¹⁵ Vor einer allgemeinen Einführung des Abwehrverfahrens sollte nach Ansicht von Stahel und Girsberger zuerst ein «Versuchsrayon» geschaffen werden.¹¹⁶ Diesem Vorschlag stimmte die Regierung zu wie auch der Empfehlung, einen Teil der dabei anfallenden Kosten zu übernehmen und eine beaufsichtigende Kommission einzusetzen.¹¹⁷ Gewählt wurde ein achtköpfiges Gremium, darunter der Rebbaukommissär und Oberforstmeister des Kantons sowie Vertreter der Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil und des Polytechnikums.¹¹⁸ Noch bevor diese sogenannte Hagelwehrkommission ihre Arbeit aufnahm, gelangten die Gemeinderäte und landwirtschaftlichen Vereine des Bezirks Meilen mit einer Kollektiveingabe an die Kantonsregierung.¹¹⁹ Sie forderten, ihr Gebiet, auf dem viel Weinbau betrieben wurde, zum geplanten Versuchsrayon zu machen.¹²⁰ Danach ging alles sehr schnell: Die Gemeinden Hombrechtikon, Stäfa, Männedorf, Uetikon, Meilen und Erlenbach gründeten im Mai 1901 eine «Wetterwehrgenossenschaft», mit dem Zweck, das Hagelschiessen am rechten Ufer des Zürichsees einzuführen.¹²¹ Wenige Wochen später wurden dann bereits die ersten Geschütze montiert. Die neugeschaffene kantonale Hagelwehrkommission fühlte sich von diesem Aktivismus zwar überrumpelt, gab aber ihr Einverständnis, das rechte Seeufer zum Versuchsrayon zu erklären.¹²² Das machte den Weg frei für eine staatliche Subventionierung.

Die Initiatoren der Wetterwehrgenossenschaft kalkulierten bereits bei ihrer ersten Kostenberechnung einen Staatsbeitrag von 25 Prozent ein – entsprechend der Empfehlung, die Stahel und Girsberger an die Kantonsregierung abgegeben hatten.¹²³ Mitte Juni, als bereits mehr als die Hälfte der 65 Hagelgeschütze

115 Ebd., S. 128.

116 Dieses sollte mindestens 60 Geschütze und damit das Zehnfache des Tessiner Schiessgebiets umfassen. Siehe Stahel/Girsberger 1901, S. 138.

117 Siehe «Aus dem Protokoll des Regierungsrates», 1. 4. 1901 (StAZH, O 20.1.2).

118 Siehe zur Kommission: «Aus dem Protokoll des Regierungsrates», 1. 4. 1901 (StAZH, O 20.1.2).

119 Zur Eingabe vom 5. 4. 1901 siehe «Bericht in Sachen der Bestrebungen für Bildung einer Wetterwehr für das rechte Seeufer zu Handen der politischen Gemeinden vom prov. Vorstand», 16. 4. 1901; Antrag der Direktion der Volkswirtschaft an den Regierungsrath, 15. 6. 1901 (beide in StAZH, O 20.1.2).

120 Zum rechten Zürichseeufer als Weinregion siehe Altwegg 1980.

121 Siehe Schreiben Wetterwehrgenossenschaft an den Regierungsrat des Kantons Zürich, 25. 5. 1901 (StAZH, O 20.1.2).

122 Siehe dazu Antrag der Direktion der Volkswirtschaft an den Regierungsrath, 15. 6. 1901 (StAZH, O 20.1.2). Siehe auch das Schreiben des Kommissionsmitglieds Johannes Pernet an die Direktion der Volkswirtschaft, 14. 6. 1901 (StAZH, O 20.1.2).

123 Siehe den Kostenvoranschlag in «Bericht in Sachen der Bestrebungen für Bildung einer Wetterwehr für das rechte Seeufer zu Handen der politischen Gemeinden vom prov. Vorstand», 16. 4. 1901 (StAZH, O 20.1.2).

aufgestellt war, beschloss die Regierung dann tatsächlich, 25 Prozent oder maximal 7000 Franken zur Anschaffung beizutragen.¹²⁴ Somit blieb für die Genossenschaft ein Betrag von gut 23 000 Franken übrig, den die sechs beteiligten Gemeinden je nach Flächenanteil und Steuerkraft unter sich aufteilten.¹²⁵ Die Betriebskosten für die gesamte Anlage beliefen sich pro Jahr auf rund 5000 Franken, wobei der Kanton jeweils rund 800 Franken übernahm.¹²⁶ Die Subventionierung war an Bedingungen geknüpft: Die Wetterwehrgenossenschaft musste ihre Anlage mindestens fünf Jahre lang betreiben, zahlreiche Sicherheitsbestimmungen einhalten und jeden Schiesseinsatz detailliert dokumentieren.¹²⁷ Die kantonale Hagelwehrrkommission schrieb zudem Gewitterbeobachtungen vor, um über die «eventuelle Wirksamkeit des Wetterschiessens» genaue Anhaltspunkte zu erhalten.¹²⁸ Nach jedem Gewitter mussten deshalb alle Schiessstationen einen Meldezettel mit Angaben über Windverhältnisse, Blitze, Donner, Regen oder Hagel ausfüllen.¹²⁹ Diese umfangreiche staatliche Regulierung unterschied die «Wetterwehr für das rechte Seeufer» von anderen Hagelschiessanlagen, die an verschiedenen Orten in der Schweiz entstanden. In den Weinbergen des Lavaux beispielsweise waren ab 1901 rund 25 Kanonen im Einsatz, die der Kanton Waadt zur Hälfte finanziert hatte, ohne aber Auflagen zu ihrer Verwendung zu machen.¹³⁰

Zwischen dem Beginn des Wetterschiessens in der Steiermark 1896 und der Gründung der «Wetterwehr am rechten Seeufer» 1901 hatten verschiedene Fabrikanten Apparate zur Hagelbekämpfung entwickelt. Zum einen gab es Geschütze mit Trichteraufsatz, die Wirbelringe erzeugten, zum anderen Mörser, die mit Zeitzündler bestückte Granaten emporschossen. Der letztere Typ wurde auch vom Munitionsfabrikanten und Mitglied der kantonalen Hagelwehrrkommission, Jakob Stahel, angeboten.¹³¹ Allerdings fand das Wirbelringsystem eine viel weitere Verbreitung, besonders die von der Firma Carl Greinitz Neffen in

124 Siehe «Aus dem Protokoll des Regierungsrates», 20. 6. 1901 (StAZH, O 20.1.2).

125 Siehe die Rechnung pro 1901: Hasler 1902.

126 Der Kanton bezahlte jeweils für die Munitionsbeschaffung. Als Überblick zu den Beiträgen siehe Antrag der Direktion der Volkswirtschaft des Kantons Zürich an den Regierungsrath, 30. 4. 1906 (StAZH, O 20.2.2). Siehe auch die Jahresrechnungen der Wetterwehr in StAZH, O 20.1.2.

127 Zu den Bedingungen, die von der Hagelwehrrkommission aufgestellt wurden, siehe «Verordnung für das Wetterschiessen im Kanton Zürich», 26. 4. 1901; «Ergebnis der Beratungen der Hagelwehrrkommission», 13. 5. 1901 (beide in StAZH, O 20.1.2).

128 Siehe «Verordnung für das Wetterschiessen im Kanton Zürich», 26. 4. 1901 (StAZH, O 20.1.2).

129 Siehe die beiden Formulare «Meldezettel über das Gewitter» und «Protokoll über das Gewitter und Wetterschiessen» (StAZH, O 20.1.2).

130 Zur Wetterwehr in Cully, Grandvaux, Riex und Epesses siehe Dufour 1901b, S. 594–596.

131 Zu den Granatengeschützen von Stahel siehe Stahel an Direction der Volkswirtschaft des Kantons Zürich, 18. 8. 1899 (StAZH, O 20.1.2).

Graz konstruierten Kanonen.¹³² Die Wetterwehrgenossenschaft entschied sich für ein Produkt, das weitgehend eine Kopie dieses österreichischen Modells war: die «Wetterkanone» von E. Häny & Cie. Deren Fabrik lag mitten im Versuchsraysen in Meilen. E. Häny & Cie. verkauften der Genossenschaft insgesamt 65 Kanonen – bestehend aus zwei Geschützläufen aus Stahl und einem vier Meter hohen Blechtrichter – zu einem Stückpreis von 460 Franken.¹³³ Aufgestellt wurden die Schiessapparate inklusive kleiner Holzhütten in Abständen von maximal 1000 Metern. Die 36 Quadratkilometer umfassende Versuchsfläche war allerdings zweigeteilt, weil sich die Gemeinde Herrliberg nicht am Hagelschiessen beteiligte. Nach Johannes Girsberger, Mitverfasser des Expertenberichts an die Zürcher Regierung und nun Mitglied der Hagelwehrkommission, zeichneten sich die von E. Häny & Cie. produzierten Geschütze durch geringe Unterhaltskosten, eine schnelle Schussabgabe und «absolute Gefährlosigkeit» aus.¹³⁴ Die Kommission führte sogar eine «Gewaltsprobe» durch, um Material- und Konstruktionsfehler auszuschliessen.¹³⁵ Dennoch kam es am Zürichsee zu mehreren Schiessunfällen, meistens in Zusammenhang mit verschüttetem Pulver.¹³⁶

Die «Wetterwehr am rechten Seeufer» war hierarchisch organisiert mit einem Obmann, fünf Schiessmeistern und fast 200 Schützen auf Abruf, die pro Einsatz 1.50 Franken erhielten.¹³⁷ Sobald die Schiessmeister ein Alarmsignal abgaben, mussten die Schützen sofort zu ihren Stationen eilen. Sie schütteten jeweils 180 Gramm Artilleriepulver in den Geschützlauf und brachten es mithilfe einer Zündschnur zur Explosion, worauf der Luftwirbel mit angenommener hagelstörender Wirkung emporschnellte.¹³⁸ Im Verlauf ihres ersten Tätigkeitsjahres 1901 schoss die Wetterwehr an 18 Tagen und feuerte dabei insgesamt 7288 Schüsse

132 Siehe die Broschüre «Wetterwehr-Apparate» von Carl Greinitz Neffen in StAZH, O 20.1.2.

133 Siehe die Abschrift des Vertrags zwischen der Wetterwehrgenossenschaft und Häny, 15. 6. 1901 (StAZH, O 20.1.2). Die Anzahl Kanonen betrug zunächst 50, später 65. Siehe auch die Broschüre «Neue Wetterkanone. System Häny» (StAZH, O 20.1.2).

134 Siehe Girsbergers «Bericht über das Wetterschiessen im Kanton Zürich und die im Jahre 1901 im Wetterwehrrayen am rechten See-Ufer gesammelten Erfahrungen», S. 5 (StAZH, O 20.1.2).

135 Siehe den «Bericht über das Anschliessen der Hagelwehr-Geschütze, über die Einrichtung und Aufstellung der Schiessstationen am rechten Zürichseeufer», 18. 7. 1901 (StAZH, O 20.1.2).

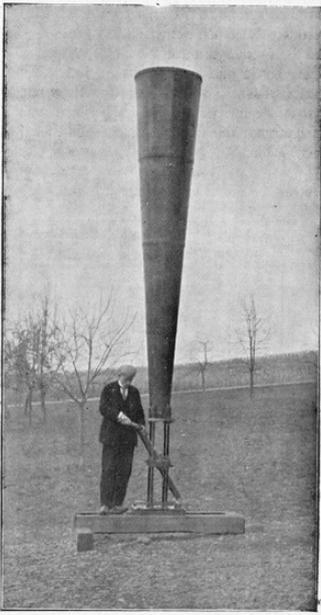
136 Die kantonale Hagelwehrkommission hatte vorgeschrieben, die Schiessmannschaft gegen Unfall zu versichern, auch weil andernorts bereits mehrere Menschen bei dem Einsatz von Hagelraketen gestorben waren. Siehe das Dossier «Allgem. Unfall- & Haftpflichtversicherung» (StAZH, O 20.1.2). Am Zürichsee ereignete sich ein erster grösserer Unfall im Jahr 1902. Der betroffene Schütze zog sich derart schwere Verletzungen zu, dass er mehrere Monate lang arbeitsunfähig war. Siehe den vom Genossenschaftsvorstand verfassten Bericht über die Tätigkeit im Jahr 1902 zuhanden der Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich vom 22. 12. 1902 (StAZH, O 20.1.2).

137 Siehe Girsbergers «Bericht über das Wetterschiessen im Kanton Zürich und die im Jahre 1901 im Wetterwehrrayen am rechten See-Ufer gesammelten Erfahrungen», S. 30 (StAZH, O 20.1.2).

138 Siehe das «Reglement für die Bedienung der Wetterwehr-Stationen am rechten See-Ufer» in

E. Häny & Cie., Maschinenfabrik
 und Gießerei
 Meilen

Neue Wetterkanone
 System Häny. Patente angemeldet.



Lade-Stellung.



Schuß-Stellung.

Abb. 44: Titelseite einer Broschüre der Firma E. Häny & Cie. in Meilen, um 1901.

ab, sodass ihr angelegter Pulvervorrat von fünf Tonnen schnell schrumpfte.¹³⁹ Girsberger von der kantonalen Hagelwehrrkommission bemängelte die «Feuerdisziplin», da einzelne Stationen manchmal überhaupt nicht schossen, während andere eine «wilde Schiesserei» veranstalteten.¹⁴⁰ Über die Bekämpfung eines nächtlichen Gewitters, bei der nur die Hälfte der Geschütze bedient wurde, schrieb er zum Beispiel: «Eine solche Beschiessung, die derart mangelhaft durchgeführt wird, ist entschieden nur nutzlose Pulverknallerei.»¹⁴¹ Girsberger betonte aber, dass der Versuchsrayon grundsätzlich vorbildlich organisiert und ausgerüstet sei. Bestätigt sah er dies im Diplom, das der Genossenschaft am internationalen Wetterschiesskongress in Lyon verliehen wurde.¹⁴²

Die Wetterwehrgenossenschaft zog eine positive Bilanz über die Resultate der ersten Schiesssaison. Ihrer Darstellung nach waren alle Einsätze «ganz entschiedenen» Erfolge gewesen, wobei der 14. Juli besonders hervorgehoben wurde.¹⁴³ An diesem Tag habe ein Hagelgewitter regelrecht vor den Kanonen angehalten, so berichtete der Obmann der Wetterwehr. Spätestens nach dem zweiten oder dritten Schuss sei auf dem verteidigten Gebiet statt Hagel nur gewöhnlicher Regen gefallen. Im nahegelegenen Horgen dagegen wurde fast die Hälfte der Weinernte verhagelt, und auch Herrliberg, das zwischen den beiden Teilstücken des Wetterwehrgebiets lag, war stark betroffen.¹⁴⁴ Girsberger äusserte sich in seinem Bericht zuhanden der Zürcher Regierung zurückhaltender als die Wetterwehrgenossenschaft selbst. Er fand, die Wirksamkeit des Hagelschiessens könne erst dann als bestätigt gelten, wenn die verteidigte Fläche mehrere Jahre lang ohne Schaden bleibe, während angrenzende Gebiete verhagelt würden.¹⁴⁵ Dementsprechend empfahl Girsberger, nicht nur innerhalb des Versuchsrayons für mehr

Girsberger, «Bericht über das Wetterschiessen im Kanton Zürich und die im Jahre 1901 im Wetterwehrrayon am rechten See-Ufer gesammelten Erfahrungen», S. 31–33 (StAZH, O 20.1.2).

139 Siehe Girsberger 1903, S. 2.

140 Girsberger, «Bericht über das Wetterschiessen im Kanton Zürich und die im Jahre 1901 im Wetterwehrrayon am rechten See-Ufer gesammelten Erfahrungen», S. 40 f. (StAZH, O 20.1.2).

141 Girsberger, «Bericht über das Wetterschiessen im Kanton Zürich und die im Jahre 1901 im Wetterwehrrayon am rechten See-Ufer gesammelten Erfahrungen», S. 49 (StAZH, O 20.1.2).

142 Siehe zum Kongress im November 1901: Suschnig 1902. Zur Auszeichnung siehe Girsbergers «Bericht über das Wetterschiessen im Kanton Zürich und die im Jahre 1901 im Wetterwehrrayon am rechten See-Ufer gesammelten Erfahrungen», S. 15 (StAZH, O 20.1.2).

143 Obmann der Wetterwehr, zitiert in Girsberger, «Bericht über das Wetterschiessen im Kanton Zürich und die im Jahre 1901 im Wetterwehrrayon am rechten See-Ufer gesammelten Erfahrungen», S. 51 (StAZH, O 20.1.2).

144 Siehe die Zusammenfassung verschiedener Angaben zum 14. 7. 1901 in Girsberger, «Bericht über das Wetterschiessen im Kanton Zürich und die im Jahre 1901 im Wetterwehrrayon am rechten See-Ufer gesammelten Erfahrungen», S. 46–48 (StAZH, O 20.1.2).

145 Siehe Girsbergers «Bericht über das Wetterschiessen im Kanton Zürich und die im Jahre 1901 im Wetterwehrrayon am rechten See-Ufer gesammelten Erfahrungen», S. 51 (StAZH, O 20.1.2).

Gewitterbeobachtungen zu sorgen, sondern auch ausserhalb. Nur so sei für jedes einzelne Gewitter feststellbar, ob überhaupt eine Hagelgefahr bestanden hatte.¹⁴⁶ Ohne Vergleichswerte aus angrenzenden Gebieten konnte man nämlich weder beweisen noch widerlegen, dass es gehagelt hätte, wenn keine Schüsse abgefeuert worden wären.

Marginalisierung des Hagelschiessens

Die sogenannten praktischen Wetterschiesser erwarteten, dass es gelingen würde, die angenommene Einwirkung der Kanonenschüsse auf potenzielle Hagelwolken wissenschaftlich zu belegen. Doch es zeigte sich rasch, dass zu wenig über die Mikrophysik von Hagelstürmen bekannt war, um eine robuste Theorie aufzustellen. Zwar kurbelte das Wetterschiessen die Erforschung des speziellen Niederschlagsphänomens an, aber die Wissenschaftler waren sich uneinig darüber, wie Hagel genau entstand.¹⁴⁷ Solange es keine anerkannte Hagelbildungstheorie gab, konnte auch der Effekt des Wetterschiessens nicht physikalisch begründet oder entkräftet werden. Dementsprechend konzentrierte sich die wissenschaftliche Überprüfung auf empirische Verfahren. Eine zentrale Frage lautete, ob die abgefeuerten Luftwirbelringe überhaupt die Wolken erreichten. Die amtlichen Meteorologen in Wien wollten dies klären, indem sie Schiessversuche auf dem Areal des Kanonenherstellers Carl Greinitz Neffen durchführten. Der Direktor der kaiserlich-königlichen Anstalt, Josef Maria Pernter, und sein Assistent, Wilhelm Trabert, schossen zuerst horizontal auf Scheiben, dann vertikal, wobei sie die erzeugten Wirbelringe von Anhöhen oder Ballonen aus beobachteten.¹⁴⁸ Die beiden kamen zum Schluss, dass die Ringe durchschnittlich weniger als 300 Meter und maximal 400 Meter Höhe erreichten. Damit war aber nicht bewiesen, dass die Hagelwolken zu hoch zogen, um von den Wirbelringen erreicht zu werden. Die Wetterwehrgenossenschaft im zürcherischen Bezirk Meilen gab für «schwere Gewitterwolken» eine Höhe von 600 bis 900 Metern über dem Meeresspiegel an, womit diese maximal 300 Meter vom Boden entfernt waren.¹⁴⁹ Abgesehen von den Untersuchungen zur Reichweite der Kanonen waren die wissenschaftlichen Prüfverfahren in Sachen Wetterschiessen allesamt als sta-

146 Siehe Girsberger, «Zusammenstellung der Berichte über den Betrieb des Wetterschiessens im Wetterwehrgelände am rechten Zürichseeufer für das Jahr 1903», S. 3.

147 Siehe Hann 1901, S. 692.

148 Siehe den Beschrieb der Untersuchung in der *Meteorologischen Zeitschrift*: Pernter/Trabert 1900.

149 Siehe den vom Genossenschaftsvorstand verfassten Bericht über die Tätigkeit im Jahr 1902 zuhanden der Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich vom 22. 12. 1902 (StAZH, O 20.1.2).

tistische Tests konzipiert. Dabei bezog man Vergleichswerte entweder aus der Zeit vor Beginn des Schiessens oder aus anliegenden Gebieten. Allerdings war es mit beiden Methoden schwierig, eindeutig festzustellen, ob das Beschiessen von Wolken einen Effekt hatte. Einerseits fehlte es an langjährigen Hagelbeobachtungen, andererseits waren die geografischen Bedingungen der verglichenen Gebiete nie identisch. Grundsätzlich stellten sich die Wissenschaftler darauf ein, dass die Hypothese einer Beeinflussbarkeit der Hagelbildung erst nach längerer Zeit umfassend geklärt sein würde. Diese abwartend-kritische Haltung hatte auch die Funktion einer wissenschaftlichen Grenzziehung, was besonders bei Josef Maria Pernter sichtbar wird: Er betonte, Wissenschaftler würden ein exakt begründbares Urteil anstreben, viele «praktische» Wetterschiesser hingegen «nur oberflächlich und dem Scheine nach» urteilen.¹⁵⁰ Nach Ansicht Pernters waren die internationalen Wetterschiesskongresse keine eigentlichen wissenschaftlichen Diskussionsorte. Am Kongress in Padua, dem im Herbst 1900 mehr als 1000 Teilnehmer beiwohnten, kämpfte er vergeblich gegen die Resolution, dass die Wirksamkeit des Wetterschiessens «unwiderleglich erwiesen» sei.¹⁵¹ Um eine «ruhige wissenschaftliche Beratung» zu ermöglichen, organisierte Pernter eine «internationale Experten-Konferenz», die er als Alternative zu den frei zugänglichen Kongressen ankündigte.¹⁵²

Diese 1902 in Graz stattfindende Expertenkonferenz markierte einen Wendepunkt in der fachmeteorologischen Verhandlung der Hagelschiessfrage. Das Resultat der Beratungen fasste Pernter folgendermassen zusammen: Die Wirksamkeit des Schiessens sei nicht nur als «zweifelhaft», sondern als «höchst zweifelhaft, ja unwahrscheinlich» zu betrachten.¹⁵³ Damit bezog erstmals eine grössere Gruppe von Meteorologen Position gegen die seit 1896 praktizierte Hagelabwehrmethode. Als Hauptreferenz dienten zwei italienische Gelehrte, die mehrjährige Beobachtungen aus verschiedenen Versuchsfeldern ausgewertet hatten.¹⁵⁴ Wirklich bewiesen war die Unwirksamkeit damit nicht, die versammelten Wissenschaftler hielten es aber für sinnlos, weiter in die Hypothese eines ihnen zufolge unwahrscheinlichen Effekts des Hagelschiessens zu investieren. Allerdings hielten sie einen sofortigen Abbruch laufender Schiessversuche für unklug. Vielmehr empfahlen sie deren Weiterführung, um zu einer endgültigen, «von niemandem anzweifelbaren Entscheidung» in der Hagelschiessfrage

150 *Bericht über die internationale Experten-Conferenz 1902*, S. 152.

151 Suschnig 1900a, S. 5.

152 Zur Konferenz siehe *Bericht über die internationale Experten-Conferenz 1902*, insbesondere Pernters Vorwort, S. I–IV.

153 *Bericht über die internationale Experten-Conferenz 1902*, S. 153.

154 Siehe ebd.

zu gelangen.¹⁵⁵ Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt war in Graz zwar nicht vertreten, weil ihr Direktor Robert Billwiller aus Krankheitsgründen fernbleiben musste, aber sie nahm den Konferenzbericht positiv auf.¹⁵⁶ Die Zentralanstalt sah das Thema Hagelschiessen also spätestens nach der Grazer Konferenz von 1902 als erledigt an. Wann genau die Bundesinstitution nach ihrem positiven Gutachten von 1899 diesen Meinungswechsel vollzogen hatte, lässt sich nicht mehr rekonstruieren. Es ist aber wahrscheinlich, dass die spätestens ab 1902 vertretene ablehnende Haltung der Zentralanstalt für die Position des Bundesrats massgeblich war. Dieser wies ein Gesuch der Zürcher Behörden, die «Wetterwehr am rechten Seeufer» ebenfalls zu unterstützen, mit der Begründung zurück, man könne sich vom Hagelschiessen keinerlei Erfolg versprechen.¹⁵⁷ Die kantonalen Beiträge an die «Wetterwehr am rechten Seeufer» waren 1901 für fünf Jahre bewilligt worden. Vor der Schiesssaison 1906 musste der Zürcher Regierungsrat deshalb entscheiden, ob er die Anlage weiterhin subventionieren wollte oder nicht. Massgeblich dafür war das Gutachten von Johannes Girsberger. Als Aktuar der kantonalen Hagelwehrrkommission berichtete er der Regierung jährlich über das Hagelschiessen, wobei er auf Angaben der Wetterwehrgenossenschaft sowie der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt und der Schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft zurückgriff. In diesen Berichten positionierte sich Girsberger weder für noch gegen den Einsatz von Kanonen. 1905 hielt er fest, dass die bisherigen Erfahrungen im Versuchsrayon noch nicht zu einem «definitiven Resultat» berechtigen würden.¹⁵⁸ Doch im Frühjahr 1906, als die Wetterwehrgenossenschaft eine Verlängerung beantragte, sprach sich Girsberger dann plötzlich deutlich gegen das Hagelschiessen aus. Auch bei ihm lassen sich die Gründe für den Meinungswechsel – zuerst eine Befürwortung der empirischen Überprüfung, jetzt eine Ablehnung deren Fortsetzung – aus den überlieferten Quellen nicht im Detail erschliessen. In seinem Gutachten an die Regierung schrieb Girsberger lediglich, die Versuchsphase sei nun lang genug, um den dokumentierten Fällen eine statistische Beweiskraft zuzuerkennen. In Anbetracht zahlreicher Misserfolge sei er zur Überzeugung gelangt, dass der Einsatz von Kanonen keinen Schutz vor Hagel biete.¹⁵⁹

155 Ebd.

156 Siehe die Darstellung der Zentralanstalt in *Bericht des Bundesrates* 1903, S. 708.

157 Der Bundesrat erklärte, er verspreche sich von dieser Abwehrmethode «keinen irgendwennennenswerten Erfolg». Bundesrat an Regierung des Kantons Zürich, 6. 3. 1903 (StAZH, O 20.1.2). Ob der Bundesrat bei diesem Entscheid von der Meteorologischen Zentralanstalt beraten wurde, ist aus den archivierten Akten nicht ersichtlich.

158 Girsberger 1905, S. 18.

159 Siehe Schreiben Girsberger an die Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich, 25. 4. 1906 (StAZH, O 20.2.2).

Diese Aussage hatte zur Folge, dass die Regierung die Subventionierung nicht verlängerte.¹⁶⁰

Mit dem ablehnenden Gutachten drehte Girsberger seine frühere Position um 180 Grad. 1901 hatten er und Stahel der Kantonsregierung das Hagelschiessen als «sichern Schutz gegen die vernichtende Gewalt des Hagels» empfohlen.¹⁶¹ Fünf Jahre später bekundete Girsberger das Gegenteil. Entscheidend für seinen Meinungswechsel war nicht nur der Zürcher Versuchsrayon, sondern auch die amtlichen Schiessgebiete in Österreich und Italien. Dort stellten die Regierungen bereits 1904 die Subventionierung ein, nachdem sich trotz des Schiessens wiederholt Hagelschläge ereignet hatten.¹⁶² Die Ergebnisse der zürcherischen, österreichischen und italienischen Versuche zusammen bewertete Girsberger als ausreichende Grundlage, um das Hagelschiessen als wirkungslos zu bezeichnen. Anders sah es der Vorstand der Wetterwehrgenossenschaft, der die Kanonenschüsse nach wie vor für effizient hielt.¹⁶³ Wenn Schadensfälle eintraten, obwohl geschossen wurde, interpretierte er dies nicht automatisch als Misserfolg. Nachdem zum Beispiel im August 1902 auch im Wetterwehrgbiet Hagel gefallen war und an einigen Stellen die Hälfte der Ernte vernichtet hatte, fand der Genossenschaftsvorstand, die Schadensberichte würden «ungebührlich aufgebauscht».¹⁶⁴ So wolle man nur das Hagelschiessen diskreditieren. In Wahrheit habe die Wetterwehr Schlimmeres, also ein weit schadensreicheres Ereignis, verhindern können.

Das Vertrauen der Bevölkerung in den sechs beteiligten Gemeinden schwand aber, je länger das Schiessen praktiziert wurde. 1901 hatten die Initiatoren die Stimmberechtigten an den Gemeindeversammlungen davon überzeugt, dass die Abwehrmethode in ihrer Region, wo die hagelempfindliche Weinrebe die häufigste Kulturpflanze war, eine grosse Investition wert sei. Fünf Jahre später sah ein Teil der Bevölkerung die Hoffnungen, die das Hagelschiessen geweckt hatte, enttäuscht, andere hielten eine positive Wirkung nach wie vor für sicher oder zumindest wahrscheinlich.¹⁶⁵ Als der Kanton 1906 seine Unterstützung einstellte, stiegen Meilen und Männedorf aus.¹⁶⁶ Die restlichen vier Gemeinden

160 Siehe Schreiben Wetterwehrgenossenschaft an Regierungsrat, 10. 3. 1906; Antrag der Direktion der Volkswirtschaft des Kantons Zürich an den Regierungsrath, 30. 4. 1906; «Aus dem Protokoll des Regierungsrates», 3. 5. 1906 (alle in StAZH, O 20.2.2).

161 Stahel/Girsberger 1901, S. 25.

162 Siehe dazu Pernter 1907, S. 98.

163 Siehe Schreiben Wetterwehrgenossenschaft an Regierungsrat, 10. 3. 1906 (StAZH, O 20.2.2).

164 Siehe den vom Genossenschaftsvorstand verfassten Bericht über die Tätigkeit im Jahr 1902 zuhanden der Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich vom 22. 12. 1902 (StAZH, O 20.1.2).

165 Siehe die Einschätzung der Stimmungslage in Schreiben Girsberger an die Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich, 25. 4. 1906 (StAZH, O 20.2.2).

166 Siehe den Hinweis in der Presse: *Essais décevants* 1906.

setzten den Schiessbetrieb ohne Subventionen fort. Jedoch führte die Kombination aus hohen Kosten, zunehmend bezweifelter Wirksamkeit sowie fehlender staatlicher und wissenschaftlicher Anerkennung dazu, dass das Hagelschiessen auch dort immer mehr an Rückhalt verlor. 1908 löste sich die Wetterwehrgenossenschaft schliesslich auf. Ihre nutzlos gewordenen Kanonen versuchten die Gemeinden zu verkaufen. Einige wurden zu Alarmgeschützen oder später zu 1.-August-Böllern umfunktioniert, andere wurden zu Museumsstücken.¹⁶⁷ Das schweizerische Landesmuseum beispielsweise erhielt 1909 vom Gemeinderat Erlenbach eine Hagelkanone geschenkt, die heute auf Schloss Prangins steht.¹⁶⁸ Wie die «Wetterwehr am rechten Seeufer» stellten auch die meisten anderen Schiessgebiete ihren Betrieb ein. 1907 verkündete Pernter, das «Ende des Wetterschiessens» sei für «alle wissenschaftlichen Kreise, aber auch für alle objektiv denkenden Personen unter den Landwirten» besiegelt.¹⁶⁹ Doch die Abwehr mit Kanonen verschwand nicht komplett. Das Hagelschiessen hielt sich zum Beispiel in den Weinbergen des Lavaux. 1918 schrieb Paul-Louis Mercanton, Professor in Lausanne, darüber einen Artikel in der wissenschaftlichen Zeitschrift *Archives des sciences physiques et naturelles*.¹⁷⁰ Er führte eine Statistik des kantonalen Landwirtschaftsdepartements an, wonach im kanonenbewehrten Gebiet die Hagelschäden seit Beginn des Schiessens abgenommen hatten.¹⁷¹ Mercanton meinte, auch nach 15 Jahren könne nicht abschliessend über die Wirksamkeit des Schiessens geurteilt werden.¹⁷² Damit widersprach er Pernter, der die Wirksamkeitsfrage 1907 für erledigt erklärt hatte. Die Argumentation von Mercanton, der Mitglied der Eidgenössischen Meteorologischen Kommission war und später Direktor der Meteorologischen Zentralanstalt wurde, führt vor Augen, dass die Wetterbeeinflussungsversuche zwar wissenschaftlich marginalisiert, aber nicht vollständig delegitimiert waren.¹⁷³ In den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts wurden die Verfahren weiterentwickelt, insbesondere der Einsatz von Raketen, die eine Detonation direkt in den Wolken ermöglichen sollten.¹⁷⁴ Ab den 1950er-Jahren avancierte die Hagelabwehr dann zu einem prominenten Thema, auch innerhalb der Wissenschaft.¹⁷⁵ Diesmal versuchte man den Hagelbildungs-

167 Siehe Altwegg 1980, S. 87; Altwegg 1981, S. 14.

168 Zur Schenkung siehe *Schweizerisches Landesmuseum* 1910, S. 3; 2002.

169 Pernter 1907, S. 102.

170 Mercanton 1918.

171 Siehe ebd., S. 440–442.

172 Ebd., S. 443.

173 Mercanton leitete die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt 1934–1941.

174 Zu den Raketen siehe Baker 2012.

175 Siehe dazu das Dissertationsprojekt «Talking about the Weather: Meteorologie, Wetter- und Klimadiskurs im Kalten Krieg, 1945–1990» von Manuel Kaiser (Universität Zürich).

prozess nicht mechanisch mit Luftwirbeln, sondern in Form einer «Wolkenimpfung» mit Silberjodid chemisch zu beeinflussen.

Die Art und Weise, wie um die Jahrhundertwende 1900 die Kontrollierbarkeit des Hagelphänomens verhandelt wurde, zeigt, dass die gesellschaftliche Validierung von Verfahren im Umgang mit der Naturgewalt Wetter wesentlich davon abhängig war, wer sich als Experte Gehör verschaffen konnte. Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt hatte kein Monopol auf Expertisen in Sachen Wetter. Wie zuvor erwähnt, liess beispielsweise die Zürcher Regierung nicht die in der Kantonshauptstadt ansässige Bundesinstitution, sondern den kantonalen Kulturingenieur und einen Munitionsfabrikanten einen Bericht über das Hagelschiessen erstellen. Die meteorologische Fachgemeinschaft prägte die Wahrnehmung in Öffentlichkeit und Politik vor allem dadurch, dass sie die Abwehrmethode weitgehend aus der wissenschaftlichen Diskussion verdrängte und damit ihre Legitimation schwächte. Stillgelegt wurden die meisten Schiessanlagen aber nicht allein wegen ihrer wissenschaftlichen Beurteilung, sondern weil die Beteiligten die Kanonen nicht mehr als verlässlichen Schutz bewerteten. Im Unterschied zur Gefahrenanalyse, wie sie sich innerhalb der Zentralanstalt und auch der Schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft institutionalisierte, setzte sich das Hagelschiessen nicht als breit anerkannte Bewältigungsform durch. Letztlich etablierte sich also der versicherungsmässige Umgang mit der Naturgefahr Hagel. Der schweizerische Bundesstaat wirkte auf diese Entwicklung ein, indem er das Versicherungswesen subventionierte und den statistischen Tatsachenblick auf das Naturphänomen zu seiner Dienstleistung machte. Die Erwartung praktischer Nutzbarkeit, die für das Zustandekommen der landesweiten Gewitter- und Hagelbeobachtung zentral gewesen war, konnte die Meteorologische Zentralanstalt aufrechterhalten, auch wenn sie diese Erwartung nur in beschränktem Masse erfüllte. Ihr gelang es, die Datenerhebung langfristig zu verstetigen.

Schlusswort

Am Beginn dieser Studie stand die Frage nach dem Verhältnis von Wissenschaft, Staat und Nation. Ihre Konstellationen im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert wurden anhand der Institutionalisierung der Wetterbeobachtung und Wetterforschung in der Schweiz untersucht. Der Fokus der Analyse lag damit auf einer Entwicklung, die mit der Gründung einer meteorologischen Kommission innerhalb der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft begann und an deren Ende eine etablierte Bundesinstitution mit festem Zuständigkeitsbereich stand. Am Beispiel dieses Prozesses konnte gezeigt werden, dass in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ein neues Kooperationsverhältnis zwischen den Naturwissenschaften und dem schweizerischen Bundesstaat entstand. Im Aufbau der 1863 gegründeten und 1881 verstaatlichten Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt verdeutlicht sich das bestimmende Merkmal dieser Beziehung: das Vereinbarmachen wissenschaftlicher, staatlicher und nationaler Interessenlagen. Aus deren Synchronisierung bezog die Zentralanstalt ihre Dynamik. Ein Spezifikum im Vergleich zu gleichzeitigen Entwicklungen anderenorts stellt die zentrale Rolle der nationalen Wissenschaftlervereinigung dar. Die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft betrieb die Institution mit finanzieller Unterstützung des Bundes 17 Jahre lang, bis diese als «amtliches ständiges Bureau» in die Verwaltung integriert wurde.¹ Auch in anderen Bereichen, etwa der Hydrometrie, schuf die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft die Grundlagen für spätere bundesstaatliche Dienstleistungen. Die Fallstudie zur Meteorologie kann deshalb als repräsentativ für dieses übergeordnete historische Phänomen gelten.

Die meteorologische Erschliessung des nationalen Territoriums war eines der ersten Projekte, für die die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft eine Kooperation mit dem Bundesstaat einging. Die als Koordinationsstelle des Beobachtungsnetzes eingesetzte Meteorologische Zentralanstalt etablierte sich als Einrichtung von öffentlicher Bedeutung, weil sie für ihr Sammeln und Analysieren von Daten eine Relevanz sowohl für die wissenschaftliche Forschung als auch für bundesstaatliche Ziele glaubhaft machen konnte. Die Gründer des

¹ *Bundesbeschluss* 1881, S. 22.

meteorologischen Beobachtungsnetzes sahen dessen wissenschaftlichen Nutzen darin, einen Grundstock an vergleichbaren Daten bereitzustellen. Mit einer staatlichen Finanzierung hofften sie die zwei grossen Herausforderungen von Erhebungen – Einheitlichkeit und Kontinuität – bewältigen zu können. Ihre bundesstaatliche Übernahme bewertete die Zentralanstalt nicht als eine Indienstnahme für politische Ziele, sondern als eine Absicherung für «alle Zeiten».²

Praxisbezug und Wissenschaftsbezug

Um die bundesstaatliche Finanzierung zu legitimieren, war die Betonung praktischer Nützlichkeit zentral. Bezüge auf die «Wohlfahrt des Landes», auf die «praktischen öffentlichen Interessen» oder die Rede von der Meteorologie als «Landesbedürfniss» finden sich sehr häufig in den Argumentationen des Bundesrats und in den Texten der Zentralanstalt selbst.³ In der Meteorologie gab es den Anspruch auf Praxisrelevanz indes schon länger. Das heisst, der Diskurs über die Anwendbarkeit meteorologischen Wissens setzte nicht erst mit der staatlichen Involvierung ein, gewann aber dadurch an Bedeutung. So konnte Robert Billwiller eine Stärkung der «praktischen Meteorologie» innerhalb der Zentralanstalt durchsetzen, weil ihn der Bundesrat dabei unterstützte. Nachdem die Zentralanstalt zunächst einzig mit der Sammlung und Publikation der Resultate aus ihrem Beobachtungsnetz betraut gewesen war, führte sie 1880 tägliche Wetterberichte ein, was den Ausschlag für ihre Reorganisation zu einem Staatsinstitut gab. Die in den Wetterberichten enthaltenen Prognosen für die nächsten 24 Stunden sollten in erster Linie der Landwirtschaft dienen. Doch mit diesem Nützlichkeitspostulat ging die Zentralanstalt – und mit ihr der Bundesstaat – ein Risiko ein. Die Zentralanstalt sah sich sowohl der Kritik ausgesetzt, ihre Prognosen seien zu wenig wissenschaftlich, als auch dem Vorwurf, sie seien zu ungenau und wenig verlässlich. Ihre Leistungen wurden in der Öffentlichkeit von nun an vor allem an den Wetterprognosen gemessen, was problematisch war, wenn diese nicht den praktischen Bedürfnissen entsprachen. Auch bei den Klimadaten erwies es sich als schwierig, das Nützlichkeitsversprechen einzulösen. Allerdings erreichte die Zentralanstalt mit neuen Erhebungsprogrammen oder Verweisen auf zukünftige Anwendungsmöglichkeiten, dass ihr weiterhin und sogar in verstärktem Masse das Vermögen zugeschrieben wurde, praktisch nutzbares Wissen zu produzieren.

² Wolf 1891b, S. 25.

³ Mousson 1864, S. 196; *Botschaft des Bundesrathes* 1880, S. 391; Wolf 1891b, S. 25.

Neben dem starken Praxisbezug orientierte sich die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt auch an den Idealen wissenschaftlicher Forschung. Sie betonte stets die wissenschaftliche Bedeutung der von ihr bereitgestellten Daten. Ihr separates Regenmessnetz beispielsweise sollte nicht nur für die landwirtschaftliche Anbauplanung, den Hochwasserschutz und die Wasserkraftnutzung relevante Daten bereitstellen, sondern auch für Forschungsarbeiten. Bei ihren Untersuchungen zum Hagelphänomen in Form von Karten und Häufigkeitsstatistiken zeigt sich diese doppelte Bezugnahme deutlich. Daraus ergab sich eine Ambivalenz zwischen Praxisnähe und Wissenschaftlichkeit sowie zwischen Anschluss und Abgrenzung gegenüber Akteuren wie dem Aargauer Oberförster Hans Riniker, der mit Aufforstungen die Hagelgefahr verringern wollte. Zudem waren die Grenzen, die die Zentralanstalt zwischen wissenschaftlich und unwissenschaftlich zog, nicht stabil. Teils weitete sie diese aus, indem sie zum Beispiel mit den Prognosen ein Verfahren einführte, das dem Massstab strenger Wissenschaftlichkeit nicht entsprach und innerhalb der Meteorologie umstritten war. Teils zog sie die Grenzen enger, um konkurrierende Verfahren zu diskreditieren. Beim Aufbau und der Konsolidierung ihrer Tätigkeiten musste die Zentralanstalt immer wieder ihren Anspruch auf Wissenschaftlichkeit einerseits und eine breite gesellschaftliche Anschlussfähigkeit andererseits ausbalancieren, um beidem gerecht zu werden.

Wie versuchte die Zentralanstalt, zum Aufbau der Meteorologie beizutragen? Ihre Rolle bestand diesbezüglich vor allem darin, eine verbesserte Datengrundlage zu schaffen. Sie versuchte, für die «noch junge Wissenschaft» vielfältig verwertbare Daten zu liefern.⁴ Zusätzlich zu langjährigen Messreihen sollten insbesondere ihre Beobachtungen in höheren Luftschichten der Forschung dienen. In solchen Spezialbeobachtungen manifestierte sich die langsame Verschiebung des meteorologischen Interessenschwerpunkts von geografisch-statistischen auf physikalische Fragen. Inwiefern staatliche meteorologische Einrichtungen neben ihrer «mechanischen Arbeit»⁵ – also der statistischen Aufbereitung von Beobachtungsergebnissen – eine eigene Forschungstätigkeit entwickeln konnten, war eine Frage der Ressourcen. Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt war stark mit dem laufenden Dienst beschäftigt, sodass ihren Mitarbeitern nur wenig Zeit für zusätzliche Projekte blieb, wie beispielsweise die Erforschung des Föhnphänomens unter Einsatz von kleinen Ballonen. Eine Institutionalisierung der Wetterforschung an der Zentralanstalt fand im Zeitraum bis 1914 nur in beschränktem Rahmen statt, auch wenn die «Förderung der theoretischen Meteorologie und Klimatologie» ab 1901 zu ihrem gesetzlichen Auftrag gehör-

4 Wolf/Billwiler 1880, S. 406.

5 Wild 1875, S. 63.

te.⁶ Die Angestellten der Zentralanstalt betrieben oft in ihrer Freizeit Forschung, wobei keine klaren Grenzen zwischen amtlich und privat gezogen werden können. Zudem wurden Spezialuntersuchungen, etwa solche zum Einfluss meteorologischer Faktoren auf das Gletscherverhalten, von Vereinen unternommen oder unterstützt.

Internationalisierung, Staatsentwicklung und Nationsbildung

Die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt war mit dem Ziel gegründet worden, die Wetterbeobachtung auf nationaler Ebene zu vereinheitlichen. Eine Standardisierung wurde auch auf internationaler Ebene angestrebt. Motor dafür war wie in anderen Wissenschaftszweigen der universalistische Anspruch der Meteorologie. In den 1870er-Jahren fanden zwei Kongresse mit offiziellen Regierungsvertretern statt, die zahlreiche Beschlüsse fassten und ein Internationales Komitee mit der Ausarbeitung weiterer Empfehlungen beauftragten. Über diese berieten und entschieden dann ab 1891 die Direktoren meteorologischer Beobachtungsnetze, die sich regelmässig zu geschlossenen Konferenzen trafen und auch Kommissionen für bestimmte Sachbereiche einsetzten. Diese internationalen Direktorenkonferenzen stärkten die Position der Zentralanstalten auf nationaler Ebene, indem die internationalen Verhandlungen über sie und nicht andere Fachvertreter liefen. Somit prägten sich die Konsolidierung nationaler Institutionen und der Aufbau internationaler Strukturen gegenseitig. Das Fallbeispiel der Meteorologie bestätigt deshalb die These einer engen Verflechtung von Nationalisierung und Internationalisierung in der Moderne.

Die Erwartung, durch internationale Absprachen einheitliche Beobachtungsdaten zu erhalten, erfüllte sich nur teilweise. Formell waren die internationalen Beschlüsse nur Vorschläge, die von den nationalen Institutionen entweder umgesetzt oder aber ignoriert wurden. Die Meteorologiebehörden arbeiteten aber für ihre telegrafiegestützten Prognosen eng zusammen. Um mithilfe der synoptischen Methode Vorhersagen zur Wetterentwicklung innerhalb ihrer politischen Grenzen anstellen zu können, waren sie auf einen verlässlichen Datenaustausch angewiesen. Dieser funktionierte im Fall der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt gut, bis der Erste Weltkrieg ausbrach. Besonders das Ausbleiben der Telegramme aus Paris ab Januar 1915 machte es schwierig, den Prognosedienst aufrechtzuerhalten.⁷ Durch den Ersten Weltkrieg wurde zudem die Arbeit diverser internationaler wissenschaftlicher Kommissionen un-

6 *Bundesgesetz* 1901, S. 896.

7 Siehe Schreiben Maurer an EDI, 28. 12. 1918 (BAR, E88 1000/1167, 119).

terbrochen, auch derjenigen zur Beobachtung von Gletschern oder zur Koordination von Ballonaufstiegen.

Der Krieg führte weiter zu einem Spardruck innerhalb der Bundesverwaltung, der sich auch auf die Meteorologische Zentralanstalt auswirkte. Grundsätzlich infrage gestellt wurde deren Finanzierung jedoch nicht. Bei Bundesrat und Parlament herrschte Konsens darüber, dass die Tätigkeiten der Meteorologischen Zentralanstalt für Verwaltung, Wissenschaft und Privatwirtschaft eine notwendige Staatsaufgabe darstellten. Die Zuständigkeiten der Zentralanstalt hatten sich also bis zu diesem, die Untersuchung eingrenzenden Zeitpunkt gefestigt und blieben auch nachfolgend stabil. Ihre Daten dienten sowohl kantonalen als auch bundesstaatlichen Behörden als Grundlage, um Umwelteingriffe wie Gewässerkorrekturen zu planen oder deren Folgen abzuschätzen. In diesem Sinne trug die Zentralanstalt zur Verwissenschaftlichung der Verwaltung und zum Ausbau der Staatstätigkeit bei – nicht nur auf bundesstaatlicher, sondern gerade auch auf kantonaler Ebene. In erster Linie argumentierten die Meteorologische Kommission, die Zentralanstalt und der Bundesrat aber nicht mit einem Nutzen für Staat und Verwaltung, sondern für verschiedenste Wirtschaftszweige. Der öffentliche Charakter der Zentralanstalt wurde vor allem mit einer privatwirtschaftlichen Relevanz legitimiert. Dies wiederum stärkte das Bild eines modernen Bundesstaats, der als koordinierende Instanz wirtschaftliche Aktivitäten und damit die Wohlfahrt des Landes förderte.

Ausserdem stellte die Zentralanstalt den Bundesstaat als eine Instanz dar, die praktische und wissenschaftliche Bedürfnisse gleichermaßen berücksichtigte, was als Teil ihrer Selbstpositionierung als Dienstleisterin für Praxis und Wissenschaft zu verstehen ist. Unmittelbar vor der Verstaatlichung 1881 schrieb die Leitung der Zentralanstalt sogar, der Staat «allein» könne «für die wissenschaftlichen wie für die praktischen Interessen, die sich an die meteorologischen Beobachtungen knüpfen, in gleicher Weise Sorge tragen».⁸ Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass Erwartungshaltungen – also antizipierte Verwertungsmöglichkeiten – eine grosse Wirkmächtigkeit entfalteten. Eine wichtige Rolle spielten dabei Zukunftsverlagerungen. Dies gilt sowohl für praktische wie auch wissenschaftliche Potenziale. Indem die Zentralanstalt den «wahren Nutzen» ihrer Beobachtungsprogramme in die Zukunft verlagerte, unterstrich sie die Notwendigkeit einer Kontinuität.⁹ Eine identische Argumentationsweise zeigt sich bei den Gletscherbeobachtungen, kulminiert in François-Alphonse Forels Ausspruch «préparions ensemble à nos successeurs des matériaux».¹⁰

8 Wolf/Billwiler 1880, S. 402.

9 Maurer 1914a, S. 26.

10 Forel 1887–1888 (1888), S. 265.

Zudem relativierten solche Zukunftsverlagerungen die Schwierigkeiten, den aktuellen Bedürfnissen von Land- oder Forstwirten auch tatsächlich zu entsprechen. Die starke Ausrichtung der Meteorologie auf die Zukunft verschränkte sich mit einem Zukunftsvertrauen in den jungen Bundesstaat: Indem die Verstaatlichung der Meteorologischen Zentralanstalt als Absicherung für «alle Zeiten» beschrieben wurde, wurde nicht nur die Wetterbeobachtung zu einer zeitlich unbeschränkten Aufgabe erklärt, sondern auch der eben erst etablierte Bundesstaat als ewige Einrichtung dargestellt.

Bei der Wirkung des schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetzes auf die Nationsbildung lassen sich zwei Dimensionen unterscheiden. Erstens vollzog sich die Erhebung durch eine Partizipation des wissenschaftsaffinen Bürgertums in verschiedenen Landesteilen, was einen nationalen Konsens symbolisierte und deshalb als Integrationsfaktor für eine vielfältige Nation wirkte. Die Beobachter arbeiteten im Messnetz als Schweizer Bürger zusammen und waren miteinander verbunden, auch wenn sie in der Regel keinen direkten Kontakt untereinander hatten. In der stark auf privater Initiative aufbauenden Organisation schweizweiter Wetterbeobachtungen sah die Meteorologische Kommission eine Verwirklichung «republikanischen Lebens», die sie als Eigenheit der Schweiz darstellte.¹¹ Als der Bundesstaat das Beobachtungsnetz übernahm, betonte die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, dadurch werde das «Ineinandergreifen und Zusammenwirken der staatlichen Organe und der freiwilligen Privatleistungen» nicht aufgehoben.¹² Auch bei der Rhonegletschervermessung findet sich dieser Appell an eine als typisch schweizerisch bezeichnete Verbindung von Behörden und Privaten.

Eine nationsbildende Wirkung entfaltete die bundesstaatlich finanzierte Meteorologie zweitens auf der Ebene der Repräsentation. Die Klimabeschreibung der Schweiz vermittelte das Bild eines zusammengehörenden nationalen Naturraums, und der Forschungsschwerpunkt Alpen förderte die Wahrnehmung der Schweiz als Gebirgsland. Zudem präsentierten die täglichen Wetterberichte eine nationale Lagebesprechung. Jedoch war die Nation eine brüchige und keineswegs ausschliessliche Darstellungsform. In den Wetterberichten beispielsweise wurde zwar das aktuelle Wetter der Schweiz beschrieben, die beigegebene Karte war aber eine europäische. Die Zentralanstalt stellte den Naturraum der Schweiz nie homogen dar. Vielmehr unterstrich sie die Verschiedenheit der «klimatischen Bezirke», was an die nationalideologische Rhetorik der sprachlichen und kulturellen Vielfalt als schweizerische Eigenheit anschlussfähig war.

¹¹ Mousson 1864, S. 197.

¹² Hagenbach-Bischoff 1881, S. 110.

Ein transformiertes Wissensfeld

Auch hinsichtlich der meteorologischen Forschungspraxis ist auf die Brüchigkeit der neu entstandenen nationalen Perspektive zu verweisen. Wetterphänomene schienen innerhalb der Grenzen einzelner Nationalstaaten nicht fassbar und wurden deshalb oft weiträumig erforscht. Zudem intensivierte sich in der Zeit von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zum Ausbruch des Ersten Weltkriegs die grenzübergreifende Zusammenarbeit. Deren Akteure waren nun allerdings in der Regel national markiert, indem sie zum Beispiel als offizielle Vertreter ihrer Regierungen an internationale Kongresse reisten oder gemeinsame Projekte als Zusammenspiel «nationaler Wissenschaften» konzipierten. Im meteorologisch-klimatologischen Wissensfeld war die Datenproduktion am stärksten vom Prozess der Nationsbildung betroffen, der nahezu alle gesellschaftlichen Bereiche berührte. Anhand der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt liess sich beobachten, wie nationale, staatlich finanzierte Institutionen als Agenten der Standardisierung wirkten. Sie vereinheitlichten die meteorologischen Beobachtungen innerhalb nationaler Räume weitgehend, auch wenn sie bei der Durchsetzung von Vorschriften gegenüber grösstenteils ehrenamtlichen Beobachtern auf Schwierigkeiten stiessen. Nationale Vergleichbarkeit galt im 19. Jahrhundert als grosse Errungenschaft. Julius Maurer, von 1905 bis 1934 Direktor der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, setzte die Erkenntnisgewinne der Meteorologie in direkte Beziehung zur nationalen Institutionalisierung. Ohne eine zentralisierte Koordination der Stationen hätten die früheren meteorologischen Beobachtungen in der Schweiz nur zu spärlichen Resultaten geführt.¹³ Der «große Aufschwung» der Meteorologie in neuerer Zeit sei damit zu erklären, dass an die Stelle der «früheren Planlosigkeit im Beobachten» nun «Methode und übereinstimmende Grundsätze» getreten seien.¹⁴ Maurers Zitat verdeutlicht, dass sich die Meteorologie ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts stark über Standards definierte. Wer nicht nach den in seinem Staat gültigen Vorgaben beobachtete, konnte keine wissenschaftlich relevanten Resultate erzeugen. Gleichzeitig war Einheitlichkeit im Beobachten ein Projekt: Die Standardisierung war mit der Inbetriebnahme der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt 1863 nicht abgeschlossen, sondern setzte sich als Prozess dauernd fort. Das Beobachtungsnetz als zentralisierte Struktur kämpfte gewissermassen mit seinen nicht vollständig kontrollierbaren lokalen Enden. Besonders auf internationaler Ebene waren Standardisierungen schwieriger zu

13 Siehe Maurers Kommentare zu «älteren Beobachtungsreihen» in Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 18–22.

14 Maurer/Billwiller/Hess 1909, S. 18.

erzielen, zumal dafür Anpassungen in bestehenden Beobachtungsnetzen vorgenommen werden mussten. Durch die weitgehende nationale, aber vergleichsweise beschränkte internationale Standardisierung ergaben sich Probleme bei der Analyse von Räumen, die sich über staatliche Grenzen hinweg erstreckten. Das zeigt sich zum Beispiel bei der Erforschung des Alpenklimas. Wie in der Schweiz wurde auch in allen anderen zum Alpenraum gehörenden Staaten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine zentral koordinierte Datenerhebung organisiert. Rund 100 Jahre später bestand aber trotz internationaler Bemühungen keine vollständige Einheitlichkeit zwischen den Beobachtungsnetzen der verschiedenen Alpenländer. Ein Geograf, der sich Ende der 1960er-Jahre um eine gesamtalpine Klimatografie bemühte, hatte mit unterschiedlichen Beobachtungsterminen für Lufttemperatur- und Niederschlagsmessung, mit verschiedenen Messverfahren der Schneedecke und zwei Notierungsvarianten von Niederschlagsmengen zu kämpfen.¹⁵ Zudem konstatierte er abweichende Formeln zur Berechnung der Tagesmittel und unterschiedliche Methoden der Reduzierung auf eine Normalperiode. Das Prinzip, dass jeder Nationalstaat für die meteorologische Erschließung seines Territoriums sorgte, hatte also ein ambivalentes Ergebnis: Zum einen transformierte die nationale Institutionalisierung die Wetterbeobachtung in eine organisierte Aktivität und förderte damit deren Standardisierung, zum anderen schuf sie aus wissenschaftlicher Sicht künstliche Grenzen.

Die staatlich finanzierte und dadurch stabilisierte Datenproduktion wirkte stark auf die Meteorologie als eine im Aufbau befindliche Wissenschaft ein. Es entstanden sehr grosse Sammlungen an Beobachtungen, denen die Zentralanstalten das Potenzial zuschrieben, der wissenschaftlichen Forschung zu nützen. Im Teilbereich Klimatologie erfüllte sich diese Erwartung, indem vergleichbare und möglichst langjährige Beobachtungsserien zu einer wichtigen Grundlage wurden. Die Zentralanstalten funktionierten dabei als Garanten für Kontinuität und Stabilität. Jedoch bestand im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert ein Ungleichgewicht zwischen der Masse an gesammelten Daten und ihrer Verwertung zu wissenschaftlichen Zwecken. Zahlreiche Forscher hielten bezüglich ihrer Erkenntnisinteressen nicht primär die meteorologischen Beobachtungsnetze für fruchtbar, sondern eher Untersuchungen einzelner Prozesse oder die Datengewinnung in höheren Schichten der Atmosphäre. Obwohl die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt wandelnden Bedürfnissen der wissenschaftlichen Forschung mit zusätzlichen Erhebungen zu entsprechen versuchte, dominierten das 1863 eingerichtete Beobachtungsnetz, inklusive der später hin-

15 Fliri 1967–1969 (1970).

zukommenden Regenmessstationen, und der 1880 aufgenommene Prognosedienst ihren Betrieb.

Diese beiden Haupttätigkeiten waren das Resultat einer Synchronisierung von wissenschaftlichen, staatlichen und nationalen Interessen und entfalteten, einmal etabliert, eine Eigengesetzlichkeit. Somit war das Vereinbarmachen verschiedener Interessen nicht immer mit gleich hoher Intensität erforderlich. Die entscheidendsten Phasen waren die Jahre vor der Gründung der Zentralanstalt (1860–1863) und vor der Einführung von Wetterprognosen (1878–1881). Die Prognosedienste durch staatlich finanzierte meteorologische Einrichtungen bildeten neben national koordinierten Beobachtungen den massgeblichen Faktor für die Umwandlung des Wissensfelds. Die Prognosen erlangten eine wichtige Legitimierungsfunktion für Forschungsvorhaben, basierend auf dem Argument, dass es für bessere Vorhersagen ein theoretisches Fundament brauche. Die Einführung von Wettervorhersagen schwächte die theoretisch ausgerichtete Meteorologie nicht, sondern bot ihr eine Möglichkeit, ihre Relevanz zu steigern. Insbesondere bei der Erforschung der Vorgänge in höheren Luftschichten wurde in Aussicht gestellt, dass dies dem Aufbau der Meteorologie als Wissenschaft und damit letztlich auch dem Prognosedienst zugutekommen würde.

Schliesslich äusserte sich die Herausbildung meteorologischer Behörden in der Konstellation der Akteure. Das meteorologisch-klimatologische Wissensfeld durchlief in dieser Hinsicht eine fundamentale Transformation. Im Fall der Schweiz erlangte die 1863 gegründete Meteorologische Zentralanstalt innert weniger Jahre eine hegemoniale Position. Ihre zentralisierende Funktion führte dazu, dass Institutionen wie das Berner Observatorium, das früher neben eigenen meteorologischen Beobachtungen auch ein regionales Netz von Stationen koordiniert hatte, an Wichtigkeit einbüssten. Die Zentralanstalt in Zürich koordinierte nicht nur die Datenproduktion, sondern war durch die wissenschaftlichen Tätigkeiten von Robert Billwiller, dessen Sohn gleichen Namens, Julius Maurer und Alfred de Quervain auch ein Ort der Forschung. Der Zentralanstalt gelang es, sich als wissenschaftliche Einrichtung zu positionieren. Symbolkräftig war dabei, dass sie ab 1889 mit dem physikalischen Institut des Eidgenössischen Polytechnikums das Gebäude teilte und dadurch direkteren Anschluss an die akademische Forschung hatte. An den schweizerischen Hochschulen entstanden im Zeitraum bis 1914 allerdings keine Lehrstühle oder Institute für Meteorologie. Dementsprechend hing die akademische Beschäftigung mit meteorologischen und klimatologischen Fragen von den individuellen Schwerpunkten von Geografie- oder Physikprofessoren ab.

Akteure ausserhalb von Hochschulen und ausserhalb der Zentralanstalt wurden in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts weitgehend von der meteorologischen Fachdiskussion ausgeschlossen. Eine Ausnahme stellte Clemens Hess dar,

ein Frauenfelder Gymnasiallehrer, der die von der Zentralanstalt gesammelten Gewitterbeobachtungen auswertete und dafür wissenschaftliche Anerkennung fand. Hess war auch einer der Letzten, die auf kantonaler Ebene Beobachtungsstationen – in seinem Fall 25 Regenmessstationen im Kanton Thurgau – initiierten und koordinierten. Solche Zwischenhierarchien verschwanden in der Datenerhebung der Zentralanstalt bis um etwa 1900 vollständig. Die Arbeit der Beobachter und der wenigen Beobachterinnen auf den Stationen sah die Zentralanstalt als Hilfsdienst für die Wissenschaft, nicht als eigentliche Wissenschaftsbetätigung. Die Konzeption der Datenerhebung sowie die Kontrolle und Bearbeitung der Resultate lagen in den Händen der amtlichen Meteorologen auf der Zentralanstalt. Damit war die Beziehung zu den Beobachtern bürokratisch und hierarchisch geprägt, auch wenn ihre Partizipation als Ausdruck republikanischer Tradition idealisiert wurde.

Um diesen inneren Kreis an meteorologischen Wissensproduzenten gruppieren sich verschiedene Akteure, die ausgewählte Erhebungen unterstützten oder nach bestimmten Dienstleistungen verlangten. So entstanden zum Beispiel neue Beobachtungsstationen in Kurorten, wo Hoteliers und Ärzte ein besonderes Interesse an Klimadaten hatten. Partnerschaften entwickelte die Zentralanstalt unter anderem mit dem Statistischen Amt des Kantons Zürich oder dem eidgenössischen Oberforstinspektorat. In vielen Fällen wurden Bedürfnisse nicht explizit an die Zentralanstalt herangetragen. Vielmehr identifizierte die Zentralanstalt mögliche Nutzer und Partner, suchte also aktiv nach gesellschaftlichen Anschlussstellen und bildete Allianzen. So waren verschiedenste Akteure in die Erweiterung ihrer Tätigkeiten involviert. Die Entstehung des meteorologisch-klimatologischen Wissensbestands stellte folglich einen komplexen Prozess dar. Die Ergebnisse dieser Untersuchung relativieren den Eindruck einer kumulativ-linearen Annäherung an die Wahrheit, die von herausragenden Wissenschaftlern vorangetrieben wurde und bei der ein wachsender Datenbestand einen stetig wachsenden Kenntnisstand nach sich zog. Stattdessen konnte in Form einer Beziehungs- und Verflechtungsgeschichte gezeigt werden, wie grundlegend die Herstellung wissenschaftlichen Wissens in politische und gesellschaftliche Entwicklungen einbezogen war.

Die Geschichte der Meteorologie und Klimatologie in den Jahrzehnten um 1900 zeigt eindrücklich, wie eng das politische Projekt eines Nationalstaates und die Entstehung wissenschaftlich-staatlicher Einrichtungen verbunden waren. Mit dem Beginn organisierter meteorologischer Beobachtungen in der Schweiz kam ein Prozess in Gang, aus dem schliesslich eine gesetzlich abgesicherte Bundesinstitution mit einem breiten Aufgabenspektrum resultierte. Die erfolgreiche Standardisierung und Institutionalisierung lässt sich ebenso wie gescheiterte Projekte im Spannungsfeld zwischen Wissenschaftlichkeit und praktischer Anwendbar-

keit des Wissens verorten. Zudem tat sich ein zweites Spannungsfeld zwischen der nationalen und der internationalen Ebene auf. Zeitgenössische Akteure bewegten sich in diesen Spannungsfeldern und versuchten, sie für ihre Zwecke zu nutzen. In diesem Sinne wirkten seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert Wissenschaft und Nation, Meteorologie und Bundesstaat, Klima und Volk oder nationale und internationale Institutionen als Ressourcen füreinander. Unter diesen Bedingungen veränderte sich in der Phase 1860–1914 die Produktion von Wissen über Wetter und Klima grundlegend. Die damaligen Entwicklungen prägten die Datenerhebung, die Forschungspraxis und den gesellschaftlichen Umgang mit der Natur langfristig. Der Versuch, aus dem Wetter eine Gegebenheit zu machen, auf die man sich einstellen kann, ist bis heute ein zentrales Bemühen geblieben.

Quellenübersicht

Im Zentrum der Archivrecherchen für diese Studie standen die Bestände zur Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt sowie zur 1860 gegründeten und 1881 neu aufgestellten Meteorologischen Kommission.¹ Ein Grossteil dieser Materialien sind in den Pertinenzbestand E88 (Forschung) des Schweizerischen Bundesarchivs eingegangen. Die Serie «Meteorologie» dieses Bestands umfasst Unterlagen aus dem Zeitraum 1856–1929 und ist thematisch gegliedert: Ein erster Teil betrifft organisatorische und finanzielle Angelegenheiten der Zentralanstalt, wobei sich die Auswertung auf den Schriftverkehr des Eidgenössischen Departements des Innern mit der Zentralanstalt und der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft bis 1914 konzentrierte.² Ein zweiter Teil beinhaltet Sitzungsprotokolle und Korrespondenzen der Meteorologischen Kommission. Auch die Akten aus den Jahren, in denen die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft noch die Oberleitung innehatte, befinden sich darin.³ Die Korrespondenzen zwischen der Kommission, der Naturforschenden Gesellschaft, dem Departement des Innern und weiteren Behörden waren für die Untersuchung sehr ergiebig. Aus dem dritten Teil («Forschungstätigkeit») wurden Unterlagen zur Herausgabe einer Klimatologie der Schweiz, zum Prognosedienst, zu den Hagelbeobachtungen und zu Gutachten über eine Wettertheorie detailliert untersucht. Der vierte Teil der Serie bietet Einblick in die Organisation von Beobachtungsstationen. Davon nutzte diese Studie vor allem Materialien zum Säntisobservatorium und zu Niederschlagsmessungen. Die beiden übrigen Teile – zu internationalen Konferenzen und Erdbebenbeobachtungen – wurden ebenfalls durchgesehen. Einige Unterlagen, die die Meteorologische

- 1 1860 gründete die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft eine Meteorologische Kommission, die bis 1880 existierte. Sie wurde abgelöst von der «Eidgenössischen Meteorologischen Kommission», die dem Departement des Innern unterstand. Zwischen der alten und der neuen Kommission bestand eine grosse personelle Kontinuität.
- 2 Die Serie «Meteorologie» trägt die Signatur E88#4. Siehe die Liste der Archive und der jeweils konsultierten Dossiers in der Bibliografie.
- 3 Von der bis 1880 tätigen Meteorologischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft sind umfangreiche Korrespondenzen (Dossier BAR, E88 1000/1167, 95), jedoch nicht die Protokolle ihrer Sitzungen erhalten. Einzig das Protokoll vom 15. 8. 1878 ist in publizierter Form greifbar. Zudem wurden die Protokolle der «Conferenzen» vom 29. 11. 1879 und 28. 2. 1880 veröffentlicht, an denen die Meteorologische Kommission mit der Leitung der Naturforschenden Gesellschaft über die Reorganisation der Zentralanstalt beriet.

Kommission und die Zentralanstalt betreffen, wurden der Serie «Luftfahrt» zugeordnet, namentlich diejenigen, bei denen es um Ballonfahrten geht.⁴

Weiter befindet sich ein Teil der Protokolle der Eidgenössischen Meteorologischen Kommission nicht im Pertinenzbestand «Forschung», sondern in der Ablage des Sekretariats des Eidgenössischen Departements des Innern. Zudem liegen alle Originalbeobachtungen, die von der Meteorologischen Zentralanstalt archiviert wurden, als «Datensammlungen» und «klimahistorische Quellen» in einem separaten, ihrer eigenen Ablageordnung entsprechenden Provenienzbestand.⁵ Diese Bestände sind relevant, um Wetter und Klima als quantitative Gebilde zu thematisieren. Auch die den Sammlungen teilweise beigegebenen Briefe oder Notizen wurden für diese Studie genutzt.⁶

Wichtig für die Quellenrecherche war zudem das Archiv der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, das diese der Burgerbibliothek Bern als Depositum übergeben hat.⁷ Konsultiert wurden die Korrespondenzen des Zentralkomitees, insbesondere im Kontext der Übernahme der Zentralanstalt durch den Bund. Weiter wurden archivierte Dokumente zur Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft genutzt, um die Verflechtung von Meteorologie und Gletscherforschung zu untersuchen.⁸ Nicht alle Akten der Gletscherkommission sind jedoch im Archiv der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft enthalten. Auch in der Bibliothek der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich liegt ein Teil der Korrespondenzen, Protokolle und Berichte, die für den Zeitraum 1870–1914 ebenfalls systematisch ausgewertet wurden.⁹ Da zudem der Schweizerische Alpenclub, das Eidgenössische Oberforstinspektorat und die Physikalische Gesellschaft Zürich in Gletscherbeobachtungen involviert waren, sind auch ausgewählte Akten aus deren

4 Die Serie «Luftfahrt» ist ebenfalls Teil des Pertinenzbestands E88 Forschung (1849–1929).

5 Siehe im Bestand E10792* (Schweizerische meteorologische Zentralanstalt [1881–1979], 1570–2000) die Teilbestände E3180* (Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt: Datensammlungen und Dokumentationen [1880–2001], 1817–2012) und E3180-01* (Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt: Klimahistorische Quellen [1570–1957], 1570–1957).

6 Die Digitalisierung der Originalbeobachtungen («schwarze Bände») und ihre Übergabe vom Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz an das Bundesarchiv wurden 2014 abgeschlossen. Siehe den Teilbestand «E3180-01». Von diesem wurden hauptsächlich Akten zu Niederschlagsmessungen, einer Ballonfahrt über die Alpen und einer «Wettertheorie» ausgewertet.

7 Das Gesellschaftsarchiv unter der Signatur «GA SANW» umfasst 71 Laufmeter mit Dokumenten aus dem Zeitraum 1808–1914. Die Bezeichnung «SANW» bezieht sich auf den von 1988 bis 2005 verwendeten Namen «Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften». Heute nennt sich die Organisation «Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT».

8 Die Korrespondenz der Gletscherkommission bis 1916 ist unter der Signatur «GA SANW 642» abgelegt.

9 Das Archiv der Glaziologischen Kommission der SANW (früher SNG, heute SCNAT) in der Bibliothek der ETH trägt die Signatur «Hs 1460 GK».

Archive beigezogen worden, die sich in der Bürgerbibliothek Bern respektive dem Bundesarchiv und der Bibliothek der ETH befinden.¹⁰ Um Aspekte wie die Konsequenzen der nationalen Institutionalisierung für bestehende meteorologische Beobachtungsstationen oder die kontroverse Diskussion über Hagelbekämpfung zu erschliessen, wurden zudem Materialien aus den Staatsarchiven der Kantone Bern, Graubünden und Zürich in die Untersuchung einbezogen.¹¹ Schliesslich wurden für die Untersuchung auch Protokolle des Schweizerischen Bundesrats ausgewertet.¹²

Ein zweiter Teil des Quellenkorpus besteht aus veröffentlichten Texten. Zunächst sind hier die Publikationen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt zu nennen. Sie brachte Beobachtungsdaten und wissenschaftliche Beiträge in jährlich erscheinenden Bänden heraus, bis 1880 als *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, danach als *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*. Diese Sammelwerke enthielten im Anschluss an den Tabellenteil häufig mehrere Abhandlungen und sogenannte ergänzende Beobachtungen, etwa nach Flussgebieten geordnete Niederschlagssummen oder Gewitterbeobachtungen.¹³ Das wichtigste Produkt, das in der Untersuchungsphase aus dem schweizerischen meteorologischen Beobachtungsnetz resultierte, war die 1909/10 erschienene zweibändige Gesamtdarstellung der Klimaverhältnisse in der Schweiz, deren Hauptautoren der damalige Direktor der Zentralanstalt und sein Assistent waren.¹⁴ Ein gutes Dutzend der insgesamt über 80 Stationen lieferte nicht nur Daten für klimatologische Untersuchungen, sondern auch für die täglichen Wetterberichte, die von der Zentralanstalt ab 1880 publi-

10 Vom Gesellschaftsarchiv Schweizer Alpen-Club (GA SAC), das sich als Depositum in der Bürgerbibliothek Bern befindet, wurden das Dossier 275 zur Rhonegletschervermessung sowie die Protokolle des Zentralkomitees von 1873 bis 1879 gesichtet. Im Bundesarchiv wurden der Bestand Forstwesen (E16) und die Dossiers BAR, E16 1000/40, 599 sowie 673 konsultiert. Von den Akten der Physikalischen Gesellschaft Zürich, die unter der Signatur «Hs 1515 PGZ» in der Bibliothek der ETH archiviert sind, fanden einzelne Protokolle Berücksichtigung.

11 Im Staatsarchiv des Kantons Bern handelt es sich um Korrespondenzen zu meteorologischen Stationen (AE 83), im Staatsarchiv des Kantons Graubünden um den Nachlass von Christian Gregor Brügger (insbesondere B 562 bis B 565) und im Staatsarchiv des Kantons Zürich um Unterlagen zur «Hagel- oder Wetter-Wehr» (O 20.1.2 und O 20.2.2).

12 Das Bundesarchiv hat die Protokolle des Bundesrats ab 1848 (BAR, E1004.1) digitalisiert: www.amtsdruckschriften.bar.admin.ch. Da diese bis 1903 von Hand geschrieben worden sind, ist eine Volltextsuche erst in den Dokumenten ab 1904 möglich. Deshalb wurde auch via «Register zu den Verhandlungen des Bundesrates» (BAR, E1004.3) nach den relevanten Protokollen gesucht.

13 Ab den 1890er-Jahren nahm der Anhang etwa gleich viel Raum wie die regulären Tabellen ein. Unter der Überschrift «Abhandlungen» fungierten unterschiedliche Beiträge, teils waren sie deskriptiv, teils diskutierten sie wissenschaftliche Problemstellungen.

14 Maurer/Billwiller/Hess 1909 und Maurer/Billwiller/Hess 1910.

ziert wurden. Diese Berichte mit Karte, aktuellen Messwerten sowie einer Prognose für den nächsten Tag waren an ein breites Publikum gerichtet.

Die Direktoren und Assistenten der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt publizierten auch Beiträge in wissenschaftlichen Periodika. Neu entstehende Fachzeitschriften waren sowohl Folge als auch Voraussetzung eines immer stärker ausdifferenzierten Wissenschaftssystems.¹⁵ Zu meteorologisch-klimatologischen Themen arbeiteten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch Forscher mit verschiedenen fachlichen Hintergründen. Die Meteorologie und Klimatologie begannen sich erst ab Ende des 19. Jahrhunderts allmählich als akademische Disziplinen mit eigenen Lehrstühlen und formalisierten Ausbildungswegen zu etablieren. Auch ihre Auftrennung in zwei eigenständige Fachgebiete fand erst im 20. Jahrhundert ihren Abschluss. Davor galt Klimatologie in der Regel als Zweig einer breit gefassten Meteorologie.¹⁶ Für die meteorologische Forschung inklusive der Klimatologie bildete die 1866 gegründete *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie* einen ersten «Sammelpunkt», wie es der aus der Schweiz stammende Leiter des russischen Wetterbeobachtungsnetzes, Heinrich Wild, ausdrückte.¹⁷ Mitte der 1880er-Jahre wurde die Deutsche Meteorologische Gesellschaft zur Mitherausgeberin des Fachorgans, das nun als *Meteorologische Zeitschrift* erschien. Neben Beiträgen von Mitarbeitern der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt sind weitere in dieser Zeitschrift publizierte Texte untersucht worden, um die Fachdiskussion zu ausgewählten Themen zu erfassen.¹⁸ Aufschlussreiche Quellen waren zudem in Buchform publizierte Protokolle internationaler meteorologischer Kongresse und Konferenzen sowie Lehr- und Handbücher zu Meteorologie und Klimatologie.

Neben dem seit 1866 bestehenden deutschsprachigen Fachorgan stellten Zeitschriften, die sich an einen grösseren, disziplinenübergreifenden Wissenschaftsbetrieb richteten, eine zentrale Plattform der meteorologischen Forschung dar. In schweizerischen Wissenschaftszeitschriften nahmen Tabellen und Analysen zu Wetterbeobachtungen einen wichtigen Platz ein. Für mehrere Aspekte der Untersuchung wurden deshalb Periodika kantonaler naturforschender Gesellschaften beigezogen.¹⁹ Eine besonders ergiebige Quelle bilden die jährlich

15 Zu Wissenschaftszeitschriften siehe Stöckel/Lisner/Rüve 2009.

16 In Julius Hanns *Handbuch der Klimatologie* von 1883 hiess es beispielsweise: «Die Klimatologie ist nur ein Teil der Meteorologie, diese letztere im weiteren Sinne genommen.» Siehe Hann 1883, S. 2. Siehe zudem die Zuordnung in fast identischem Wortlaut in Hann 1901, S. 1.

17 Wild 1871, S. 43. Im ersten Band der Zeitschrift lautete die Schreibweise noch «Oesterreichischen».

18 Die Suche erfolgte dabei über die Inhaltsverzeichnisse der einzelnen Bände.

19 Die meisten dieser Zeitschriften wurden digitalisiert und können online im Volltext durchsucht werden. Die Zeitschriften der naturforschenden Gesellschaften in den Kantonen Bern, Aargau,

erschienenen *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*.²⁰ Das Organ der 1815 gegründeten nationalen Vereinigung ist nicht nur wegen der wissenschaftlichen Beiträge relevant, sondern auch hinsichtlich ihrer dokumentarischen Funktion. Ausgewertet wurden insbesondere Hinweise zu den Tätigkeiten der Meteorologischen Kommission und weiterer mit ihr oder der Zentralanstalt in Verbindung stehender Gremien. Berichte zur Meteorologischen Kommission erschienen allerdings nur bis 1881. Danach informierte der Bundesrat jeweils in seinen Geschäftsberichten über die Tätigkeit der Meteorologischen Zentralanstalt. Diese bilanzierenden Jahresrückblicke und weitere Texte aus dem *Bundesblatt*, in erster Linie bundesrätliche Botschaften, parlamentarische Beschlüsse und Berichte, wurden systematisch durchgearbeitet. Zusätzlich zu wissenschaftlichen und bundesstaatlichen Publikationen berücksichtigte die Untersuchung punktuell Periodika land- oder forstwirtschaftlicher Verbände, um unterschiedliche Perspektivierungen vorzunehmen. Informativ für die öffentliche Wahrnehmung und die Diskussion zur Meteorologischen Zentralanstalt waren Artikel aus der Schweizer Tagespresse. Ihre Auswertung konzentrierte sich auf spezifische Ereignisse wie beispielsweise die Einführung von Wetterprognosen. Verwendet wurden zum einen Zeitungsausschnitte, die von der Zentralanstalt oder der Meteorologischen Kommission archiviert wurden, zum anderen digital verfügbare Presseberichte.²¹

Waadt, Schaffhausen, Solothurn, Graubünden, Neuenburg, Freiburg und Luzern sind auf der Plattform «e-periodica.ch» zugänglich, die von der ETH-Bibliothek in Kooperation mit der Schweizerischen Nationalbibliothek betrieben wird (www.e-periodica.ch). Die *Archives des sciences physiques et naturelles* der Genfer naturforschenden Gesellschaft und die *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft* in Basel sind von der Universitätsbibliothek Harvard digitalisiert und online gestellt worden (www.biodiversitylibrary.org). Die *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft Zürich* ist ebenfalls online einsehbar (www.ngzh.ch/publikationen/vierteljahrsschrift).

20 Die für diese Untersuchung einschlägigen Texte des Periodikums sind mithilfe einer Volltextsuche auf www.e-periodica.ch ausgewählt worden. Die französische Titelfassung lautete «Actes de la Société helvétique des sciences naturelles», die italienische «Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali».

21 Die Suche stützte sich auf das von der Schweizerischen Nationalbibliothek und kantonalen Partnern bereitgestellte Portal «Schweizer Presse online» (<http://newspaper.archives.rero.ch>) sowie das digitale Archiv der Neuen Zürcher Zeitung (<https://zeitungsarchiv.nzz.ch>).

Forschungsstand

Die vorliegende Untersuchung konnte sich auf die bisherige historische Forschung zum Wechselverhältnis von Wissenschaft und Staat, von Wissenschaft und Nationsbildung sowie zur Entwicklung der Meteorologie und Klimatologie stützen. Die thematisch relevante Forschungsliteratur zu diesen drei Themenbereichen wird im Folgenden skizziert.

In der Geschichtswissenschaft hat die Beziehung von Wissenschaft und Staat bereits einige Aufmerksamkeit erhalten, zumal Staaten spätestens seit dem 19. Jahrhundert eine zentrale Kraft im Aufbau des modernen Wissenschaftssystems darstellten. Aus der umfangreichen Literatur, in welcher wissenschaftliche Institutionen oder Disziplinen mit politischen Entwicklungen in Zusammenhang gebracht werden, können Arbeiten zu staatlichen Forschungseinrichtungen und zur Wissenschaftspolitik herausgegriffen werden, insbesondere diejenigen von Rüdiger vom Bruch, Brigitte Kaderas, Robert Fox, Michael Schneider und Axel Hüntelmann.¹ Auch die Science and Technology Studies (STS) haben sich mit dem Verhältnis von Wissenschaft und Politik auseinandergesetzt, wobei das von Sheila Jasanoff entworfene Konzept der «Ko-Produktion» prägend wirkte.² Dementsprechend begreift die jüngere Forschung die Entwicklung der Wissenschaften und den Aufbau staatlicher Ordnungen als Teile desselben Prozesses. Andrea Westermann beispielsweise hat in einer Fallstudie die Stabilisierungseffekte zwischen staatlichem Handeln und der Geologie um 1800 herausgearbeitet.³ Zur Frage, wie sich im Zuge dieser Verflechtungen die Kriterien praktischer Nützlichkeit wandelten, liegen Beiträge zur «Sattelzeit» (1750–1850) oder – mit Fokus auf die Begriffe der reinen und angewandten Forschung – zum 20. Jahrhundert vor.⁴

1 Hüntelmann/Schneider 2010b; Fox 2012; Schneider 2013. Zum Zusammenhang von Wissenschaft und Nationalstaat siehe Franzmann/Jansen/Münste 2015. Insb. zu staatlicher Forschung siehe Lundgreen et al. 1986. Siehe auch die ältere Literatur zu Wissenschaftsförderung: Turner 1976; Alter 1982; Pfetsch 1990.

2 Jasanoff 2004. Siehe auch Jasanoff 2005.

3 Westermann 2011b.

4 Die Produktion «nützlichen Wissens» im Kontext enger werdender Beziehungen von Wissenschaft und Staat ist am Beispiel der *Oekonomischen Gesellschaft Bern* untersucht worden: Holenstein/Stuber/Gerber-Visser 2007. Siehe auch die Beiträge in Holenstein/Steinke/Stuber 2013. Zur Differenzierung reiner und angewandter Forschung siehe Haller Lea 2006; Bud 2012; Gooday 2012. Zum variablen Stellenwert von praktischer Nützlichkeit in wissenschaftlichen Selbstbeschreibungen siehe auch Kaldewey 2013.

Eine vertiefte Auseinandersetzung hat zudem in Bezug auf die Rolle der Öffentlichkeit stattgefunden.⁵

Interaktionen zwischen wissenschaftlichen und staatlichen Handlungszusammenhängen sind auch für die Entstehungs- und Konsolidierungsphase des 1848 gegründeten schweizerischen Bundesstaats untersucht worden. Während aber dessen politische Konsolidierungsschritte detailliert erforscht sind und einiges zur Verwissenschaftlichung der Sozialpolitik oder zur Statistik als Verwaltungsmittel bekannt ist, wurde die Rolle der Naturwissenschaften im Prozess des Staatsausbaus auf Bundesebene bislang kaum beleuchtet.⁶ Unter den wenigen Beiträgen ist die Darstellung von David Gugerli, Patrick Kupper und Daniel Speich zur Geschichte der 1855 gegründeten Eidgenössischen Technischen Hochschule hervorzuheben.⁷ Weiter gibt der von Patrick Kupper und Bernhard Schär herausgegebene Sammelband *Die Naturforschenden. Auf der Suche nach Wissen über die Schweiz und die Welt, 1800–2015* Einblicke darüber, wie die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft wesentliche Grundlagen für den Ausbau der bundesstaatlichen Verwaltung lieferte.⁸ Zum Beispiel behandelt der Beitrag von Remo Grolimund die Anfänge des Schweizerischen Erdbeendienstes, der von einer Kommission der Wissenschaftlervereinigung aufgebaut wurde.⁹ Die Arbeit dieser Kommission haben auch Andrea Westermann und Deborah Coen einer Analyse unterzogen.¹⁰ Viel Anregungspotenzial für diese Untersuchung bot die Studie von David Gugerli und Daniel Speich zur karto-

5 Siehe Daum 1998; Schwarz 1999; Nikolow/Schirmmacher 2007; Pandora 2009; Topham 2009; Samida 2011; Schirmmacher 2013.

6 Referenzwerke zum schweizerischen Bundesstaat sind die Sammelbände unter Herausgeberschaft von Andreas Ernst, Albert Tanner und Matthias Weishaupt, von Brigitte Studer und von Georg Kreis sowie die Monografien von Thomas Maissen und Jakob Tanner. Siehe Ernst/Tanner/Weishaupt 1998; Studer 1998; Kreis 2014; Maissen 2010; Tanner 2015. Zur Rolle von Sozialwissenschaften und Statistik siehe Lengwiler 2006; Jost 2016.

7 Siehe Gugerli/Kupper/Speich 2005. Bis 1911 hiess die Institution «Eidgenössisches Polytechnikum».

8 Kupper/Schär 2015. Siehe auch die kurzen, eher chronologischen als analytischen Überblickstexte zur Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft: Boschung 1998; Pfaffl 2001. Die Geschichte einer ihrer Zweiggesellschaften, der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, ist von einer Historikergruppe um Michael Bürgi und Daniel Speich untersucht worden. Dabei wurden auch die engen Beziehungen zu kantonalen Behörden beleuchtet. Siehe Bürgi/Speich 2004. Zur ausseruniversitären naturgeschichtlichen Forschung in der Schweiz um 1900, deren Rückgrat die Kantonalsektionen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft bildeten, siehe Scheidegger 2017.

9 Grolimund 2015. Siehe auch Fäh/Grolimund 2014.

10 Beide Autorinnen schildern in ihren Aufsätzen, wie die Erdbebenkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft ab den 1870er-Jahren mittels eines standardisierten Fragebogens Laien aus der ganzen Schweiz anleitete, Erderschütterungen auf dieselbe Art zu protokollieren. Während Coen die Suche nach landestypischen geologischen Besonderheiten fokussiert, rückt Westermann die Entstehung der Globalitätsidee in den Mittelpunkt. Siehe Westermann 2011a; Coen 2012b. Siehe auch Coens Monografie mit Fallstudien zu verschiede-

grafischen Landesaufnahme der Schweiz.¹¹ Die beiden Autoren beleuchten die «Verquickungen von Wissenschaft und Politik», die sich bei der kantonsübergreifenden Vermessung in den 1830er- bis 1860er-Jahren ergaben, und zeigen, wie diese territoriale Erfassung zur Entstehung einer zentralen Bundesbehörde beitrug.¹²

Die staatsbildende Wirkung der eidgenössischen Landesaufnahme resultierte zudem aus der Konstruktion eines nationalen Raumes. Für die Imagination einer nationalen Gemeinschaft hatte ein einheitliches kartografisches Bild der Schweiz eine grosse Bedeutung. Dieser Zusammenhang von wissenschaftlicher Praxis und Nationsbildung ist der zweite Themenbereich, für den hier der Stand der historischen Forschung eruiert werden soll. Die Nationsbildung im Allgemeinen ist ein vielseitig bearbeiteter Gegenstand der Geschichtswissenschaft.¹³ Auch zum schweizerischen Kontext existieren aufschlussreiche Beiträge.¹⁴ Wie allerdings die Wissenschaften den Nationalisierungsprozess beeinflussten und umgekehrt von diesem geprägt wurden, ist wenig erforscht. Als Ausnahme lässt sich der konzeptuelle Text von Ludmilla Jordanova aus dem Jahr 1998 anführen.¹⁵ Zudem finden sich im Osiris-Themenheft *National Identity. The Role of Science and Technology* (hg. von Carol Harrison und Ann Johnson) sowie in den Sammelbänden *Wissenschaft und Nation in der europäischen Geschichte* (hg. von Ralph Jessen und Jakob Vogel) und *The Nationalization of Scientific Knowledge in the Habsburg Empire* (hg. von Mitchell Ash und Jan Surman) neben grundsätzlichen Überlegungen in den jeweiligen Einleitungen auch Fallstudien, etwa zur Rolle der Geologie in der politischen Einheitsbildung.¹⁶

Diese Studie konnte zudem Anregungen aus dem Bereich der Umweltgeschichte aufgreifen. Verschiedene Themen der Umweltgeschichte haben in den letzten Jahren an Konjunktur gewonnen, wobei hier insbesondere Untersuchungen zu nationalen Repräsentationen von Natur interessieren.¹⁷ Exemplarisch wird hier

nen Ländern: Coen 2013. Siehe zudem ihren Beitrag zur Erdbebenforschung im kaiserlichen Österreich: Coen 2012a.

11 Gugerli/Speich 2002. Siehe auch Gugerli 1998.

12 Gugerli/Speich 2002, S. 11. Auch hier wirkte die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, genauer ihre Geodätische Kommission, als ein zentraler Akteur.

13 Prägend für die konstruktivistische Sichtweise der jüngeren Nationsforschung war: Anderson 1991. Für einen globalen Überblick über das Themenfeld Nationalismus Breuilly 2013.

14 Siehe insbesondere die Beiträge in Marchal/Mattioli 1992. Siehe auch Zimmer 1998; Zimmer 2003.

15 Jordanova hat in diesem Aufsatz den imaginierten Charakter sowohl von Nation als auch von Wissenschaft herausgestrichen. Siehe Jordanova 1998.

16 Harrison/Johnson 2009; Jessen/Vogel 2002; Ash/Surman 2012b. Siehe den Aufsatz zur Geologie Klemun 2012.

17 Siehe insbesondere die Einleitung des Themenhefts «Nature und Nation» der Zeitschrift *Environment and History*: Armiero/Graf von Hardenberg 2014.

auf die Studie von Patrick Kupper zum schweizerischen Nationalpark verwiesen.¹⁸ Die Nationalisierung dieses wissenschaftlichen Projekts, das innerhalb der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft lanciert wurde, äusserte sich im Namenswechsel von «Reservation» zu «Nationalpark».¹⁹ Von den Gründern wurde der Park als nationales Naturheiligtum und Symbol der Einheit dargestellt, was seine Bedeutung steigerte und eine bundestaatliche Beteiligung ab 1914 ermöglichte.²⁰ Kupper verortet dieses Ineinandergreifen von wissenschaftlicher und nationaler Ausrichtung in einer transnational geführten Diskussion über Naturschutzmodelle.²¹ Interessante Ergebnisse haben ausserdem Studien geliefert, die sich aus postkolonialer Perspektive mit der Geschichte wissenschaftlicher Praktiken befassen.²² In welcher Weise naturbezogenes Wissen in einem Zusammenhang mit kolonialen Herrschaftsverhältnissen stand, wird in der vorliegenden Studie nicht weiter verfolgt. Jedoch sind dazu neue Erkenntnisse von Lea Pfäffli zu erwarten, die zurzeit anhand von Grönlandexpeditionen im frühen 20. Jahrhundert erforscht, wie schweizerische Wissenschaftler mit Kolonialmächten zusammenarbeiteten.²³

Im dritten hier besprochenen Themenbereich, dem Forschungsstand zur Meteorologie- und Klimatologiegeschichte, finden sich zahlreiche Arbeiten, die neuere wissenschaftshistorische Ansätze umsetzen. Als Begründer einer kulturgeschichtlichen Perspektive auf die Meteorologie gilt James Fleming. Sein 1990 erschienenes Standardwerk behandelt am Beispiel der USA die Entstehung der Meteorologie als wissenschaftliche Disziplin und zugleich staatliche Dienstleisterin.²⁴ Seither ist die Literatur zu meteorologischen Entwicklungen des 19. und 20. Jahrhunderts stark angewachsen und Fragen nach gesellschaftlichen Zusammenhängen haben einen festen Platz gefunden. Unter den Untersuchungen zum 19. Jahrhundert sind besonders die 2005 und 2008 erschienenen Monografien von Katharine Anderson und Fabien Locher hervorzuheben.²⁵ Beide betrachten die Zeit von etwa 1830 bis 1900. Anderson stellt die Überschneidungen der Meteorologie mit sozialen und kulturellen Entwicklungen anhand von Grossbritannien dar, Locher anhand von Frankreich. Ihnen gelingt es, ein facettenreiches Bild der Wissensproduktion zu zeichnen und meteorologische Praktiken

18 Kupper 2012.

19 Siehe ebd., S. 92.

20 Ebd., S. 75–80.

21 Zur Frage des transnationalen Phänomens Nationalpark siehe auch Gissibl/Höhler/Kupper 2012.

22 Siehe Schär 2015b.

23 Lea Pfäfflis Dissertation «Das Wissen, das aus der Kälte kam: Assoziationen der Arktis um 1912» an der ETH Zürich steht kurz vor dem Abschluss. Siehe auch Pfäffli 2015.

24 Fleming 1990.

25 Anderson 2005; Locher 2008.

überzeugend auf ihre zeitspezifischen Kontexte zu beziehen. Eine ähnlich kulturhistorisch informierte Perspektive hat Vladimir Janković für seine Geschichte der englischen Wetterbeobachtung im sogenannten langen 18. Jahrhundert (um 1650–1820) verfolgt.²⁶ Jüngst legte zudem Deborah Coen eine Geschichte der Klimatologie in der Donaumonarchie vor, die am Umgang mit Grössenordnungen zeigt, wie politische Einheitsbestrebungen die meteorologisch-klimatologischen Projekte des ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts prägten.²⁷ Wesentlich für die Meteorologie des 19. Jahrhunderts waren die Anstrengungen, das Erfassen von Daten stärker zu koordinieren, übergreifende Standards zu etablieren und Prognosedienste aufzubauen. Zu staatlichen meteorologischen Einrichtungen, die in diesem Kontext entstanden, gibt es eine umfangreiche Literatur. Viele der Darstellungen zu den Institutionen in Grossbritannien, den USA, Kanada, der Habsburgermonarchie oder in deutschen Staaten sind informativ, zum Teil aber wenig reflexiv.²⁸ Über die Entwicklungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt liegt bisher einzig eine Jubiläumsschrift aus den 1960er-Jahren vor.²⁹ In vielen Regionen existierten bereits vor dem Aufbau staatlich finanzierter Koordinationstellen kleinere, meistens im Vereinswesen verankerte Beobachtungsnetze.³⁰ Wie staatlich finanzierte Erfassungsprojekte die meteorologische Tätigkeit im Rahmen einer ausseruniversitären Naturforschung veränderten, ist bereits mehrfach zum Gegenstand historischer Untersuchungen gemacht worden, besonders überzeugend von Michael Bürgi am Beispiel des ostschweizerischen Kantons Thurgau oder von Jeremy Vetter mit einer Fallstudie zu Kansas.³¹ Erwähnenswert ist auch der Aufsatz *Nationa-*

26 Janković 2000. Siehe für denselben Zeitraum als Geschichte naturphilosophischer Wahrnehmungen des Wetters: Golinski 2007. Siehe zudem zu Wetterdeutungen im kolonialen Amerika Eisenstadt 1990.

27 Coen 2018.

28 Siehe zum British Meteorological Office Walker 2012; zum U. S. National Weather Service Hughes 1970; Fleming 2000; Willis/Hooke 2004; zum Meteorological Service of Canada Morley 1991; zur Kaiserlich-Königlichen Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien (ab 1904 «für Meteorologie und Geodynamik») Hammerl et al. 2001; zu den Diensten in deutschen Staaten Wege 2002. Auch die bereits erwähnten Arbeiten von Fleming, Anderson und Locher thematisieren unter anderem den Aufbau staatlicher Institutionen.

29 Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt 1964.

30 Während die meisten naturforschenden oder meteorologischen Gesellschaften eine Erfassung ihrer Region anstreben, verfolgten einige auch umfangreichere Projekte. Die Societas Meteorologica Palatina in Mannheim beispielsweise betrieb in den 1780er- und 1790er-Jahren ein gross angelegtes Beobachtungsnetz mit Stationen in Europa, Grönland und Nordamerika. Siehe Lüdecke 2010.

31 Siehe zu den anhand von Kansas untersuchten Hierarchien der behördlich organisierten US-amerikanischen Wetterbeobachtung im frühen 20. Jahrhundert: Vetter 2011c. Siehe in diesem Zusammenhang auch Vetter 2016. Zu den ab 1855 auf Vereinsbasis organisierten Beobachtungen im Thurgau siehe Bürgi 2004. Zu dem ebenfalls in den 1850er-Jahren aufgebauten Netz von Beobachtungsstationen im Kanton Graubünden siehe Hupfer 2015. Zum Kärntner Beob-

lizing provincial weather von Simon Naylor.³² In konzeptueller Hinsicht sind Lorraine Dastons Arbeiten zu kollektivem Empirismus sehr hilfreich, um die Meteorologie als ein gemeinschaftliches Unterfangen zu analysieren. Daston zeigt, dass epistemische Tugenden, also eingeforderte Eigenschaften wie Geduld und Aufmerksamkeit, eine wichtige Rolle spielten, um Vertrauen in die Verlässlichkeit von Beobachtungen zu schaffen.³³ Die vorliegende Untersuchung meteorologischen Datensammelns konnte zudem an die Forschung zu naturwissenschaftlichen Archivierungspraktiken anschliessen, wofür ebenfalls Daston wichtige Impulse gegeben hat.³⁴

Ein intensiv bearbeiteter Schwerpunkt der Meteorologiegeschichte des 19. Jahrhunderts ist die Einführung staatlicher Wetterprognosen.³⁵ Zuweilen wird der Ausbau der meteorologischen Infrastruktur etwas eindimensional unter diesem Aspekt beschrieben. Zwar waren ab Mitte des 19. Jahrhunderts mehrere Netze mit telegrafierenden Stationen gegründet worden, um Sturmwarnungen für die Schifffahrt zu ermöglichen.³⁶ Viele binnenländische Beobachtungsnetze dienten aber zunächst einzig dem Ziel langjähriger Klimamessreihen und wurden erst später auch zu Vorhersagezwecken genutzt.³⁷ Aufschlussreich sind vor diesem Hintergrund die bereits genannten Arbeiten von Katharine Anderson und Fabien Locher, die beide die wissenschaftlichen Auseinandersetzungen für und wider die Einführung von Prognosen nachzeichnen. Sie untersuchen ausserdem die Grenzziehungen gegenüber konkurrierenden, als unwissenschaftlich ausgewiesenen Vorhersagetechniken.³⁸ Anderson betont dabei besonders stark die

achtungsnetz, das in den 1840er-Jahren von einer Ackerbaugesellschaft unterstützt wurde, siehe Klemun 1994. Zum Netz der Washingtoner Smithsonian Institution in den 1840er- bis 1860er-Jahren siehe Fleming 1990; Goldstein 1994. Zur Rolle von Vereinen für die meteorologischen Erhebungen in Frankreich siehe Pelosse 1990. Zu diesem Thema sind auch die Arbeiten von Fabien Locher sehr aufschlussreich: Locher 2008, insbesondere Kapitel 3; Locher 2009a. Allgemeiner zu ausseruniversitärer Naturforschung siehe Scheidegger 2017.

32 Naylor untersucht das Machtgefüge zwischen der britischen «metropolitan science» und meteorologischen Beobachtern in Cornwall von 1850 bis 1900. Siehe Naylor 2006.

33 Daston 2001; Daston/Galison 2007; Daston 2011. Zu epistemischen Tugenden siehe zudem Gelhard/Hackler/Zanetti 2019 (im Erscheinen).

34 Siehe Daston 2012; Sepkoski 2013; Aronova 2015; Daston 2017.

35 Neben den bereits aufgeführten Arbeiten von Locher, Anderson und Fleming ist als fundierte Studie hervorzuheben: Monmonier 1999.

36 Zu den ersten europäischen Sturmwarnungen, ausgegeben in Utrecht und basierend auf einem Netz von rund 30 Stationen, siehe Achbari 2015. Siehe auch die Vergleichstabelle in Anderson 2005, S. 44 f.

37 Jamie Pietruska hat in ihrer Untersuchung zur Expansion der US-amerikanischen Datenerfassung auf die karibischen Inseln um 1900 gezeigt, dass auch eine umgekehrte Funktionserweiterung vorkommen konnte. In dem von ihr beleuchteten Fall erlangten die zu Vorhersagezwecken gegründeten Stationen bald auch eine Bedeutung für klimatologische Erhebungen – und damit für landwirtschaftliche Investoren. Siehe Pietruska 2016.

38 Siehe auch Anderson 1999.

Rolle von Wetterkarten als Repräsentation von Objektivität.³⁹ Zum Verhältnis zwischen der Praxis staatlicher Prognosedienste und anderen Formen der Vorhersage haben zudem Sarah Dry und Jamie Pietruska Studien vorgelegt.⁴⁰ Die meisten Autoren, die sich mit der meteorologischen Prognostik beschäftigen, gehen auch ihren internationalen Dimensionen nach.⁴¹ Spezifisch zur internationalen Vernetzung der Meteorologie, sowohl im Rahmen der Wettervorhersagen als auch der meteorologischen und klimatologischen Forschung, hat Paul Edwards publiziert. Er zeigt, wie sich – beginnend im späten 19. Jahrhundert – in einem lang andauernden Prozess eine weltweite, gemeinsam betriebene und genutzte Dateninfrastruktur herausbildete.⁴² Der Blick auf die späteren Entwicklungen hilft, die Untersuchung der frühen internationalen Kooperationsformen zu differenzieren.

In Bezug auf die Entwicklung meteorologischer Begriffe, Modelle und Theorien heben viele Studien die Bedeutung der sogenannten Bergener Schule um Vilhelm Bjerknes hervor, der es im frühen 20. Jahrhundert gelang, die Entstehung von Zyklonen plausibel zu erklären und eine verbesserte Vorhersagetechnik zu entwickeln.⁴³ Wie sich anschliessend numerische Wetterprognosen etablierten, erste Klimamodellierungen entstanden und sich die Meteorologie zu einer interdisziplinären Atmosphärenwissenschaft transformierte, haben Frederik Nebeker, Paul Edwards, Kristine Harper, James Fleming, Dania Achermann und jüngst Matthias Heymann, Gabriele Gramelsberger und Martin Mahony dargestellt.⁴⁴ Zu den Bemühungen im 19. Jahrhundert, atmosphärische Erscheinungen auf bekannte physikalische Gesetze zurückzuführen, liegen deutlich weniger Untersuchungen vor. Ausnahmen bilden die Aufsätze von Cornelia Lüdecke, von

39 Diese objektivitätsstiftende Funktion von Wetterkarten verortet Anderson in öffentlichen Verhandlungen über den Wert von Wissenschaft. Auch Locher argumentiert in dieselbe Richtung, wenn auch weniger vertiefend. Siehe Locher 2009b. Zu Wetterkarten siehe auch Monmonier 1988.

40 Dry untersucht ein 1858 initiiertes Projekt des British Meteorological Office, bei dem Barometer an Fischer verteilt wurden. Siehe Dry 2009. Pietruska geht verschiedenen Vorhersageformen in den USA während des letzten Viertels des 19. Jahrhunderts nach. Siehe Pietruska 2017.

41 Siehe zum Beispiel die konzise Darstellung bei: Anderson 2005, S. 245–250. Siehe auch Anderson 2016. Zu frühen internationalen Datensammelungsprojekten der 1850er-Jahre, bei denen Marineoffiziere mitarbeiteten, siehe Achbari 2015.

42 Edwards 2006. Siehe auch Edwards 2010. Zum Verhältnis zwischen Universalitätsansprüchen und lokalen Bezügen siehe folgenden Sammelband: Fleming/Janković/Coen 2006a. Zu den Spannungen zwischen der internationalen Organisationsform und derjenigen innerhalb des britischen Empire siehe Mahony 2016. Zur Interdependenz von internationaler Organisation und der Konstruktion eines globalen Klimas siehe Miller 2004.

43 Siehe das Standardwerk zu Vilhelm Bjerknes: Friedman 1989.

44 Nebeker 1995; Edwards 2001; Harper 2008; Fleming 2016; Achermann 2016; Heymann/Gramelsberger/Mahony 2017. Siehe auch Heymanns bis 2017 laufendes Projekt «Shaping Cultures of Prediction: Knowledge, Authority, and the Construction of Climate Change» (gemeinsam mit Dania Achermann, Janet Martin-Nielsen und Gabriel Henderson).

Azadeh Achbari und Frans van Lunteren sowie von Gabriele Gramelsberger.⁴⁵ Zudem konnte die vorliegende Arbeit auf die Studie von Sabine Höhler zurückgreifen, in der die Autorin Mythen der wissenschaftlichen Luftschiffahrt untersucht und dabei auch die Anfänge der aeronautischen Meteorologie beleuchtet.⁴⁶ Dem Thema der Wetterbeeinflussung, das in dieser Studie in Form der Hagelbekämpfung aufgegriffen worden ist, haben sich mehrere Historikerinnen und Historiker für die Zeit des Kalten Krieges angenommen.⁴⁷ Zu Visionen und konkreten Projekten zwischen 1870 und 1950 hat Philipp Lehmann geforscht.⁴⁸ Weiter bietet Matthias Heymann in seinem Aufsatz *Klimakonstruktionen* einen Überblick zu klimatologischen Strategien und Methoden des 19. und 20. Jahrhunderts.⁴⁹ In welchen Formen sich Wissenschaftler schweizerischer Universitäten oder der Meteorologischen Zentralanstalt an zeitgenössischen Forschungsdiskussionen beteiligten, ist bislang kaum erforscht. Hilfreiche Hinweise liefert die 2016 erschienene Festschrift der Schweizerischen Gesellschaft für Meteorologie, in der Vertreter des Fachs eine Rückschau zu den Entwicklungen ihrer Themenschwerpunkte präsentieren.⁵⁰ Wie sich Klimavorstellungen verändert haben, ist Gegenstand verschiedener Publikationen. Davon waren für diese Studie diejenigen relevant, die Zusammenhänge zwischen zeitspezifischen Methoden der Meteorologie und Klimatologie und ihrem jeweiligen Klimaverständnis untersuchen oder grundsätzliche Überlegungen zu Klima als historisch wandelnde Kategorie anstellen.⁵¹ In *Die*

45 Lüdecke 2004a; Achbari/van Lunteren 2016; Gramelsberger 2017. Siehe auch die Beiträge im Sammelband *From Beaufort to Bjerknes and beyond*: Emeis/Lüdecke 2005. Mit Fokus auf das Pariser Observatorium siehe Davis 1984. Zum frühen 20. Jahrhundert siehe neben Gramelsberger: Coen 2005. Siehe auch die ältere Gesamtdarstellung: Schneider-Carius 1955. Aktuell untersucht zudem Linda Richter (Frankfurt) die meteorologische Wissensproduktion im deutschen Sprachgebiet zwischen 1750 und 1850.

46 Höhler 2001. Zur aeronautischen Meteorologie siehe auch Turner 2010; Greene 2015. Siehe zudem das laufende Postdoc-Projekt «Mapping Climates and Climatology: Cartographical Practice in Wilhelmine and Weimar Germany and the Humboldtian Science of the Köppen-Wegener Family» von Robert-Jan Wille (LMU München).

47 Doel/Harper 2006; Achermann 2013. Siehe auch das Dissertationsprojekt «Taming the Weather: Wetter- und Klimamodifikationsdiskurs im Kalten Krieg» von Manuel Kaiser (Universität Zürich). Eine Gesamtschau seit dem 16. Jahrhundert bietet Fleming 2010.

48 Lehmann 2014.

49 Heymann 2009. Siehe auch Heymann/Achermann 2018. Die Entwicklungen des klimatologischen Forschungsgebiets vom 19. bis zum frühen 20. Jahrhundert untersucht derzeit auch Philipp Lehmann (MPIWG Berlin) in seinem Projekt «From Herodotus to Global Circulation». Siehe Lehmann 2018.

50 Willemse/Furger 2016. Die Fachgesellschaft wurde 1916 auf Initiative von Alfred de Quervain als «Schweizerische Gesellschaft für Geophysik, Meteorologie und Astronomie» gegründet. Siehe *Sektion* 1916.

51 Zu aktuell diskutierten wissenschaftsgeschichtlichen Herangehensweisen zu Klima siehe Fleming/Janković 2011; Locher/Fressoz 2012; Culver 2014; Fleming 2014; Fleming 2015.

Entdeckung der Eiszeiten schildert Tobias Krüger die Herausbildung der Vergletscherungstheorie, die sich auch auf die Diskussionen über rezente Klimaänderungen auswirkte.⁵² Wie im 19. und frühen 20. Jahrhundert über die Variabilität des Klimas debattiert wurde, thematisieren mehrere Arbeiten, wobei die Forschungsgeschichte des Klimawandels häufig im Vordergrund steht.⁵³ Spezifisch zur These eines zyklischen Verlaufs des Klimas haben Nico Stehr und Hans von Storch, Julia Miller sowie Philipp Lehmann historische Untersuchungen vorgelegt.⁵⁴ Zudem haben Fallstudien von Deborah Coen und Mark Carey die politische, soziale oder ökonomische Prägung wissenschaftlicher Klimaverständnisse nachgewiesen.⁵⁵ Daneben gibt es eine Reihe wahrnehmungsgeschichtlicher Untersuchungen zu klimatischen Verhältnissen bestimmter Regionen, einzelnen Wetterphänomenen oder Jahreszeiten.⁵⁶ Auch die kulturwissenschaftliche Forschung, insbesondere die Literaturwissenschaft, hat sich in letzter Zeit vermehrt den Themen Wetter und Klima zugewandt und untersucht, wie in ästhetischen Darstellungen Wissen darüber generiert worden ist.⁵⁷

Schliesslich hat diese Studie auch einige Berührungspunkte zur Historischen Klimatologie. Der Forschungsbereich in der Schnittfläche von Klimatologie und Geschichtswissenschaft beschäftigt sich in erster Linie damit, «Witterungsverläufe, Klimaparameter, Grosswetterlagen und Naturkatastrophen für die Periode vor der Errichtung staatlicher Messnetze» zu rekonstruieren.⁵⁸ Damit ist das Forschungsziel ein anderes, nämlich die Rekonstruktion früherer Zustände

52 Krüger 2008. Siehe auch Krüger 2015.

53 Breit angelegt ist: Fleming 1998. Siehe auch Forêt 2013; Locher 2015. Siehe zu Diskussionen über Klimawandel und möglichen Massnahmen in Russland: Moon 2010; Moon 2013; in Neuseeland: Beattie 2009; Beattie 2011; in Australien: Legg 2014; in der deutschen Kolonie Südwestafrika: Siiskonen 2015. Vgl. auch zu Klimatheorien in früheren Jahrhunderten Vogel 2011; Fressoz/Locher 2015; Maelshagen 2016.

54 Stehr/von Storch 2000; Stehr/von Storch 2008; Miller 2014; Lehmann 2015.

55 Deborah Coen hat die Verbindungen der österreichischen Klimatologie mit imperialen Projekten vor 1918 und der anschliessenden Neukonstituierung Österreichs untersucht. Siehe Coen 2006; Coen 2010; Coen 2011. Siehe zudem ihr laufendes Projekt «Climate in Word and Image: Science and the Austrian Idea», wozu bald eine Monografie bei University of Chicago Press erscheint. Mark Carey hat Konstruktionen eines karibischen Klimas von 1750 bis 1950 untersucht. Siehe Carey 2011. Zur klimatologischen und erdwissenschaftlichen Wissensproduktion als Indikator für sozialen Wandel siehe Rohr/Westermann 2015.

56 Siehe zum Beispiel die facettenreiche Kulturgeschichte des Winters: Walter 2014.

57 Siehe Gamper 2011; Horn/Schnyder 2016. Zum Programm einer «literarischen Meteorologie» in Abgrenzung zu einer Motivgeschichte des Wetters siehe Gamper 2014; Büttner/Theilen 2017. Siehe zudem die laufenden Projekte «Zeit des Klimas: Zur Verzeitlichung von Natur in der literarischen Moderne» (von Eva Horn geleitetes DFG-Projekt an der Universität Wien) und «Geschichte(n) des Wetters: Die meteorologische Literatur im 19. Jahrhundert» (Oliver Grills Dissertation an der LMU München). Siehe auch den anthropologischen Sammelband *Weather, climate, culture*: Strauss/Orlove 2003. Eine interdisziplinäre kulturwissenschaftliche Perspektive verfolgt: Braungart/Büttner 2018.

58 Pfister 1999, S. 15. Christian Pfister nahm ab den 1980er-Jahren eine Vorreiterrolle in der neue-

und nicht die Erklärung der Zusammenhänge zwischen Wissenschaft, Staat und Nation. Allerdings widmet sich die Historische Klimatologie zunehmend auch Fragen der Wechselwirkung zwischen Klima und Gesellschaft. Während Naturgefahren und dadurch induzierte Katastrophen bereits vertieft erforscht sind, stellt die Wissensgeschichte von Wetter und Klima noch weitgehend ein Desiderat dar.⁵⁹ Die hier verfolgte Untersuchung leistet einen Beitrag, um diese Forschungslücke zu schliessen.

ren Historischen Klimatologie ein. Siehe seine Klimageschichte der Schweiz von 1525 bis 1860: Pfister 1984. Zum Fachbereich allgemein siehe Brázdil et al. 2005.

59 Für einen Überblick über die Arbeitsbereiche der Historischen Klimatologie Maelshagen 2014b. Aus der breiten Literatur zum Umgang mit Naturgefahren seien hier die Arbeiten von Stephanie Summermatter zur Überschwemmungsprävention und von Franz Maelshagen zur Vergesellschaftung des Hagelrisikos speziell erwähnt, da sie für die vorliegende Untersuchung besonders relevant sind. Siehe Summermatter 2017; Maelshagen 2011; Maelshagen 2014a.

Abbildungsnachweis

- Umschlagbild: Ansichtskarte «Säntis Meteorologische Station», Artist. Atelier H. Guggenheim & Co., Editeurs, Zürich. Undatiert, zwischen 1893 und 1912, Original in Farbe. Museum Appenzell, Sammlung.
- Abb. 1, S. 27: Meteorologische Stationen der Schweiz 1864, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 48 (1864), Anhang.
- Abb. 2, S. 29: Einladungskarte Jahresversammlung 1880. Bürgerbibliothek Bern, GA SANW Gesellschaftsarchiv Schweizerische Naturforschende Gesellschaft, 958.
- Abb. 3, S. 41: Undatierte Fotografie von Albert Mousson, um 1870. ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv, Portr_12040, unbekannter Fotograf.
- Abb. 4, S. 46: Originalbeobachtungen Faïdo, Dezember 1863. Schweizerisches Bundesarchiv, E3180 2013/56, 8: Schwarzer Band: Faïdo, 1863–1867.
- Abb. 5, S. 48: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 1 (1864), S. 34.
- Abb. 6, S. 53: Sternwarte des Eidgenössischen Polytechnikums, Zürich. Undatierte Fotografie. ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv, Ans_00121, Fotograf: Joannes Barbieri.
- Abb. 7, S. 55: Physikgebäude des Eidgenössischen Polytechnikums, Zürich. Undatierte Fotografie, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 28 (1891), Abbildung gegenüber der Titelseite.
- Abb. 8, S. 56: «Grundriss der Localitäten der meteorologischen Centralanstalt», in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 28 (1891), Abbildung gegenüber der Titelseite.
- Abb. 9, S. 61: Undatierte Fotografie von Rudolf Wolf, in: Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt (Hg.) 1964. *Hundert Jahre Meteorologie in der Schweiz 1864–1963*, Zürich, S. 7.
- Abb. 10, S. 61: Undatierte Fotografie von Robert Billwiller, in: Maurer, Julius 1905. Robert Billwiller, 1849–1905 [Nachruf], in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 88, Nekrologe, S. VIII–XVII, S. VIII.
- Abb. 11, S. 61: Undatierte Fotografie von Julius Maurer, in: Mörikofer, Walter 1938. Julius Maurer [Nachruf], in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 119, S. 447–461, S. 446.
- Abb. 12, S. 69: Originalbeobachtungen Sils, Oktober 1868. Schweizerisches Bundesarchiv, E3180 2013/267, 13: Schwarzer Band: Sils-Maria, 1864–1870.
- Abb. 13, S. 71: Kalotypie der Hochzeitsfotografie von Agostino und Johanna Garbald, 1861. Bündner Kunstmuseum Chur, Depositum der Fondazione Garbald, unbekannter Fotograf.
- Abb. 14, S. 75: Werbeblatt von Hermann & Studer (ab 1865 Hermann & Pfister) aus den 1860er-Jahren. ETH-Bibliothek Zürich, Hochschularchiv, Archiv der Glaziologischen Kommission der SANW, GK HS 1460.

- Abb. 15, S. 97: Internationale Symbole, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 13 (1876), S. 13.
- Abb. 16, S. 101: Fotografie, 1890. Fotograf: Albert Riggenbach, in: Hildebrands-son, H. Hildebrand; Albert Riggenbach und Léon Teisserenc de Bort 1896. *Atlas international des nuages publié conformément aux décisions du Comité*, Paris: Gauthier-Villars et fils, Fig. 14.
- Abb. 17, S. 103: Fotografie, 1896, in: Shaw, Napier 1926. *Manual of Meteorology*, Volume I: *Meteorology in History*, Cambridge: Cambridge University Press, S. 206.
- Abb. 18, S. 113: «Periodische Erscheinungen: April und Mai 1872», in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 9 (1872), S. 312.
- Abb. 19, S. 141: Undatierte Zeichnung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 20 (1883), S. VIII.
- Abb. 20, S. 144: Undatierte Zeichnung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 24 (1887), S. XII.
- Abb. 21, S. 145: Fotografie «Sommet du Säntis, et station météorologique, No. 1», Photochrom Zürich. Undatiert, um 1891, Original in Farbe. Zentralbibliothek Zürich, Graphische Sammlung und Fotoarchiv, Inventarnummer 400000072, unbekannter Fotograf.
- Abb. 22, S. 147: Ansichtskarte «Säntis Meteorologische Station», Artist. Atelier H. Guggenheim & Co., Editeurs, Zürich. Undatiert, zwischen 1893 und 1912, Original in Farbe. Museum Appenzell, Sammlung.
- Abb. 23, S. 152: Fotografie, 1898. Schweizerisches Bundesarchiv, E3180-01 2005/90, 344: Alpenquerung Ergebnisse Ballon Vega, unbekannter Fotograf.
- Abb. 24, S. 153: Heim, Albert, Julius Maurer und Eduard Spelterini (Hg.) 1899. *Die Fahrt der «Wega» über Alpen und Jura am 3. Oktober 1898*, Basel: Benno Schwabe, Titelbild.
- Abb. 25, S. 159: Zeichnung eines Registrierapparats, in: Maurer, Julius 1903 (1904). Ergebnisse der im Jahre 1903 von der Meteorologischen Zentralanstalt ausgeführten Registrierballon-Fahrten, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 40, Anhang No. 6, S. 2.
- Abb. 26, S. 161: Undatierte Fotografie von Alfred de Quervain, in: Billwiller, Robert junior 1927. Alfred de Quervain, 1879–1927 [Nachruf], in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 108, Anhang Nekrologe und Biographien verstorbener Mitglieder, S. 31–41, S. 31.
- Abb. 27, S. 169: Undatierte Fotografie von Eduard Brückner. Geographisches Institut der Universität Bern, Archiv, unbekannter Fotograf.
- Abb. 28, S. 175: Grafik «Säkulare Schwankungen», in: Brückner, Eduard 1890. *Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit*, Wien, Olmütz: Ed. Hölzel, S. 324.
- Abb. 29, S. 178: Fotografie Rhonegletscher, 1870. Fotograf: Joseph Florentin Charnaux, in: Mercanton, Paul-Louis (Hg.) 1916. *Vermessungen am Rhonegletscher, 1874–1915*, Basel: Kommissions-Verlag von Georg & Co., S. 48.
- Abb. 30, S. 179: Fotografie, 1915. ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv, Hs_1458-GK-0001-1915-05, unbekannter Fotograf.

- Abb. 31, S. 179: Fotografie, 1882. Swisstopo, Bildsammlung, Technische Aufnahme 1049, Glasplattennegativ, unbekannter Fotograf.
- Abb. 32, S. 179: Fotografie, 1899. ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv, Hs_1458-GK-B001-1899-12, unbekannter Fotograf.
- Abb. 33, S. 181: Karte «Rand der Gletscherzunge 1874–1913», in: Mercanton, Paul-Louis (Hg.) 1916. *Vermessungen am Rhonegletscher, 1874–1915*, Basel: Kommissions-Verlag von Georg & Co., S. 56.
- Abb. 34, S. 183: Fotografie von François-Alphonse Forel, 1887. Musée historique de Lausanne, P.I.P.I. Forel Franç. 001, Fotograf: Francis de Jongh.
- Abb. 35, S. 209: Zeichnung eines Niederschlagsmessers, in: Billwiller, Robert 1893. *Instruktionen für die Beobachter der meteorologischen Stationen der Schweiz*, zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage, herausgegeben von der Direktion der Schweiz. meteorologischen Centralanstalt, Zürich: Zürcher & Furrer, S. 20.
- Abb. 36, S. 209: Undatierte Fotografie, Ausschnitt. ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv, Hs_1458-GK-B000-GLAZ-71, unbekannter Fotograf.
- Abb. 37, S. 217: Regenkarte der Schweiz (basierend auf 40jährigen Mittelwerten 1864–1903), in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 45 (1908), Anhang No. 6, S. 4.
- Abb. 38, S. 221: Undatierte Fotografie, «Konkordiaplatz». ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv, Dia_280-088, unbekannter Fotograf.
- Abb. 39, S. 232: Wetterbericht der Schweizerischen Meteorologischen Centralanstalt, 1. Juli 1880. ETH-Bibliothek Zürich, Alte und Seltene Drucke, P T 695.
- Abb. 40, S. 241: Reproduktion zweier Wetterkarten von 1863, in: Hellmann, Gustav (Hg.) 1897. *Meteorologische Karten* (Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus, 8), Berlin: Asher, Tafel IV.
- Abb. 41, S. 263: Karte «Gewitter vom 9./10. August 1903», in: Billwiller, Robert junior 1906. *Klimatische Verhältnisse* (Lemma: Schweiz), in: Charles Knapp, Maurice Borel und Victor Attinger (Hg.): *Geographisches Lexikon der Schweiz: Vierter Band*, Neuenburg: Attinger, S. 706–711, S. 708.
- Abb. 42, S. 267: Frequenzkarte der Hagelschläge der Schweiz von 1883–1900, Original in Farbe. ETH-Bibliothek Zürich, K 690239.
- Abb. 43, S. 275: Stahel, Jakob und Johannes Girsberger 1901. *Die Bekämpfung der Hagelwetter: Studien über das Wetterschiessen in Oesterreich, Italien und im Kanton Tessin und Vorschläge zur Einführung desselben im Kanton Zürich*, Zürich: Müller, Werder & Cie., Tafel I.
- Abb. 44, S. 279: Titelseite einer Broschüre der Firma E. Häny & Cie. in Meilen, um 1901. Staatsarchiv des Kantons Zürich, O 20.1.2.

Bibliografie

Ungedruckte Quellen

Bibliothek der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich (ETH-BIB)

Archiv der Glaziologischen Kommission der SANW, Hs 1460 GK (I, GrP; I, Korr; I, Prot sowie II, Ber)

Archiv der Physikalischen Gesellschaft Zürich, Hs 1515 PGZ (Bd. 3, 1905–1917)

Burgerbibliothek, Bern (BBB)

GA SANW Gesellschaftsarchiv Schweizerische Naturforschende Gesellschaft (SNG/SSSN/SHSN 1815–1988) / Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (SANW/ASSN 1988–2005; seit 2005 SCNAT), 1808–2014 (F, Zentralvorstand: BBB, GA SANW, 221 und 222; I Kommissionen: BBB, GA SANW, 642)

GA SAC Gesellschaftsarchiv Schweizer Alpen-Club (SAC), 1862–2013 (BBB, GA SAC 32; GA SAC 275)

Historisches Archiv des Österreichischen Alpenvereins, Innsbruck (OeAV)

Briefsammlung I (Schriftgut OeAV, HS 1.278)

Schweizerisches Bundesarchiv, Bern (BAR)

E88#4. Meteorologie, 1856–1929 (Dossiers BAR, E88 1000/1167, 95 sowie 96, 98 bis 102, 108, 109, 114, 119, 120, 127, 131, 135, 139, 140, 143, 148 bis 151, 153, 156 bis 158, 162 bis 166)

E88#5. Luftfahrt, 1878–1929 (Dossiers BAR, E88 1000/1167, 175 bis 179)

E16* Forstwesen, 1849–1938 (Dossiers BAR, E16, 1000/40, 599 und 673)

E3001-01* Sekretariat des eidgenössischen Departements des Innern: Altablage, 1848–1974 (Dossiers BAR, 3001-01, 2004/492, 267 und 278)

E3180* Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt: Datensammlungen und Dokumentationen (1880–2001), 1817–2012 (Dossier BAR, E3180 2013/2, 4)

E3180-01* Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt: Klimahistorische Quellen (1570–1957), 1570–1957 (Dossiers BAR, E3180-01, 2005/90, 2 sowie 119, 265, 276, 331, 344 und 349)

E1004.1* Bundesrat: Beschlussprotokolle, 1848–1996 (Bände 48, 119, 154, 178, 197, 241, 260 und 273)

Staatsarchiv des Kantons Bern, Bern (StABE)

AE Statistik, 1500–20. Jh. (Dossier StABE, AE 83)

Staatsarchiv des Kantons Graubünden, Chur (StAGR)

B Sammlung privater Handschriften, Nachlass Christian G. Brügger (Dossiers StAGR, B 562, B 563 und B 565)

Staatsarchiv des Kantons Zürich, Zürich (StAZH)

O Volkswirtschaft, 1804–1984 (Dossiers StAZH, O 20.1.2 und O 20.2.2)

Staatsbibliothek zu Berlin (StaBi)

Handschriftenabteilung, Nachl. Gustav Hellmann (Kiste 1)

Gedruckte Quellen und Literatur

1988. *125 Jahre Hydrometrie in der Schweiz: Symposium vom 6. Mai 1988 in Bern*, Bern: Landeshydrologie und -geologie.
- 1762–1771. *Abhandlungen und Beobachtungen durch die Ökonomische Gesellschaft zu Bern gesammelt*, 3 bis 12.
- Achbari, Azadeh 2015. Building Networks for Science: Conflict and Cooperation in Nineteenth-Century Global Marine Studies, in: *Isis*, 106 (2), S. 257–282.
- Achbari, Azadeh und Frans van Lunteren 2016. Dutch Skies, Global Laws: The British Creation of «Buys Ballot's Law», in: *Historical Studies in the Natural Sciences*, 46 (1), S. 1–43.
- Achermann, Dania 2013. Die Eroberung der Atmosphäre: Wetterbeeinflussung in Süddeutschland zur Zeit des Kalten Krieges, in: *Technikgeschichte*, 80 (3), S. 225–239.
- Achermann, Dania 2016. *Institutionelle Identität im Wandel: Zur Geschichte des Instituts für Physik der Atmosphäre in Oberpfaffenhofen*, Bielefeld: Transcript.
- Aellen, Markus 1986. Das Beobachtungsnetz der Gletscherkommission, in: Peter Kasser, Markus Aellen und Hans Siegenthaler (Hg.): *Die Gletscher der Schweizer Alpen 1977/78 und 1978/79*, Bern: Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, S. 239–259.
- Aellen, Markus 1995. Jährlich erfasste Gletscherveränderungen in den Schweizer Alpen, in: Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (Hg.): *Gletscher im ständigen Wandel: Jubiläums-Symposium der Schweizerischen Gletscherkommission*, Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 123–146.
- Agassiz, Louis, Auguste Louis Coulon, Henri Ladame und Charles Godet 1837. Procès-verbaux des séances publiques, in: *Actes de la Société helvétique des sciences naturelles*, 22, S. 1–9.
- Alberti, Samuel J. M. M. 2001. Amateurs and Professionals in One County: Biology and Natural History in Late Victorian Yorkshire, in: *Journal of the History of Biology*, 34 (1), S. 115–147.
- Allen, David E. 2009. Amateurs and Professionals, in: Peter J. Bowler und John V. Pickstone (Hg.): *The Modern Biological and Earth Sciences: The Cambridge History of Science*, Volume 6, Cambridge: Cambridge University Press, S. 15–33.

1865. Alpen-Curort Churwalden, in: *Der Bund*, 11. Juni.
- Alter, Peter 1982. *Wissenschaft, Staat, Mäzene: Anfänge moderner Wissenschaftspolitik in Großbritannien 1850–1920*, Stuttgart: Klett-Cotta.
- Altwegg, Andreas 1980. *Vom Weinbau am Zürichsee: Struktur und Wandlungen eines Rebgebietes seit 1850*, Stäfa: T. Gut & Co.
- Altwegg, Andreas 1981. Mit Kanonen gegen Hagel: Die Geschichte der «Wetterwehr rechtes Zürichseeufer», in: *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* (1, 10. Januar), S. 3–14.
- Anderson, Benedict 1991. *Imagined Communities: Reflections on the Origin and Spread of Nationalism*, Revised Edition, London: Verso.
- Anderson, Katharine 1999. *The Weather Prophets: Science and Reputation in Victorian Meteorology*, in: *History of Science*, 37, S. 179–216.
- Anderson, Katharine 2005. *Predicting the Weather: Victorians and the Science of Meteorology*, Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Anderson, Katharine 2006. Mapping Meteorology, in: James R. Fleming, Vladimir Janjović und Deborah R. Coen (Hg.): *Intimate Universality: Local and Global Themes in the History of Weather and Climate*, Sagamore Beach, MA: Science History Publications, S. 69–91.
- Anderson, Katharine 2016. Marine Meteorology: Observing Regimes and Global Visions, 1918–1939, in: Katharine Anderson und Helen M. Rozwadowski (Hg.): *Soundings and Crossings: Doing Science at Sea, 1800–1970*, Sagamore Beach, MA: Science History Publication, S. 213–244.
- Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt* [von 1909 an mit der Schreibweise «Zentral-Anstalt»], ab 1881.
- Armiero, Marco und Wilko Graf von Hardenberg 2014. Introduction to Special Issue: Nature and Nation, in: *Environment and History*, 20 (1), S. 1–8.
- Aronova, Elena 2015. Environmental Monitoring in the Making: From Surveying Nature's Resources to Monitoring Nature's Change, in: *Historical Social Research*, 40 (2), S. 222–245.
- Aronova, Elena, Christine von Oertzen und David Sepkoski (Hg.) 2017. *Data Histories* (Osiris, 32), Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Ash, Mitchell G. 2000. Internationalisierung und Entinternationalisierung der Wissenschaften im 19. und 20. Jahrhundert: Thesen, in: Manfred Lechner und Dietmar Seiler (Hg.): *zeitgeschichte.at: 4. österreichischer Zeitgeschichtetag '99*, Innsbruck: Studienverlag, S. 4–12.
- Ash, Mitchell G. 2002. Wissenschaft und Politik als Ressourcen für einander, in: Rüdiger vom Bruch und Brigitte Kaderas (Hg.): *Wissenschaften und Wissenschaftspolitik: Bestandsaufnahmen zu Formationen, Brüchen und Kontinuitäten im Deutschland des 20. Jahrhunderts*, Stuttgart: Franz Steiner Verlag, S. 32–51.
- Ash, Mitchell G. 2006. Wissenschaftswandlungen und politische Umbrüche im 20. Jahrhundert – was hatten sie miteinander zu tun?, in: Rüdiger vom Bruch, Uta Gerhardt und Aleksandra Pawliczek (Hg.): *Kontinuitäten und Diskontinuitäten in der Wissenschaftsgeschichte des 20. Jahrhunderts*, Stuttgart: Franz Steiner Verlag, S. 19–37.
- Ash, Mitchell G. 2010. Wissenschaft und Politik: Eine Beziehungsgeschichte im 20. Jahrhundert, in: *Archiv für Sozialgeschichte*, 50, S. 11–46.
- Ash, Mitchell G. 2017. Reflexionen zum Ressourcenansatz, in: Sören Flachowsky, Rü-

- diger Hachtmann und Florian Schmaltz (Hg.): *Ressourcenmobilisierung: Wissenschaftspolitik und Forschungspraxis im NS-Herrschaftssystem*, Göttingen: Wallstein, S. 535–553.
- Ash, Mitchell G. und Jan Surman 2012a. The Nationalization of Scientific Knowledge in Nineteenth-Century Central Europe: An Introduction, in: Mitchell G. Ash und Jan Surman (Hg.): *The Nationalization of Scientific Knowledge in the Habsburg Empire, 1848–1918*, Basingstoke: Palgrave Macmillan, S. 1–29.
- Ash, Mitchell G. und Jan Surman (Hg.) 2012b. *The Nationalization of Scientific Knowledge in the Habsburg Empire, 1848–1918*, Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Asmussen, Tina, Stefano Condorelli und Daniel Krämer 2014. Risiko! Editorial, in: *transverse. Zeitschrift für Geschichte*, 21 (3), S. 14–19.
- Assmann, Richard 1915. *Das Königlich Preussische Aeronautische Observatorium Lindenberg*, Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn.
- Aubin, David, Charlotte Bigg und H. Otto Sibum 2010. Introduction: Observatory Techniques in Nineteenth-Century Science and Society, in: David Aubin, Charlotte Bigg und H. Otto Sibum (Hg.): *The Heavens on Earth: Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science*, Durham, NC: Duke University Press, S. 1–32.
1894. Aus den Verhandlungen des schweiz. Bundesrates, in: *Bundesblatt*, 46 (II/20), S. 642–643.
1871. Aus den Vorträgen des Herrn Ingenieur Lauterburg, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 54, S. 137–155.
1883. Aus der Bundesversammlung, in: *Der praktische Forstwirth für die Schweiz*, 18 (1), S. 12–15.
1894. Aus der Monatsversammlung vom 31. Mai 1894, in: *Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft von Bern*, 13, S. VII–IX.
1885. Ausserordentliche Generalversammlung der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie am 7. März 1885, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 20, S. 158–160.
1762. Auszüge einiger Berathschlagungen der ökonomischen Gesellschaft, in: *Abhandlungen und Beobachtungen durch die Ökonomische Gesellschaft zu Bern gesammelt*, 3 (1), S. XLIX–LXII.
- Bach, Hugo 1907. *Das Klima von Davos: Nach dem Beobachtungsmaterial der eidgenössischen meteorologischen Station in Davos*, Zürich: Zürcher & Furrer.
- Bach, Hugo 1910. Das Klima der Schweiz: Nach Jul. Maurer, Rob. Billwiller jr. und Clem. Heß, in: *Geographische Zeitschrift*, 16 (12), S. 695–701.
- Bachmann, Hans 1906. Xaver Arnet, Professor der Physik an der höhern Lehranstalt in Luzern. 1844–1906 [Nachruf], in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 89, Nekrologe, S. I–XIII.
- Baird, Patrick Douglas 1958. A Note on the Commission on Snow and Ice of the International Association of Scientific Hydrology, in: *Journal of Glaciology*, 3 (24), S. 253–256.
- Baker, Alan R. H. 2012. Hail as hazard: changing attitudes to crop protection against hail damage in France, 1815–1914, in: *The Agricultural History Review*, 60, S. 19–36.

- Barrow, Mark V. 2000. *A Passion for Birds: American Ornithology after Audubon*, Princeton: Princeton University Press.
- Baudenbacher, Mathias 1997. *Homogenisierung langer Klimareihen, dargelegt am Beispiel der Lufttemperatur*, Zürich: MeteoSchweiz.
- Bayard, F. Campbell 1899. The government meteorological organisations in various parts of the world, in: *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 25 (110), S. 69–132.
1879. Beamtungen und Commissionen, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 62, S. 141–144.
- Beattie, James 2009. Climate Change, Forest Conservation and Science: A Case Study of New Zealand, 1860s–1920, in: *History of Meteorology*, 5, S. 1–18.
- Beattie, James 2011. *Empire and Environmental Anxiety: Health, Science, Art and Conservation in South Asia and Australasia, 1800–1920*, Basingstoke, New York: Palgrave Macmillan.
- Bebber, Wilhelm J. van 1883. Die gestrengen Herren, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 88, S. 145–149.
- Bebber, Wilhelm J. van 1885. *Handbuch der ausübenden Witterungskunde*, Teil I: *Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Wetterprognose*, Stuttgart: Ferdinand Enke.
- Bebber, Wilhelm J. van 1886. *Handbuch der ausübenden Witterungskunde*, Teil II: *Gegenwärtiger Zustand der Wetterprognose*, Stuttgart: Ferdinand Enke.
- Bebber, Wilhelm J. van 1898. *Die Wettervorhersage: Eine gemeinverständliche praktische Anleitung zur Wettervorhersage auf Grundlage der Zeitungs-Wetterkarten und Zeitungs-Wetterberichte. Für alle Berufsarten. Im Auftrage der Direktion der Deutschen Seewarte*, 2., verbesserte und vermehrte Auflage, Stuttgart: Ferdinand Enke.
- Beck, Ulrich 2007. *Weltrisikogesellschaft: Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit*, Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Becker, Catherine N. 2009. Professionals on the Peak, in: *Science in Context*, 22 (3), S. 487–507.
- Begert, Michael 2008. *Die Repräsentativität der Stationen im Swiss National Basic Climatological Network (Swiss NBCN)*, Zürich: MeteoSchweiz.
- Benson, Keith R. 2009. Field Stations and Surveys, in: Peter J. Bowler und John V. Pickstone (Hg.): *The Modern Biological and Earth Sciences: The Cambridge History of Science*, Volume 6, Cambridge: Cambridge University Press, S. 76–89.
- Benteli, Albert 1870 (1872). Die atmosphärischen Niederschläge in den 7 Hauptflussgebieten der Schweiz, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 7, S. VII–XVI.
- Bergen, M. von 1971. Phänomene und Symptome: Erinnerung an einen berühmten Rüeeggberger, in: *Gegenwart. Monatsschrift für freies Geistesleben und soziale Dreigliederung*, 33, S. 113–114.
1873. Bericht des Bundesrathes an die hohe Bundesversammlung betreffend die Leistungen und Hilfsmittel des eidgenössischen statistischen Büreaus (Vom 2. Juli 1873.), in: *Bundesblatt*, 25 (II/33), S. 1067–1099.
1880. Bericht des Bundesrathes an die hohe Bundesversammlung, betreffend seine Geschäftsführung im Jahre 1879, in: *Bundesblatt*, 32 (II/12), S. 1–167.

1881. Bericht des Bundesrathes an die hohe Bundesversammlung, betreffend seine Geschäftsführung im Jahre 1880, in: *Bundesblatt*, 33 (II/13), S. 1–178.
1882. Bericht des Bundesrathes an die hohe Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahr 1881, in: *Bundesblatt*, 34 (II/16), S. 1–103.
1883. Bericht des Bundesrathes an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahr 1882, in: *Bundesblatt*, 35 (II/15), S. 1–115.
1885. Bericht des Bundesrathes an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1884, in: *Bundesblatt*, 37 (II/13), S. 1–77.
1886. Bericht des Bundesrathes an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahr 1885, in: *Bundesblatt*, 38 (I/13), S. 435–567.
1888. Bericht des Bundesrathes an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahr 1887, in: *Bundesblatt*, 40 (II/19), S. 681–835.
1890. Bericht des Bundesrathes an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahr 1889, in: *Bundesblatt*, 42 (I/12), S. 539–638.
1895. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1894, in: *Bundesblatt*, 47 (I/10), S. 453–585.
1897. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1896, in: *Bundesblatt*, 49 (I/10), S. 573–749.
1899. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1898, in: *Bundesblatt*, 51 (I/10), S. 453–603.
1900. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1899, in: *Bundesblatt*, 52 (I/10), S. 533–594.
1903. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1902, in: *Bundesblatt*, 55 (I/10), S. 625–787.
1904. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1903, in: *Bundesblatt*, 56 (II/12), S. 1–154.
1906. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1905, in: *Bundesblatt*, 58 (II/13), S. 1–170.
1910. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1909, in: *Bundesblatt*, 62 (II/12), S. 1–230.
1911. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1910, in: *Bundesblatt*, 63 (II/14), S. 195–354.
1912. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1911, in: *Bundesblatt*, 64 (II/14), S. 165–420.
1914. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1913, in: *Bundesblatt*, 66 (II/15), S. 605–810.
1915. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1914, in: *Bundesblatt*, 67 (I/15), S. 573–932.
1916. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1915, in: *Bundesblatt*, 68 (I/12), S. 455–586.
1918. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1917, in: *Bundesblatt*, 70 (II/15), S. 1–292.
1920. Bericht des Bundesrates an die Bundesversammlung über seine Geschäftsführung im Jahre 1919, in: *Bundesblatt*, 72 (I/14), S. 618–839.
1891. Bericht der Kommission des Nationalrathes betreffend die Abänderung des Bundesbeschlusses vom 27. März 1885, im Sinne der Erhöhung des jährlichen Gesamt-

- kredites für die schweizerische meteorologische Centralanstalt. (Vom 3. Juni 1891.), in: *Bundesblatt*, 43 (III/26), S. 444–452.
1891. Bericht der Kommission des Nationalrathes betreffend die Abänderung des Bundesbeschlusses vom 27. März 1885 im Sinne der Erhöhung des jährlichen Gesamtkredites für die schweizerische meteorologische Centralanstalt. (Vom 17. Dezember 1891.), in: *Bundesblatt*, 43 (VI/52), S. 805–810.
1899. Bericht des Centralkomitees für das Jahr 1898–99, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 82, S. 84–93.
1902. Bericht über die internationale Experten-Conferenz für Wetterschießen in Graz, in: *Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus*, 39, Anhang.
1873. *Bericht über die Verhandlungen des internationalen Meteorologen-Congresses zu Wien, 2.–16. September 1873: Protokolle und Beilagen*, Wien: K. K. Hof- und Staatsdruckerei.
1817. Bericht über die Versammlung der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften am 6. 7. und 8ten Oktober in Zürich, in: *Naturwissenschaftlicher Anzeiger der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften*, 1 (5), S. 33–39.
1910. *Bericht über die Versammlungen des Internationalen Meteorologischen Komitees und dessen Kommission für Erdmagnetismus und Luftpolektrizität Berlin 1910*, Berlin: Behrend & Co.
1868. *Bericht über Erstellung meteorologischer Stationen zu forstlichen Zwecken im Kanton Bern: Bericht an den Regierungsrath des Kantons Bern*, Bern: J. Allemann.
1869. Berichte, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 53, S. 109–145.
1911. Berner Chronik. vom 1. Nov. 1910 bis 31. Okt. 1911, in: *Neues Berner Taschenbuch*, 17, S. 213–263.
- Bernhardt, Karl-Heinz 1998. Wettervorhersage und Meteorologie als exakte Wissenschaft: Anmerkungen aus historischer Sicht, in: Wilfried Schröder (Hg.): *From Newton to Einstein: A Festschrift in honour of the 70th Birthday of Hans-Jürgen Treder*, Bremen: Deutsche Geophysikalische Gesellschaft, S. 26–37.
- Bernhardt, Karl-Heinz 2000. Zur Erforschung der Atmosphäre mit dem Freiballon: Die Berliner wissenschaftlichen Luftfahrten (1888–1899), in: *Dahlemer Archivgespräche*, 6, S. 52–82.
- Bertola, Carinne 1998. François-Alphonse Forel (1841–1912), fondateur de la limnologie suisse, in: *Archives des sciences*, 51, S. 131–146.
- Bezold, Wilhelm von 1879. Mittheilungen über das neu organisirte Netz meteorologischer Stationen im Königreiche Bayern, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 14, S. 171–174.
- Bezold, Wilhelm von 1883. Die Kälterückfälle im Mai, in: *Abhandlungen der Mathematisch-Physikalischen Klasse der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften*, 14, S. 71–107.
- Bezold, Wilhelm von 1885. Ueber die Fortschritte der wissenschaftlichen Witterungskunde während der letzten Jahrzehnte, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 2, S. 313–324.
- Bezold, Wilhelm von 1892. *Die Meteorologie als Physik der Atmosphäre*, Berlin: Paetel.

- Bezold, Wilhelm von 1901. Die Meteorologie um die Wende des Jahrhunderts, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 18, S. 433–439.
- Bider, Max 1954. Statistische Untersuchungen über die Hagelhäufigkeit in der Schweiz und ihre Beziehungen zur Großwetterlage, in: *Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie*, Serie B, 6 (1–2), S. 66–90.
- Bigg, Charlotte, David Aubin und Philipp Felsch 2009. Introduction: The Laboratory of Nature – Science in the Mountains, in: *Science in Context*, 22 (3), S. 311–321.
- Billwiller, Robert 1873 (1875). Fünftägige Temperaturmittel der Jahre 1864–73 von 14 schweiz. meteorol. Stationen erster Ordnung und daraus abgeleitete Normaltemperaturen, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 10, S. XIX–XXXVIII.
- Billwiller, Robert 1874. Ueber die Bedeutung der Meteorologie für die Schweiz, in: *Zeitschrift für schweizerische Statistik*, 10, S. 177–182.
- Billwiller, Robert 1874 (1876). Die Niederschläge im Juni 1876 in der Schweiz, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 11, S. VII–XII.
- Billwiller, Robert 1876. Die Niederschläge im Juni 1876 in der Schweiz, in: *Die Eisenbahn*, 4/5 (10), S. 77–79.
- Billwiller, Robert 1876 (1878). Die Niederschläge vom 3. Juni 1878 in der Nordostschweiz, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 13, S. XXV–XXXVIII.
- Billwiller, Robert 1878a. Witterungsberichte, in: *Neue Zürcher Zeitung*, 4. Juni.
- Billwiller, Robert 1878b. Resultate der Niederschlagsmessungen an den zürcherischen Regenstationen im Jahre 1877, in: Caspar Karl Müller (Hg.): *Job. Heinrich Waser, der zürcherische Volkswirtschaftler des 18. Jahrhunderts: Seine Bestrebungen und Schicksale und sein statistischer Nachlaß, fortgeführt bis zur Gegenwart*, Zürich: J. Herzog, S. 84–87.
- Billwiller, Robert 1879. *Die Einführung der Witterungsprognosen in der Schweiz: Bericht über die bisherigen Resultate*, Zürich.
- Billwiller, Robert 1880. *Bericht der meteorologischen Centralstation Zürich über den Gang der Witterungsprognosen im Jahre 1880*, Zürich: Zürcher und Furrer.
- Billwiller, Robert 1881. Die Messung der atmosphärischen Niederschläge, in: *Schweizerische landwirtschaftliche Zeitschrift*, 9, S. 432–438.
- Billwiller, Robert 1881 (1882). Bericht über die Thätigkeit der meteorologischen Centralanstalt und der ihr unterstellten meteorologischen Stationen im Jahre 1881, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 18, S. V–X.
- Billwiller, Robert 1882a. Die Witterungsprognosen der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt im Jahre 1881, in: *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Centralanstalt*, 4. März (Nr. 63).
- Billwiller, Robert 1882b. Pancratius und Servatius, in: *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Centralanstalt*, 13. Mai (Nr. 133) und 20. Mai (Nr. 140).
- Billwiller, Robert 1882c. Die Niederschläge zu Ende August und Anfangs September 1881 in der Schweiz und ihre Beziehung zur Vertheilung des Luftdruckes, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 17, S. 1–5.
- Billwiller, Robert 1882d. Ergebnisse der Niederschlagsmessungen im Jahre 1881, in: *Schweizerische landwirtschaftliche Zeitschrift*, 10, S. 387–389.
- Billwiller, Robert 1882e. Die Witterungsprognosen der meteorologischen Centralanstalt im Jahre 1881, in: *Schweizerische landwirtschaftliche Zeitschrift*, 10, S. 36–40.
- Billwiller, Robert 1882f. Die Composition des täglichen Witterungsberichtes der schwei-

- zerischen meteorologischen Centralanstalt, in: *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Centralanstalt*, 2. Januar (Nr. 2).
- Billwiller, Robert 1882 (1883). Bericht über die Thätigkeit der meteorologischen Centralanstalt und der ihr unterstellten meteorologischen Stationen im Jahre 1882, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 19, S. V–IX.
- Billwiller, Robert 1883a. Resultate der Anemometeraufzeichnungen vom August 1883 auf dem Säntisgipfel, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 18, S. 416–418.
- Billwiller, Robert 1883b. Über die Einrichtung der meteorologischen Station auf dem Säntis, in: *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 28 (1), S. 74–78.
- Billwiller, Robert 1883a (1884). Bericht über die Thätigkeit der meteorologischen Centralanstalt und der ihr unterstellten meteorologischen Stationen im Jahre 1883, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 20, S. V–VIII.
- Billwiller, Robert 1883b (1884). Ergebnisse der Niederschlagsmessungen auf den Regensstationen im Jahre 1883, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 20, Anhang No. 1.
- Billwiller, Robert 1884a. Die Kälterückfälle im Mai, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 19, S. 245–246.
- Billwiller, Robert 1884b. *Bericht über die Errichtung der Meteorologischen Station auf dem Säntis und ihre Thätigkeit vom 1. September 1882 bis Ende August 1884*, Zürich: Zürcher & Furrer.
- Billwiller, Robert 1884 (1885). Bericht über die Thätigkeit der meteorologischen Centralanstalt und der ihr unterstellten meteorologischen Stationen im Jahre 1884, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 21, S. V–VIII.
- Billwiller, Robert 1887. *Die meteorologische Station auf dem Säntis, ihre Geschichte und die bisherigen Beobachtungsergebnisse* (Neujahrsblatt herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1888, 90), Zürich: Zürcher & Furrer.
- Billwiller, Robert 1887 (1888). Bericht über die Thätigkeit der meteorologischen Centralanstalt und der ihr unterstellten meteorologischen Stationen im Jahre 1887, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 24, S. V–VII.
- Billwiller, Robert 1888a (1889). Bericht über die Thätigkeit der meteorologischen Centralanstalt und der ihr unterstellten meteorologischen Stationen im Jahre 1888, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 25, S. V–VIII.
- Billwiller, Robert 1888b (1889). Ergebnisse der Niederschlagsmessungen auf den Regensstationen im Jahre 1888, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 25, Anhang No. 1.
- Billwiller, Robert 1889 (1890). Bericht über die Thätigkeit der meteorologischen Centralanstalt und der ihr unterstellten meteorologischen Stationen im Jahre 1889, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 26, S. V–VII.
- Billwiller, Robert 1890 (1891). Bericht über die Thätigkeit der meteorologischen Centralanstalt und der ihr unterstellten meteorologischen Stationen im Jahre 1890, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 27, S. V–VII.
- Billwiller, Robert 1891. Sollen wir in der Schweiz die mitteleuropäische Zeit adoptieren?, in: *Neue Zürcher Zeitung*, 1. Juni.

- Billwiller, Robert 1891 (1893). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 28, S. V–VI.
- Billwiller, Robert 1893a. Der April 1893 in der Schweiz, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 10, S. 222.
- Billwiller, Robert 1893b. *Instruktionen für die Beobachter der meteorologischen Stationen der Schweiz*, Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage, Herausgegeben von der Direktion der Schweiz. meteorologischen Centralanstalt, Zürich: Zürcher & Furrer.
- Billwiller, Robert 1894. Rudolf Wolf [Nachruf], in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 77, S. 237–249.
- Billwiller, Robert 1894 (1896). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 31, S. V–VI.
- Billwiller, Robert 1895. Witterung des September [sic] 1895 in der Schweiz, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 12, S. 470–471.
- Billwiller, Robert 1896 (1898). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 33, S. V.
- Billwiller, Robert 1898 (1900). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 35, S. V.
- Billwiller, Robert 1899. Ueber verschiedene Entstehungsarten und Erscheinungsformen des Föhns, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 16, S. 204–215.
- Billwiller, Robert 1900 (1902). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 37, S. V.
- Billwiller, Robert 1901. Vorwort, in: *Ergebnisse der Täglichen Niederschlagsmessungen auf den Meteorologischen- und Regenmess-Stationen in der Schweiz*, 1, S. III.
- Billwiller, Robert und Eduard Hagenbach-Bischoff 1877 (1880). Konferenzen der meteorologischen Commission mit Delegirten des Centralcomité der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 14, S. VII–XI.
- Billwiller, Robert und Anton Bühler 1891. Die forstlich-meteorologischen Stationen, in: *Mittheilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen*, 1 (2), S. 193–282.
- Billwiller, Robert junior 1910 (1911). Ergebnisse der Niederschlagsmessungen auf den meteor. Stationen I.–III. Ordnung im Jahre 1910, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 47, Anhang No. 1.
- Billwiller, Robert junior 1927a. Alfred de Quervain, 1879–1927 [Nachruf], in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 108, Anhang Nekrologe und Biographien verstorbener Mitglieder, S. 31–41.
- Billwiller, Robert junior 1927b. *Klimatologie: Mit einem Anhang: Erdmagnetismus von Dir. Dr. J. Maurer*, Zürich (Bibliographie der schweizerischen Landeskunde, IV4), Bern: K. J. Wyss Erben.
- Billwiller, Robert junior 1941. Der Firnzuwachs pro 1940/41 in einigen schweizerischen Firngebieten: XVIII. Bericht XVIII der Zürcher Gletscherkommission, in: *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 86 (3–4), S. 292–298.
- Billwiller, Robert junior 1946. Meteorologie, in: Eduard Rübel (Hg.): *Festschrift zur*

- 200-Jahr-Feier der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 1746–1946, Zürich: Fretz, S. 237–247.
- Blackbourn, David 2006. *The Conquest of Nature: Water, Landscape, and the Making of Modern Germany*, London: Jonathan Cape.
- Bödeker, Hans-Erich, Peter H. Reill und Jürgen Schlumbohn (Hg.) 1999. *Wissenschaft als kulturelle Praxis, 1750–1900*, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht.
- Bodenmann, Tom, Stefan Brönnimann, Gertrude Hirsch Hadorn, Tobias Krüger, Tobias und Helmut Weissert 2011. Perceiving, explaining, and observing climatic changes: An historical case study of the «year without a summer» 1816, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 20 (6), S. 577–587.
- Böhle, Fritz und Stephanie Porschen 2012. Verwissenschaftlichung und Erfahrungswissen: Zur Entgrenzung, neuen Grenzziehungen und Grenzüberschreitungen gesellschaftlich anerkannten Wissens, in: Ulrich Wengenroth (Hg.): *Grenzen des Wissens – Wissen um Grenzen*, Weilerswist: Velbrück Wissenschaft, S. 154–192.
- Boia, Lucian 2005. *The Weather in the Imagination*, London: Reaktion Books.
- Bonß, Wolfgang 1995. *Vom Risiko: Unsicherheit und Ungewißheit in der Moderne*, Hamburg: Hamburger Edition.
- Bont, Raf de 2015. *Stations in the Field: A History of Place-Based Animal Research, 1870–1930*, Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Borscheid, Peter, David Gugerli, Harold James und Tobias Straumann 2014. *Swiss Re und die Welt der Risikomärkte: Eine Geschichte*, München: C. H. Beck.
- Boscani Leoni, Simona 2013. Men of Exchange: Creation and Circulation of Knowledge in the Swiss Republics of the Eighteenth Century, in: André Holenstein, Hubert Steinke und Martin Stuber (Hg.): *Scholars in Action: The Practice of Knowledge and the Figure of the Savant in the 18th Century*, Bd. 2, Leiden: Brill, S. 507–533.
- Boschung, Urs 1998. Die Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften: Von der Naturforschenden Gesellschaft zur nationalen Akademie, in: Dietrich von Engelhardt (Hg.): *Zwei Jahrhunderte Wissenschaft und Forschung in Deutschland: Entwicklungen – Perspektiven*, Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 161–170.
- Bosshard, Walter 1996. *Homogenisierung klimatologischer Zeitreihen, dargelegt am Beispiel der relativen Sonnenscheindauer*, Zürich: MeteoSchweiz.
1880. Botschaft des Bundesrathes an die hohe Bundesversammlung, betreffend die Errichtung einer schweizerischen meteorologischen Centralanstalt. (Vom 23. November 1880.), in: *Bundesblatt*, 32 (IV/50), S. 389–394.
1883. Botschaft des Bundesrathes an die Bundesversammlung, betreffend die Förderung der Landwirtschaft durch den Bund. (Vom 4. Dezember 1883.), in: *Bundesblatt*, 35 (IV/64), S. 859–970.
1885. Botschaft des Bundesrathes an die Bundesversammlung, betreffend die Uebernahme der meteorologischen Station auf dem Säntis durch den Bund und die entsprechende Erhöhung des jährlichen Gesamtkredites für die schweizerische meteorologische Centralanstalt. (Vom 6. März 1885.), in: *Bundesblatt*, 37 (I/11), S. 573–584.
1888. Botschaft des Bundesrathes an die Bundesversammlung, betreffend die Unterstützung der Hagelversicherung durch den Bund. (Vom 23. November 1888.), in: *Bundesblatt*, 40 (IV/53), S. 793–800.

1891. Botschaft des Bundesrathes an die Bundesversammlung, betreffend die Abänderung des Bundesbeschlusses vom 27. März 1885 im Sinne der Erhöhung des jährlichen Gesamtkredites für die schweizerische meteorologische Centralanstalt. (Vom 10. April 1891.), in: *Bundesblatt*, 43 (I/15), S. 998–1008.
1895. Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung über die Untersuchung der Wasserverhältnisse der Schweiz. (Vom 4. Juni 1895.), in: *Bundesblatt*, 47 (III/25), S. 237–257.
1900. Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung, betreffend die Revision des Bundesbeschlusses vom 23. Dezember 1891 über die Erhöhung des jährlichen Gesamtkredites für die schweizerische meteorologische Centralanstalt. (Vom 27. November 1900.), in: *Bundesblatt*, 52 (IV/48), S. 716–729.
1908. Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung betreffend Organisation des eidgenössischen Departements des Innern. (Vom 7. Februar 1908.), in: *Bundesblatt*, 60 (I/10), S. 377–426.
1921. Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung betreffend Neuorganisation und Entwicklung des internationalen Wetterdienstes an der schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt. (Vom 2. September 1921.), in: *Bundesblatt*, 73 (IV/36), S. 1–11.
1956. Botschaft des Bundesrates an die Bundesversammlung betreffend die Änderung des Bundesgesetzes über die Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt (Vom 15. Juni 1956), in: *Bundesblatt*, 108 (I/25), S. 1219–1226.
- Bourdieu, Pierre 1998. *Praktische Vernunft: Zur Theorie des Handelns*, Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Bowker, Geoffrey C. und Susan L. Star 1999. *Sorting Things Out: Classification and Its Consequences*, Cambridge, MA, London: The MIT Press.
- Bowker, Geoffrey C. 2005. *Memory Practices in the Sciences*, Cambridge, MA, London: The MIT Press.
- Brämer, Karl 1891. Bemerkungen eines Statistikers über meteorologische Mittelzahlen, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 8, S. 171–179.
- Brandt, Christina 2017. Kulturwissenschaften und Wissenschaftsgeschichte, in: Marianne Sommer, Staffan Müller-Wille und Carsten Reinhardt (Hg.): *Handbuch Wissenschaftsgeschichte*, Stuttgart: J. B. Metzler Verlag, S. 92–106.
- Braungart, Georg und Urs Büttner (Hg.) 2018. *Wind und Wetter: Kultur – Wissen – Ästhetik*, Paderborn: Fink.
- Brázdil, Rudolf, Christian Pfister, Heinz Wanner, Hans von Storch und Jürg Luterbacher 2005. Historical Climatology in Europe: The State Of The Art, in: *Climatic Change*, 70 (3), S. 363–430.
- Breidbach, Olaf 2007. Wissenschaftsgeschichte, in: Rainer Schützeichel (Hg.): *Handbuch Wissenssoziologie und Wissenschaftsforschung*, Konstanz: UVK, S. 814–834.
- Breuilly, John (Hg.) 2013. *The Oxford Handbook of the History of Nationalism*, Oxford: Oxford University Press.
- British Meteorological Office 1920. *Réseau mondial: Monthly and annual summaries of pressure, temperature, and precipitation at land stations, generally two for each ten-degree square of latitude and longitude*, London: The Meteorological Office.

- Brönnimann, Stefan 2015. *Climatic Changes since 1700*, Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Brönnimann, Stefan, Christoph Raible und Simon C. Scherrer 2018. Starkniederschlag und Hochwasser seit Messbeginn, in: Stefan Brönnimann et al. (Hg.): *1868 – das Hochwasser, das die Schweiz veränderte: Ursachen, Folgen und Lehren für die Zukunft*, Bern: Geographica Bernensia, S. 42–43.
- Bruch, Rüdiger vom 2000. Wissenschaft im Gehäuse: Vom Nutzen und Nachteil institutionengeschichtlicher Perspektiven, in: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 23 (1), S. 37–49.
- Brückner, Eduard 1888. Notre climat subit-il des changements?, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 71, Anhang, S. 11–15.
- Brückner, Eduard 1889. *In wie weit ist das heutige Klima konstant? Vortrag gehalten auf dem VIII. Deutschen Geographentage zu Berlin: Sonder-Abdruck aus den Verhandlungen des VIII. Deutschen Geographentages in Berlin, 1889*, Leipzig: W. Porrmeter.
- Brückner, Eduard 1890a. Das Klima der Eiszeit, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 73, S. 141–156.
- Brückner, Eduard 1890b. *Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit*, Wien, Olmütz: Ed. Hölzel.
- Brückner, Eduard 1891. E. Richter's Untersuchungen über die Schwankungen der Alpengletscher, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 8, S. 229–232.
- Brückner, Eduard 1894. Rußlands Zukunft als Getreidelieferant, in: *Münchener Allgemeine Zeitung*, 19. November, S. 1–3.
- Brückner, Eduard 1895. Bericht der Flusskommission über ihre Thätigkeit während des Jahres 1894/95, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 78, S. 110–114.
- Brückner, Eduard 1898a. Sektion für physikalische Geographie, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 81, S. 101–113.
- Brückner, Eduard 1898b. Bericht der Flusskommission für das Jahr 1897/98, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 81, S. 233–236.
- Brückner, Eduard 1903/04. Wetterpropheten, in: *Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft von Bern*, 19, S. 101–115.
- Brückner, Eduard 1917. Veränderungen im Stand der Gletscher der österreichischen Alpen nach den Beobachtungen der Jahre 1914, 1915 und 1916, in: *Zeitschrift für Gletscherkunde, für Eiszeitforschung und Geschichte des Klimas*, 10 (3), S. 129–138.
1899. Brückner's Wettercyklus, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 16, S. 273–274.
- Bruhns, Carl, Heinrich Wild und Carl Jelinek 1872. Einladung zu einer im August d. J. in Leipzig abzuhaltenden Meteorologen-Versammlung, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 7, S. 193–196.
- Bud, Robert 2012. «Applied Science»: A Phrase in Search of a Meaning, in: *Isis*, 103 (3), S. 537–545.
- Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel*, Bd. 4, 5, 6, 30.

1881. Bundesbeschuß betreffend die Errichtung einer schweiz. meteorologischen Centralanstalt. (Vom 23. Christmonat 1880.), in: *Bundesblatt*, 33 (I/1), S. 21–23.
1885. Bundesbeschuß betreffend die Uebernahme der meteorologischen Station auf dem Säntis durch den Bund und die entsprechende Erhöhung des jährlichen Gesamtkredits für die schweizerische meteorologische Centralanstalt. (Vom 27. März 1885.), in: *Bundesblatt*, 37 (II/16), S. 418–419.
1894. Bundesgesetz betreffend die Förderung der Landwirtschaft durch den Bund. (Vom 22. Dezember 1893.), in: *Bundesblatt*, 46 (I/3), S. 61–71.
1901. Bundesgesetz über die schweizerische meteorologische Centralanstalt. (Vom 27. Juni 1901.), in: *Bundesblatt*, 53 (III/27), S. 895–898.
1876. Bundesgesetz betreffend die eidgenössische Oberaufsicht über die Forstpolizei im Hochgebirge, in: *Bundesblatt*, 28 (I/11), S. 594–602.
1890. Bundesrathsbeschuß betreffend Beiträge an die Hagelversicherung. (Vom 8. April 1890.), in: *Bundesblatt*, 42 (I/15), S. 933–935.
- Bureau Central Météorologique de France (Hg.) 1895. *Rapports du Comité météorologique international et de la Commission internationale pour l'étude des nuages: Réunion d'Upsal 1894*, Paris: Gauthier-Villars et fils.
- Burger, Hans 1932. Waldklimafragen: Meteorologische Beobachtungen im Freien und im Buchenbestand, in: *Mitteilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das Forstliche Versuchswesen*, 17, S. 92–149.
- Bürgi, Matthias, Katja Hürlimann und Anton Schuler 2001. Wald- und Forstgeschichte in der Schweiz, in: *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 152 (12), S. 476–483.
- Bürgi, Michael 2004. Hinlänglich gebildet und republikanisch gesinnt: Meteorologie im bürgerlichen Verein, in: Michael Bürgi und Daniel Speich (Hg.): *Lokale Naturen: 150 Jahre Thurgauische Naturforschende Gesellschaft, 1854–2004*, Weinfelden: Wolfau Verlag, S. 37–62.
- Bürgi, Michael und Daniel Speich (Hg.) 2004. *Lokale Naturen: 150 Jahre Thurgauische Naturforschende Gesellschaft, 1854–2004*, Weinfelden: Wolfau Verlag.
- Burke, Peter 2014. *Die Explosion des Wissens: Von der Encyclopédie bis Wikipedia*, Berlin: Wagenbach.
- Burton, Jim 1986. Robert FitzRoy and the Early History of the Meteorological Office, in: *The British Journal for the History of Science*, 19 (2), S. 147–176.
- Büttner, Urs und Ines Theilen (Hg.) 2017. *Phänomene der Atmosphäre: Ein Kompendium literarischer Meteorologie*, Stuttgart: J. B. Metzler Verlag.
- Buys-Ballot, Christophorus H. D. 1887. Ueber simultane Beobachtungen, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 4, S. 385–388.
- Cannon, Susan F. 1978. *Science in Culture: The Early Victorian Period*, New York: Science History Publications.
- Capus, Alex 2008. *Himmelsstürmer: Zwölf Portraits*, München: Knaus.
- Carey, Mark 2011. Inventing Caribbean Climates: How Science, Medicine, and Tourism Changed Tropical Weather from Deadly to Healthy, in: *Osiris*, 26, S. 129–141.
- Cassidy, David C. 1985. *Meteorology in Mannheim: The Palatine Meteorological Society, 1780–1795*, in: *Sudhoffs Archiv*, 69 (1), S. 8–25.
- Changnon, Stanley A. 1996. Applied Climatology: A Glorious Past, an Uncertain Future, in: James R. Fleming (Hg.): *Historical Essays on Meteorology, 1919–1995: The*

- Diamond Anniversary History Volume of the American Meteorological Society*, Boston: The American Meteorological Society, S. 379–393.
- Charvolin, Florian, André Micoud und Lynn K. Nyhart (Hg.) 2007. *Des sciences citoyennes? La question de l'amateur dans les sciences naturalistes*, La Tour d'Aigues: Editions de l'Aube.
- Chen, Jiyang und Martin Funk 1990. Mass Balance of Rhonegletscher During 1882/83–1986/87, in: *Journal of Glaciology*, 36 (123), S. 199–209.
1907. Chronique, in: *L'Enseignement mathématique*, 9, S. 397–399.
- Clavin, Patricia 2011. Introduction: Conceptualising Internationalism Between the World Wars, in: Daniel Laqua (Hg.): *Internationalism Reconfigured: Transnational Ideas and Movements Between the World Wars*, London, New York: I. B. Tauris, S. 1–14.
- Coen, Deborah R. 2005. Felix Exner and the Probabilistic Turn in Austrian Meteorology, in: Stefan Emeis und Cornelia Lüdecke (Hg.): *From Beaufort to Bjerknes and beyond: Critical perspectives on observing, analyzing, and predicting weather and climate*, Augsburg: Rauner, S. 143–155.
- Coen, Deborah R. 2006. Scaling Down: The «Austrian» Climate between Empire and Republic, in: James R. Fleming, Vladimir Janković und Deborah R. Coen (Hg.): *Intimate Universality: Local and Global Themes in the History of Weather and Climate*, Sagamore Beach, MA: Science History Publications, S. 115–140.
- Coen, Deborah R. 2009. The Storm Lab: Meteorology in the Austrian Alps, in: *Science in Context*, 22 (3), S. 463–486.
- Coen, Deborah R. 2010. Climate and Circulation in Imperial Austria, in: *The Journal of Modern History*, 82 (4), S. 839–875.
- Coen, Deborah R. 2011. Imperial Climatographies from Tyrol to Turkestan, in: *Osiris*, 26, S. 45–65.
- Coen, Deborah R. 2012a. Fault Lines and Borderlands: Earthquake Science in Imperial Austria, in: Mitchell G. Ash und Jan Surman (Hg.): *The Nationalization of Scientific Knowledge in the Habsburg Empire, 1848–1918*, Basingstoke: Palgrave Macmillan, S. 157–182.
- Coen, Deborah R. 2012b. The Tongues of Seismology in Nineteenth-Century Switzerland, in: *Science in Context*, 25 (1), S. 73–102.
- Coen, Deborah R. 2013. *The Earthquake Observers: Disaster Science from Lisbon to Richter*, Chicago, London: University of Chicago Press.
- Coen, Deborah R. 2018. *Climate in Motion: Science, Empire and the Problem of Scale*, Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Collet, Léon-William 1914. Vorwort, in: Komitee der Gruppe 34 «Wasserwirtschaft» der Schweiz. Landesausstellung in Bern im Jahre 1914 (Hg.): *Die Wasserwirtschaft in der Schweiz*, Bern, S. V–IX.
- Collet, Léon-William. 1918. Le Service Suisse des Eaux: Son histoire, son but, ses résultats, in: *Annales de Géographie*, 27 (150), S. 416–433.
- Collin, Peter und Thomas Horstmann (Hg.) 2004. *Das Wissen des Staates: Geschichte, Theorie und Praxis*, Baden-Baden: Nomos.
1895. Compte rendu des séances de la Société de Neuchâtel, in: *Archives des sciences physiques et naturelles*, 34, S. 185–192.

- 1880–1881. Conférence extraordinaire des délégués, in: *L'Écho des Alpes. Publication des Sections romandes du Club Alpin Suisse*, Nr. 4, S. 295–297.
- Conrad, Sebastian 2006. *Globalisierung und Nation im Deutschen Kaiserreich*, München: C. H. Beck.
- Cooper, Frederick 2012. *Kolonialismus denken: Konzepte und Theorien in kritischer Perspektive*, Aus dem Englischen von Reinhart Kößler und Rohland Schuknecht, Frankfurt am Main: Campus.
- Crary, Jonathan 1990. *Techniques of the Observer: On Vision and Modernity in the Nineteenth Century*, Cambridge, MA, London: The MIT Press.
- Crawford, Elisabeth T., Terry Shinn und Sverker Sörlin 1993. The Nationalization and Denationalization of the Sciences: An Introductory Essay, in: Elisabeth T. Crawford, Terry Shinn und Sverker Sörlin (Hg.): *Denationalizing Science: The Contexts of International Scientific Practice*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, S. 1–42.
- Crettaz, Bernard 1992. Nouveaux bricolages d'altitude: Fin, recommencement et épuisement des Alpes, in: Guy P. Marchal und Aram Mattioli (Hg.): *Erfundene Schweiz: Konstruktionen nationaler Identität*, Zürich: Chronos, S. 51–62.
- Culver, Lawrence 2014. Seeing Climate through Culture, in: *Environmental History*, 19 (2), S. 311–318.
1892. Das Meteorologische Observatorium auf dem Gipfel des Pic du Midi, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 9, S. 226–227.
- Daston, Lorraine 1991. The Ideal and Reality of the Republic of Letters in the Enlightenment, in: *Science in Context*, 4 (2), S. 367–386.
- Daston, Lorraine 2001. Die Kultur der wissenschaftlichen Objektivität, in: Michael Hagner (Hg.): *Ansichten der Wissenschaftsgeschichte*, Frankfurt am Main: S. Fischer, S. 137–158.
- Daston, Lorraine 2008. On Scientific Observation, in: *Isis*, 99 (1), S. 97–110.
- Daston, Lorraine 2011. The Empire of Observation, 1600–1800, in: Lorraine Daston und Elizabeth Lunbeck (Hg.): *Histories of Scientific Observation*, Chicago, London: The University of Chicago Press, S. 81–113.
- Daston, Lorraine 2012. The Sciences of the Archive, in: *Osiris*, 27, S. 156–187.
- Daston, Lorraine (Hg.) 2017. *Science in the Archives: Pasts, Presents, Futures*, Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Daston, Lorraine und Peter Galison 1992. The Image of Objectivity, in: *Representations*, 40, S. 81–128.
- Daston, Lorraine und Peter Galison 2007. *Objectivity*, New York: Zone Books.
- Daston, Lorraine und H. Otto Sibum 2003. Introduction: Scientific Personae and Their Histories, in: *Science in Context*, 16 (1–2), S. 1–8.
- Daum, Andreas 1998. *Wissenschaftspopularisierung im 19. Jahrhundert: Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit 1848–1914*, München: Oldenbourg.
- Dauser, Regina, Stefan Hächler, Michael Kempe, Franz Mauelshagen und Martin Stuber (Hg.) 2008. *Wissen im Netz: Botanik und Pflanzentransfer in europäischen Korrespondenznetzen des 18. Jahrhunderts*, Berlin: Akademie Verlag.
- David, Jean-Elie 1904. L'hypothèse en météorologie, in: *Gazette de Lausanne*, 25. August.
- Davies, Huw C. und Heini Wernli 2016. Dynamical Meteorology: The Swiss contribu-

- tion, in: Saskia Willemse und Markus Furger (Hg.): *From weather observations to atmospheric and climate sciences in Switzerland: Celebrating 100 years of the Swiss Society for Meteorology*, Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 103–121.
- Davis, John L. 1984. Weather forecasting and the development of meteorological theory at the Paris Observatory, 1853–1878, in: *Annals of Science*, 41 (4), S. 359–382.
1888. De bes Wetterprophet, in: *Nebelspalter. Illustriertes humoristisch-satirisches Wochenblatt*, 14 (49), unpaginiert.
- Dear, Peter 1995. Cultural History of Science: An Overview with Reflections, in: *Science, Technology & Human Values*, 20 (2), S. 150–170.
- Defila, Claudio, Bernard Clot, François Jeanneret und Reto Stöckli 2016. Phenology in Switzerland since 1808, in: Saskia Willemse und Markus Furger (Hg.): *From weather observations to atmospheric and climate sciences in Switzerland: Celebrating 100 years of the Swiss Society for Meteorology*, Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 291–306.
- Degen, Hans R. 1996. Eduard Spelterini (1852–1931), in: Verein für wirtschaftshistorische Studien (Hg.): *Schweizer Flugtechniker und Ballonpioniere*, Meilen, S. 39–57.
1900. Der Meteorologen-Kongress in Paris, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 17, S. 516–519.
- Desrosières, Alain 2005. *Die Politik der großen Zahlen: Eine Geschichte der statistischen Denkweise*, Übersetzt von M. Stern, Berlin, Heidelberg: Springer.
- Dettelbach, Michael 1996. Humboldtian science, in: Nicholas Jardine, James A. Secord und Emma C. Spary (Hg.): *Cultures of natural history*, Cambridge: Cambridge University Press, S. 287–304.
- Dettelbach, Michael 1999. The Face of Nature: Precise Measurement, Mapping, and Sensibility in the Work of Alexander von Humboldt, in: *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 30 (4), S. 473–504.
1882. Die Composition des täglichen Witterungsberichtes der meteorologischen Centralanstalt, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 19, S. XII–XIII.
1898. Die Hochfahrt der «Vega» am 3. Oktober 1898 in Sitten, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 15, S. 434–439.
- Doel, Ronald E. und Kristine C. Harper 2006. Prometheus Unleashed: Science as a Diplomatic Weapon in the Lyndon B. Johnson Administration, in: *Osiris*, 21, S. 66–85.
- Dörries, Matthias 2005. Krakatau 1883: Die Welt als Labor und Erfahrungsraum, in: Iris Schröder und Sabine Höhler (Hg.): *Welt-Räume: Geschichte, Geographie und Globalisierung seit 1900*, Frankfurt am Main: Campus, S. 51–73.
- Dörries, Matthias 2015. Politics, Geological Past, and the Future of the Earth, in: *Historical Social Research*, 40 (2), 22–36.
- Dove, Heinrich W. 1857. Über die Rückfälle der Kälte im Mai, in: *Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin: Aus dem Jahre 1856*, Berlin: Druckerei der Königlichen Akademie der Wissenschaften, S. 121–192.
- Dry, Sarah 2009. Safety networks: fishery barometers and the outsourcing of judgement at the early Meteorological Department, in: *The British Journal for the History of Science*, 42 (1), S. 35–56.
- Dufour, Charles 1893. Le mouvement progressif de l'abaissement de la température de milieu de mai, in: *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 29 (113), S. 316–320.

- Dufour, Jean 1901a. Les tirs contre la grêle, in: *Chronique agricole du Canton de Vaud*, 14, S. 61–67, 95–107, 137–146, 166–175.
- Dufour, Jean 1901b. Les tirs contre la grêle en Suisse, in: *Chronique agricole du Canton de Vaud*, 14, S. 561–566, 594–600.
- Dufour, Jean 1902. Le Congrès international du tir contre la grêle, in: *Chronique agricole du Canton de Vaud*, 15, S. 29–37, 73–80.
- Dufour, Louis 1868–1870. Notes sur le problème de la variation du climat, in: *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 10 (63), S. 359–436.
- Ebermayer, Ernst 1873. *Die physikalischen Einwirkungen des Waldes auf Luft und Boden und seine klimatologische und hygienische Bedeutung: Begründet durch die Beobachtungen der forstl.-meteorolog. Stationen im Königreich Bayern*, Aschaffenburg: C. Krebs.
- Ebermayer, Ernst 1879. Folgen der Entwaldung für Klima und Wasser, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 14, S. 361–368.
- Eblin, Bernhard 1894–1895 (1895). Die Verwilderung unserer Hochgegenden: Ein Beitrag zur alpinen Kulturgeschichte, in: *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub*, 30, S. 338–359.
- Edwards, Paul N. 2001. Representing the Global Atmosphere: Computer Models, Data, and Knowledge about Climate Change, in: Clark A. Miller und Paul N. Edwards (Hg.): *Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance*, Cambridge, MA, London: The MIT Press, S. 31–65.
- Edwards, Paul N. 2006. Meteorology as Infrastructural Globalism, in: *Osiris*, 21, S. 229–250.
- Edwards, Paul N. 2010. *A Vast Machine: Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming*, Cambridge, MA, London: The MIT Press.
- Ehrensberger, Peter C. 1986. 175 Jahre Aargauische Naturforschende Gesellschaft: Ein Rückblick, in: *Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft*, 31, S. 4–8.
- Eichelberg, Anja 1999. Alpensymbolik und Alpenforschung im jungen Bundesstaat von 1848, in: David Gugerli (Hg.): *Vermessene Landschaften: Kulturgeschichte und technische Praxis im 19. und 20. Jahrhundert*, Zürich: Chronos, S. 181–193.
- Eisenstadt, Peter 1990. *Weather and Weather Forecasting in Colonial America*, Ph. D. Dissertation New York University.
- Emeis, Stefan und Cornelia Lüdecke (Hg.) 2005. *From Beaufort to Bjerknes and beyond: Critical perspectives on observing, analyzing, and predicting weather and climate*, Augsburg: Rauner.
- Endfield, Georgina H. und Carol Morris 2012. Exploring the role of the amateur in the production and circulation of meteorological knowledge, in: *Climatic Change*, 113 (1), S. 69–89.
- Epper, Josef 1907. *Die Entwicklung der Hydrometrie in der Schweiz*, Bern: Buchdruck von Rösch & Schatzmann.
- Ergebnisse der Täglichen Niederschlagsmessungen auf den Meteorologischen- und Regenmess-Stationen in der Schweiz*, ab 1901.
- Erk, Fritz 1891. Internationale Meteorologenkonferenz in München, 26. August bis 2. September 1891, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 8, S. 461–469.

- Erk, Fritz 1896. Die internationale Meteorologen-Konferenz in Paris (17. bis 23. September 1896), in: *Meteorologische Zeitschrift*, 13, S. 461–645.
- Erne, Emil 1988. *Die schweizerischen Sozietäten: Lexikalische Darstellung der Reformgesellschaften des 18. Jahrhunderts in der Schweiz*, Zürich: Chronos.
- Ernst, Andreas M., Albert Tanner und Matthias Weishaupt (Hg.) 1998. *Revolution und Innovation: Die konfliktreiche Entstehung des schweizerischen Bundesstaates von 1848*, Zürich: Chronos.
1906. Essais décevants, in: *Journal et Feuille d’Avis du Valais*, 5. Juli.
- Fäh, Donat und Remo Grolimund 2014. Seismografen der Risikokultur: Ein Jahrhundert der Erdbebenüberwachung in der Schweiz, in: *traverse. Zeitschrift für Geschichte*, 21 (3), S. 83–93.
- Fäh, Emil 1954. *Die Hagelversicherung in der Schweiz in Vergangenheit und Gegenwart: Zum 75jährigen Bestehen der Schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft 1880–1954*, Zürich.
- Fankhauser, Franz 1872. Die forstlich-meteorologischen Stationen im Kanton Bern, in: *Zeitschrift für schweizerische Statistik*, 8, S. 226–232.
- Federhofer, Marie-Theres 2002. Wetterzeichen: Zum meteorologischen Kodierungsverfahren Jacob Nicolai Wilses (1735–1801), in: Robert Seidel (Hg.): *Die exakten Wissenschaften zwischen Dilettantismus und Professionalität: Studien zur Herausbildung eines modernen Wissenschaftsbetriebs im Europa des 18. Jahrhunderts* (Cardanus, 2), Heidelberg: Palatina, S. 13–29.
- Félix, Christian und Thomas Konzelmann 2016. Surface precipitation measurements, in: Saskia Willemse und Markus Furger (Hg.): *From weather observations to atmospheric and climate sciences in Switzerland: Celebrating 100 years of the Swiss Society for Meteorology*, Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 125–140.
- Felsch, Philipp 2005. Aufsteigesysteme 1800–1900, in: David Gugerli, Michael Hagner, Michael Hampe, Barbara Orland, Philipp Sarasin und Jakob Tanner (Hg.): *Bilder der Natur: Sprachen der Technik* (Nach Feierabend. Zürcher Jahrbuch für Wissenschaftsgeschichte), Berlin: Diaphanes, S. 15–32.
- Felsch, Philipp 2007. *Laborlandschaften: Physiologische Alpenreisen im 19. Jahrhundert*, Göttingen: Wallstein.
- Ficker, Heinrich von 1951. *Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien 1851–1951*, Wien: In Kommission bei Springer-Verlag, Österreichische Staatsdruckerei.
- Fielding Reid, Harry und E. Muret 1906. Les variations périodiques des glaciers. XI^{me} Rapport, 1905: Rédigé au nom de la Commission internationale des glaciers, in: *Zeitschrift für Gletscherkunde, für Eiszeitforschung und Geschichte des Klimas*, 1 (3), S. 161–181.
- Fierro, Alfred 1991. *Histoire de la météorologie*, Paris: Denoël.
- Fleck, Ludwik 1980 [1935]. *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache: Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*, Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Fleming, James R. 1990. *Meteorology in America, 1800–1870*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Fleming, James R. 1998. *Historical Perspectives on Climate Change*, New York: Oxford University Press.

- Fleming, James R. 2000. Storms, Strikes, and Surveillance: The U. S. Army Signal Office, 1861–1891, in: *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 30 (2), S. 315–332.
- Fleming, James R. 2005. Telegraphing the Weather: Military Meteorology, Strategy and «Homeland Security» on the American Frontier in the 1870s, in: Steven A. Walton (Hg.): *Instrumental in War: Science, Research, and Instruments Between Knowledge and the World*, Leiden: Brill, S. 153–178.
- Fleming, James R. 2010. Fixing the Sky: *The Checkered History of Weather and Climate Control*, New York: Columbia University Press.
- Fleming, James R. 2014. Climate, Change, History, in: *Environment and History*, 20 (4), S. 577–586.
- Fleming, James R. 2015. Weather and Climate as Shape-Shifting Nouns: Gordian Knots of Understanding and Prevision, in: *History of Meteorology*, 7, S. 1–13.
- Fleming, James R. 2016. *Inventing Atmospheric Science: Bjerknes, Rossby, Wexler, and the Foundations of Modern Meteorology*, Cambridge, MA, London: The MIT Press.
- Fleming, James R. und Vladimir Janković 2011. Revisiting Klima, in: *Osiris*, 26, S. 1–15.
- Fleming, James R., Vladimir Janković und Deborah R. Coen (Hg.) 2006a. *Intimate Universality: Local and Global Themes in the History of Weather and Climate*, Sagamore Beach, MA: Science History Publications.
- Fleming, James R., Vladimir Janković und Deborah R. Coen 2006b. Introduction, in: James R. Fleming, Vladimir Janković und Deborah R. Coen (Hg.): *Intimate Universality: Local and Global Themes in the History of Weather and Climate*, Sagamore Beach, MA: Science History Publications, S. ix–xx.
- Fliri, Franz 1967–1969 (1970). Probleme und Methoden einer gesamtalpinen Klimatographie, in: *Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft von Bern*, 49, S. 113–127.
- Forel, François-Alphonse 1880–1881a. Les variations périodiques des glaciers des Alpes, in: *L'Écho des Alpes. Publication des Sections romandes du Club Alpin Suisse*, Nr. 1, S. 20–46.
- Forel, François-Alphonse 1880–1881b. Correspondance aux membres du club alpin suisse, in: *L'Écho des Alpes. Publication des Sections romandes du Club Alpin Suisse*, Nr. 2, S. 141–142.
- Forel, François-Alphonse 1881a. Essai sur les variations périodiques des glaciers, in: *Archives des sciences physiques et naturelles*, 6, S. 5–39.
- Forel, François-Alphonse 1881b. Essai sur les variations périodiques, in: *Archives des sciences physiques et naturelles*, 6, S. 448–460.
- Forel, François-Alphonse 1882a. Die Vermessung des Rhone-Gletschers durch den Schweizer Alpenclub: Referat beim IV. internationalen alpinen Congress in Salzburg, in: *Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins*, 8, S. 301–317.
- Forel, François-Alphonse 1882b. Les variations périodiques des glaciers des alpes: Deuxième rapport – 1881, in: *L'Écho des Alpes – Publication des Sections romandes du Club Alpin Suisse*, Nr. 2, S. 138–150.
- Forel, François-Alphonse 1887. Rapport de la Commission de publication des Mémoires 1886–1887, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 70, S. 81–82.
- Forel, François-Alphonse 1887–1888 (1888). Les variations periodiques des glaciers

- des Alpes: Huitième rapport – 1887, in: *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub*, 23, S. 257–287.
- Forel, François-Alphonse 1891–1892 (1892). Les variations périodiques des glaciers des Alpes: Douzième rapport – 1891, in: *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub*, 27, S. 290–307.
- Forel, François-Alphonse 1895. Les variations périodiques des glaciers, in: *Archives des sciences physiques et naturelles*, 34, S. 209–229.
- Forel, François-Alphonse 1899. Commission Internationale des glaciers: Rapport de la Commission lu dans l'assemblée générale du 22 août (3 septembre), in: Feodosii N. Chernyshev (Hg.): *Congrès géologique international: Compte rendu de la VII session*, St. Pétersbourg, 1897, St Pétersbourg: Stassulévitsch, S. CXCVI–CCIII.
- Forel, François-Alphonse 1900. Les variations périodiques des Glaciers, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 83, S. 51–63.
- Forel, François-Alphonse 1906. Le glacier du Rhône, in: Charles Knapp, Maurice Borel und Victor Attinger (Hg.): *Dictionnaire géographique de la Suisse*, Volume 4, Neuchâtel: Attinger, S. 102–106.
- Forel, François-Alphonse 1911. Les variations périodiques des glaciers, in: *Bibliothèque universelle et Revue suisse*, 64, S. 537–559.
- Forel, François-Alphonse, Maurice Lugeon und Ernest Muret 1901/02 (1902). Les variations périodiques des glaciers des Alpes: Vingt-deuxième rapport – 1901, in: *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub*, 37, S. 193–218.
- Forel, François-Alphonse, Maurice Lugeon und Ernest Muret 1902/03 (1903). Les variations périodiques des glaciers des Alpes: Vingt-troisième rapport – 1902, in: *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub*, 38, S. 299–326.
- Forel, François-Alphonse, Ernest Muret und Paul-Louis Mercanton 1910/11 (1911). Les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses: Trente et unième rapport – 1910, in: *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub*, 46, S. 251–272.
- Forel, François D. C. (Hg.) 2012. *Forel et le Léman: Aux sources de la limnologie*, Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- Forêt, Philippe 2013. Climate Change: A Challenge to the Geographers of Colonial Asia, in: *Perspectives*, 9, S. 21–23.
- Fox, Robert 2012. *The Savant and the State: Science and Cultural Politics in Nineteenth-Century France*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Frängsmyr, Tore, John L. Heilbron und Robin E. Rider (Hg.) 1990. *The Quantifying Spirit in the Eighteenth Century*, Berkeley: University of California Press.
- Frank, Alison F. 2012. The Air Cure Town: Commodifying Mountain Air in Alpine Central Europe, in: *Central European History*, 45 (2), S. 185–207.
- Franzmann, Andreas, Axel Jansen und Peter Münte (Hg.) 2015. *Legitimizing Science: National and Global Public, 1800–2010*, Frankfurt am Main: Campus.
- Fraschina, Guiseppe 1860. Prima seduta generale, in: *Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali*, 44, S. 13–17.
- Frei, Alban und Malte Bachem 2013. Tagungsbericht: «global – lokal». 3. Schweizerische Geschichtstage: Querschnittsbericht «Wissensgeschichte», 7. 2. 2013–9. 2. 2013, Freiburg (Schweiz), in: *H-Soz-Kult*, www.hsozkult.de/conferencereport/id/tagungsberichte-4738, 12. 5. 2013 (aufgerufen am 29. 5. 2017).

- Fresso, Jean-Baptiste und Fabien Locher 2010. Le climat fragile de la modernité: Petite histoire climatique de la réflexivité environnementale, in: *La vie des idées*, www.lavie-desidees.fr/Le-climat-fragile-de-la-modernite.html, 20. 4. 2010 (aufgerufen am 10. 11. 2016).
- Fresso, Jean-Baptiste und Fabien Locher 2015. L'agir humain sur le climat et la naissance de la climatologie historique, XVII^e-XVIII^e siècles, in: *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 62 (1), S. 48–78.
- Fresso, Jean-Baptiste und Fabien Locher 2019 (im Erscheinen). *Le climat fragile de la modernité. Une histoire longue du changement climatique (XVII^e-XIX^e siècle)*, Paris: Seuil.
- Frey-Herosé, Friedrich 1850. Eröffnungsrede bei der 35sten Jahresversammlung der allgemeinen Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, in: *Compte rendu de la Société helvétique des sciences naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 35, S. 1–24.
- Friedman, Robert M. 1989. *Appropriating the Weather: Vilhelm Bjerknes and the Construction of a Modern Meteorology*, Ithaca: Cornell University Press.
1885. Friedrich Brunner, ein Mäcen der Meteorologie, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 2, S. 312.
- Frietsch, Ute 2015. Grenzen von Wissenschaft/Pseudowissenschaft, in: *Europäische Geschichte Online (EGO)*, <http://ieg-ego.eu/de/threads/crossroads/wissensraeume/ute-frietsch-grenzen-von-wissenschaft-pseudowissenschaft>, 14. 1. 2015 (aufgerufen am 23. 1. 2017).
- Fritscher, Bernhard 2014. Klimalehren, in: *Enzyklopädie der Neuzeit*, Online-Ausgabe, http://dx.doi.org/10.1163/2352-0248_edn_a2134000 (aufgerufen am 8. 7. 2016).
- Funk, Martin 2012. Glaciologie: Evolution des glaciers dans les Alpes suisses, in: François D. C. Forel (Hg.): *Forel et le Léman: Aux sources de la limnologie*, Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, S. 241–248.
- Galison, Peter und Lorraine Daston 2006. Wissenschaftliche Koordination als Ethos und Epistemologie, in: Helmar Schramm, Ludger Schwarte und Jan Lazardzig (Hg.): *Instrumente in Kunst und Wissenschaft: Zur Architektonik kultureller Grenzen im 17. Jahrhundert*, Berlin, New York: De Gruyter, S. 319–357.
- Gamper, Michael 2011. Meteorologie als vergleichende Wissenschaft zwischen Empirie und Fiktion, ca. 1770–1850, in: Michael Eggers (Hg.): *Von Ähnlichkeiten und Unterschieden: Vergleich, Analogie und Klassifikation in Wissenschaft und Literatur (18./19. Jahrhundert)*, Heidelberg: Universitätsverlag Winter, S. 223–250.
- Gamper, Michael 2014. Rätsel der Atmosphäre: Umriss einer «literarischen Meteorologie», in: *Zeitschrift für Germanistik*, 24, S. 229–243.
- Garbald, J. 1909. Agostino Garbald [Nachruf], in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 92, Nekrologe, S. 61–63.
- Gautier, Alfred 1843. Notice historique sur les observations météorologiques faites à Genève: lue à la Société de Physique et d'Histoire Naturelle, le 17 novembre 1842, in: *Bibliothèque universelle de Genève*, 43, S. 128–162.
- Gautier, Raoul und Henri Duaimé 1903. Quelques chiffres relatifs aux saints de glace, in: *Archives des sciences physiques et naturelles*, 15, S. 545–557.
- Gelhard, Andreas, Ruben Hackler und Sandro Zanetti (Hg.) 2019 (im Erscheinen). *Epi-*

- stemische Tugenden: Zur Geschichte und Gegenwart eines Konzepts*, Tübingen: Mohr Siebeck.
- Geppert, Dominik 2010. Zwischen Nationalisierung und Internationalisierung: Europäische Auslandsberichterstattung um 1900, in: Ute Daniel und Axel Schildt (Hg.): *Massenmedien in Europa des 20. Jahrhunderts*, Köln: Böhlau, S. 203–228.
- Germann, Georg (Hg.) 2014. *Das Multitalent Philipp Gosset 1838–1911: Alpinist, Gletscherforscher, Ingenieur, Landschaftsgärtner*, Topograf, Baden: hier + jetzt.
- Geschäftsbericht der Schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft in Zürich* (SHV), pro 1881 (2), pro 1882 (3), pro 1886 (7), pro 1887 (8), pro 1888 (9), pro 1890 (11), pro 1893 (14), pro 1894 (15), pro 1895 (16).
- 1883 (1884). Gewitterbeobachtungen im Jahre 1883, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 20, Anhang No. 3.
- 1884 (1885). Gewitterbeobachtungen im Jahre 1884, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 21, Anhang No. 3.
- 1885 (1886). Gewitterbeobachtungen im Jahre 1885, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 22, Anhang No. 3.
- 1886 (1887). Gewitterbeobachtungen im Jahre 1886, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 23, Anhang No. 3.
- 1887 (1888). Gewitterbeobachtungen im Jahre 1887, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 24, Anhang No. 3.
- 1888 (1889). Gewitterbeobachtungen im Jahre 1888, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 25, Anhang No. 3.
- 1890 (1891). Gewitterbeobachtungen im Jahre 1890, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 27, Anhang No. 3.
- 1893 (1895). Gewitterbeobachtungen im Jahre 1893, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 30, Anhang No. 3.
- 1901 (1903). Gewitterbeobachtungen im Jahre 1901, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 38, Anhang No. 3.
- Geyer, Martin H. und Johannes Paulmann 2001. Introduction: The Mechanics of Internationalism, in: Martin H. Geyer und Johannes Paulmann (Hg.): *The Mechanics of Internationalism: Culture, Society, and Politics from the 1840s to the First World War*, Oxford: Oxford University Press, S. 1–25.
- Gieryn, Thomas F. 1983. Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists, in: *American Sociological Review*, 48 (6), S. 781–795.
- Gieryn, Thomas F. 1999. *Cultural Boundaries of Science: Credibility on the Line*, Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Girsberger, Johannes 1903. *Auszug aus den Berichten der Wetterwehr-Genossenschaft am rechten Zürichseeufer über ihre Tätigkeit in den Jahren 1901 und 1902*, Zürich: Buchdruckerei des Schweiz. Grütlivereins.
- Girsberger, Johannes 1905. *Die heutigen Ansichten über die Wirkung des Wetterschiessens. Die heutigen Hilfsmittel zur Bekämpfung der Hagelwetter*, Zürich: Separatabdruck aus dem «Zürcher Bauer».
- Gisler, Monika, Katja Hürlimann und Agnes Nienhaus 2003. «Naturkatastrophen»: Einleitung, in: *traverse. Zeitschrift für Geschichte*, 10 (3), S. 7–13.

- Gissibl, Bernhard, Sabine Höhler und Patrick Kupper (Hg.) 2012. *Civilizing Nature: National Parks in Global Historical Perspective*, New York: Berghahn Books.
- Gläser, Jochen 2006. *Wissenschaftliche Produktionsgemeinschaften: Die soziale Ordnung der Forschung*, Frankfurt am Main: Campus.
- Glaus, Beat 1993. Rudolf Wolf: Lehrer, Forschungsorganisator und Wissenschaftshistoriker: Zu seinem 100. Todesjahr, in: *Gesnerus*, 50 (3–4), S. 223–241.
- Goldstein, Daniel 1994. «Yours for Science»: The Smithsonian Institution's Correspondents and the Shape of Scientific Community in Nineteenth-Century America, in: *Isis*, 85 (4), S. 573–599.
- Golinski, Jan 2007. *British Weather and the Climate of Enlightenment*, Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Golinski, Jan 2008. American Climate and the Civilization of Nature, in: James Delbourgo und Nicolas Dew (Hg.): *Science and Empire in the Atlantic World*, New York: Routledge, S. 153–174.
- Gooday, Graeme 2012. «Vague and Artificial»: The Historically Elusive Distinction between Pure and Applied Science, in: *Isis*, 103 (3), S. 546–554.
- Goschler, Constantin 2002. Deutsche Naturwissenschaft und naturwissenschaftliche Deutsche: Rudolf Virchow und die «deutsche Wissenschaft», in: Ralph Jessen und Jakob Vogel (Hg.): *Wissenschaft und Nation in der europäischen Geschichte*, Frankfurt am Main: Campus, S. 97–114.
- Graf, Felix und Eberhard Wolff (Hg.) 2010. *Zauber Berge: Die Schweiz als Krafraum und Sanatorium*, Baden: hier + jetzt.
- Gramelsberger, Gabriele 2017. Calculating the weather: Emerging cultures of prediction in late 19th- and early 20th-century Europe, in: Matthias Heymann, Gabriele Gramelsberger und Martin Mahony (Hg.): *Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science: Epistemic and Cultural Shifts in Computer-based Modelling and Simulation*, Abingdon, New York: Routledge, S. 45–67.
- Greene, Mott T. 2015. *Alfred Wegener: Science, Exploration, and the Theory of Continental Drift*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Greyerz, Kaspar, Silvia Flubacher und Philipp Senn (Hg.) 2013. *Wissenschaftsgeschichte und Geschichte des Wissens im Dialog – Connecting Science and Knowledge: Schauplätze der Forschung – Scenes of Research*, Göttingen: V&R unipress.
- Grolimund, Remo 2015. «Nach uns die Angestellten»: Alfred de Quervain und die Anfänge des Schweizerischen Erdbebendienstes, in: Patrick Kupper und Bernhard Schär (Hg.): *Die Naturforschenden: Auf der Suche nach Wissen über die Schweiz und die Welt, 1800–2015*, Baden: hier + jetzt, S. 175–191.
- Grolimund, Remo und Donat Fäh 2014. *Earthquake Observation and Documentation by the Swiss Earthquake Commission 1880–1912: Preliminary results of the historical-critical revision of the Earthquake Catalogue of Switzerland in the pre-instrumental period of systematic earthquake observation*, Zürich: Schweizerischer Erdbebendienst an der ETH Zürich.
- Grosser, Hermann 1981. Hundert Jahre Säntis-Wetterwarte (1882–1982), in: *Appenzellische Jahrbücher*, 109, S. 43–70.
- Gugerli, David 1996. *Redeströme: Zur Elektrifizierung der Schweiz, 1880–1914*, Zürich: Chronos.
- Gugerli, David 1998. Kartographie und Bundesstaat: Zur Lesbarkeit der Nation im

19. Jahrhundert, in: Andreas M. Ernst, Albert Tanner und Matthias Weishaupt (Hg.): *Revolution und Innovation: Die konfliktreiche Entstehung des schweizerischen Bundesstaates von 1848*, Zürich: Chronos, S. 199–215.
- Gugerli, David 1999. Die wissenschaftlich-technische Landschaft des jungen Bundesstaates, in: Alexander Ruch (Hg.): *1848/1998 – 150 Jahre Schweizerischer Bundesstaat: Referate der Veranstaltung vom 5. November 1998*, Zürich: Institut für Geschichte der ETHZ, S. 21–40.
- Gugerli, David, Michael Hagner, Michael Hampe, Barbara Orland, Philipp Sarasin und Jakob Tanner (Hg.) 2007. *Daten* (Nach Feierabend. Zürcher Jahrbuch für Wissenschaftsgeschichte, 3), Berlin: Diaphanes.
- Gugerli, David 2014. Resonanzen der Risikogesellschaft: Zu Risiken und Nebenwirkungen eines populären Begriffs, in: *traverse. Zeitschrift für Geschichte*, 21 (3), S. 27–36.
- Gugerli, David, Patrick Kupper und Daniel Speich 2005. *Die Zukunftsmaschine: Konjunkturen der ETH Zürich 1855–2005*, Zürich: Chronos.
- Gugerli, David und Daniel Speich 2002. *Topografien der Nation: Politik, kartografische Ordnung und Landschaft im 19. Jahrhundert*, Zürich: Chronos.
- Guillemain, Hervé und Nathalie Richard 2016. Introduction: Towards a Contemporary Historiography of Amateurs in Science (18th–20th Century), in: *Gesnerus*, 73 (2), S. 201–237.
- Guldin, Rainer 2014. *Politische Landschaften: Zum Verhältnis von Raum und nationaler Identität*, Bielefeld: Transcript.
- Haas, Peter M. 1992. Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination, in: *International Organization*, 46 (1), S. 1–35.
- Haerberli, Wilfried und Heinz J. Zumbühl 2003. Schwankungen der Alpengletscher im Wandel von Klima und Perzeption, in: François Jeanneret und Karina Liechti (Hg.): *Welt der Alpen – Gebirge der Welt: Ressourcen, Akteure, Perspektiven*, Bern: Haupt, S. 77–92.
- Häfelin, Johann 1955. Die Gliederung der Schweiz in Wetterprognosenbezirke, in: *Geographica Helvetica*, 10 (1), S. 12–15.
- Häfelin, Johann 1974. *Vom Telegraph zum Computer: Entwicklung des schweizerischen Wetterdienstes seit seinen Anfängen bis zur Inbetriebnahme der elektronischen Datenverarbeitungsanlage im Jahre 1974*, Zürich: Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt.
- Hafer, Adam und Karl Schramm 1883. *Denkschrift betreffend die Bundessubvention für die Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft in Zürich*, Zürich: Schabelitz.
- Hagenbach-Bischoff, Eduard 1876. Ueber die physikalisch-topographische Aufnahme des Rhonengletschers durch Herrn Ingenieur Gosset in den Jahren 1874–1876, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 59, S. 158–166.
- Hagenbach-Bischoff, Eduard 1880. Bericht des Centralcomité für 1879/80, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 63, S. 59–69.
- Hagenbach-Bischoff, Eduard 1881. Bericht der Delegierten betreffend Reorganisation der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 64, S. 108–111.

- Hagenbach-Bischoff, Eduard 1895. Bericht der Gletscherkommission vom Jahre 1894/95, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 78, S. 115–125.
- Hagenbach-Bischoff, Eduard 1900. *Vermessungen am Rhone-Gletscher während 25 Jahren: Vortrag gehalten auf dem VII. internationalen Geographen-Kongress in Berlin im Jahr 1899*, Sonderabdruck aus den Verhandlungen des VII. internationalen Geographen-Kongresses in Berlin, 1899, Berlin: Wilhelm Greve.
- Halberg, Franz, Germaine Cornélissen, Karl-Heinz Bernhardt, Mickey L. Sampson, Othild Schwartzkopff und Diana Sonntag 2010. Egeson's (George's) transtridecadal weather cycling and sunspots, in: *History of Geo- and Space Sciences*, 1 (2), S. 49–61.
- Haller Lea 2006. *Reine und angewandte Forschung: Zur Praxis einer Grenzziehung, ETH Zürich, 1918–1952*, Lizenziatsarbeit Universität Zürich, Philosophische Fakultät.
- Hamberg, Axel 1930. Das Schicksal der internationalen Gletscherkommission, in: *Geografiska Annaler*, 12, S. 112–124.
- Hamblyn, Richard 2001. *The Invention of Clouds: How an Amateur Meteorologist Forged the Language of the Skies*, New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Hammerl, Christa, Wolfgang Lenhardt, Reinhold Steinacker und Peter Steinhauser (Hg.) 2001. *Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik 1851–2001: 150 Jahre Meteorologie und Geophysik in Österreich*, Graz: Leykam.
- Hann, Julius 1870. Ueber das Klima der höchsten Alpenregionen, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 5, S. 160–169, 193–205.
- Hann, Julius 1878. Über die Aufgaben der Meteorologie der Gegenwart: Vortrag gehalten in der Feierlichen Sitzung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am XXIX. Mai MDCCCLXXVIII, in: *Die Feierliche Sitzung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften am 29. Mai 1878*, Wien: K. K. Hof- und Staatsdruckerei, S. 111–136.
- Hann, Julius 1879a. *Bericht erstattet dem zweiten internationalen Meteorologen-Congress über die Beobachtungen auf hohen Bergen und im Luftballon (Punkt 30 des Programms)*, Wien: K. K. Hof- und Staatsdruckerei.
- Hann, Julius 1879b. Zur Frage der Nothwendigkeit einer absoluten Uebereinstimmung der Beobachtungstermine, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 14, S. 263–265.
- Hann, Julius 1881. Einige Bemerkungen zur Frage über eine directere Nutzbarmachung der meteorologischen Beobachtungen für die Bodencultur, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 16, S. 461–468.
- Hann, Julius 1883. *Handbuch der Klimatologie*, Stuttgart: J. Engelhorn.
- Hann, Julius 1887. Zur Geschichte der meteorologischen Station auf dem Hohen Sonnblick, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 4, S. 42–45.
- Hann, Julius 1898. Ueber die Reduktion kürzerer Reihen von Niederschlagsmessungen auf die langjährige Reihe einer Nachbarstation, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 15, S. 121–133.
- Hann, Julius 1901. *Lehrbuch der Meteorologie*, Leipzig: Chr. Herm. Tauchnitz.
- Hann, Julius 1904. *Klimatographie von Niederösterreich* (Klimatographie von Oesterreich, 1), Wien: W. Braumüller.

- Hann, Julius 1906. *Lehrbuch der Meteorologie*, Zweite, neubearbeitete Auflage, Leipzig: Chr. Herm. Tauchnitz.
- Hann, Julius 1908. *Handbuch der Klimatologie*, Bd. I: *Allgemeine Klimalehre*, Dritte, wesentlich umgearbeitete und vermehrte Auflage, Stuttgart: J. Engelhorn.
- Hannig, Nicolai 2015. Die Suche nach Prävention: Naturgefahren im 19. und 20. Jahrhundert, in: *Historische Zeitschrift*, 300, S. 33–65.
- Harding, James S. 1887. The German Meteorological Office, in: *Nature*, 36 (922), S. 205–206.
- Harper, Kristine C. 2008. *Weather By the Numbers: The Genesis of Modern Meteorology*, Cambridge, MA, London: The MIT Press.
- Harrison, Carol E. und Ann Johnson (Hg.) 2009. *National Identity: The Role of Science and Technology* (Osiris, 24), Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Härry, Arnold 1914. Die Entwicklung der Ausnutzung der schweizerischen Wasserkräfte, in: Komitee der Gruppe 34 «Wasserwirtschaft» der Schweiz. Landesausstellung in Bern im Jahre 1914 (Hg.): *Die Wasserwirtschaft in der Schweiz*, Bern, S. 63–115.
- Hartmann, Adolf 1911. Geschichte der Aargauischen Naturforschenden Gesellschaft während des ersten Jahrhunderts ihres Bestandes mit besonderer Berücksichtigung der letzten 50 Jahre, nach Protokollen und Publikationen bearbeitet, in: *Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft*, 12, S. VIII–XXXI.
- Hartmann, Heinrich und Jakob Vogel 2010. Prognosen: Wissenschaftliche Praxis im öffentlichen Raum, in: Heinrich Hartmann und Jakob Vogel (Hg.): *Zukunftswissen: Prognosen in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft seit 1900*, Frankfurt am Main: Campus, S. 7–29.
- Hasler, E. 1902. *Wetterwehr Rechtes Zürichsee-Ufer: Rechnung über Anlage und Betrieb pro 1901*, Stäfa: Buchdruckerei Stäfa A.–G.
- Haslinger, Peter 2005. Die «Arbeit am nationalen Raum»: Kommunikation und Territorium im Prozess der Nationalisierung, in: *Comparativ*, 15 (2), S. 9–21.
- Hauser, Albert 1973. *Bauernregeln: Eine schweizerische Sammlung*, Zürich: Artemis-Verlag.
- Hauser, Paul 1925. *Geschichte der Hagelversicherung in der Schweiz*, Dissertation der rechts- und staatswissenschaftlichen Fakultät der Universität Zürich, Zürich: Hans A. Gutzwiller Aktiengesellschaft.
- Hawes, Joseph M. 1966. The Signal Corps and Its Weather Service, 1870–1890, in: *Military Affairs*, 30 (2), S. 68–78.
- Heer, Oswald 1844. Aufforderung zur Untersuchung der periodischen Erscheinungen in der Pflanzen und Thierwelt, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 29, S. 134–156.
- Hefty-Gysi, Mathias 1953. Zur Geschichte der naturkundlichen Erforschung des Aargaus, in: *Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft*, 24, S. 249–286.
- Heim, Albert 1899a. Die Fahrt der Wega, in: Albert Heim, Julius Maurer und Eduard Spelterini (Hg.): *Die Fahrt der «Wega» über Alpen und Jura am 3. Oktober 1898*, Basel: Benno Schwabe, S. 19–81.
- Heim, Albert 1899b. Erste Veranlassung und Vorbereitung zur wissenschaftlichen Ballonfahrt über die Alpen, in: Albert Heim, Julius Maurer und Eduard Spelterini

- (Hg.): *Die Fahrt der «Wega» über Alpen und Jura am 3. Oktober 1898*, Basel: Benno Schwabe, S. 1–11.
- Heim, Albert 1915a. Die Geologische Kommission, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 97, Teilband «Centenaire de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Jahrhundertfeier der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft», S. 78–129.
- Heim, Albert 1915b. Die Gletscherkommission, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 97, Teilband «Centenaire de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Jahrhundertfeier der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft», S. 171–180.
- Heim, Albert 1916a. Vorwort, in: Paul-Louis Mercanton (Hg.): *Vermessungen am Rhonegletscher, 1874–1915*, Basel: Kommissions-Verlag von Georg & Co., S. 17–23.
- Heim, Albert 1916b. Begleitworte zur Vorlage des Rhonegletscherbandes, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 98, Bd. 2, S. 87–89.
- Heim, Albert 1917. *Vaterländische Naturforschung mit Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die heutigen Zeitverhältnisse: Vortrag gehalten im Auftrage des Zentralkomitees der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft vor Vertretern der Bundesversammlung*, Bern: A. Francke.
- Heim, Albert, Julius Maurer und Eduard Spelterini (Hg.) 1899. *Die Fahrt der «Wega» über Alpen und Jura am 3. Oktober 1898*, Basel: Benno Schwabe.
- Heintz, Bettina 2007. Zahlen, Wissen, Objektivität: Wissenschaftssoziologische Perspektiven, in: Andrea Mennicken und Hendrik Vollmer (Hg.): *Zahlenwerk: Kalkulation, Organisation und Gesellschaft*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 65–85.
- Held, Leonz 1916. Die Vermessungsarbeiten, in: Paul-Louis Mercanton (Hg.): *Vermessungen am Rhonegletscher, 1874–1915*, Basel: Kommissions-Verlag von Georg & Co, S. 24–36.
- Hellmann, Gustav 1878. *Die Organisation des meteorologischen Dienstes in den Hauptstaaten Europa's: Erster Teil*, Separatdruck aus der Zeitschrift des königlich preussischen statistischen Bureau's, Jahrgang 1878, Berlin.
- Hellmann, Gustav 1880. *Die Organisation des meteorologischen Dienstes in den Hauptstaaten Europa's: Zweiter Theil*, Separatdruck aus der Zeitschrift des königlich preussischen statistischen Bureau's, Jahrgang 1880, Berlin.
- Hellmann, Gustav 1885a. Ein alter und neuer Vorschlag an das internationale meteorologische Comité, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 20, S. 312–314.
- Hellmann, Gustav 1885b. Neue Regen- und Schneemesser, in: *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 5, S. 89–90.
- Hellmann, Gustav 1886. Beiträge zur Kenntniss der Niederschlagsverhältnisse von Deutschland, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 3, S. 429–437, 473–485.
- Hellmann, Gustav (Hg.) 1897. *Meteorologische Karten* (Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus, 8), Berlin: Asher.
- Hellmann, Gustav 1901. Die Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen bis zum Ende des XVII. Jahrhunderts, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 18, S. 145–157.

- Hellmann, Gustav 1907. Internationale meteorologische Arbeit, in: *Internationale Wochenschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik*, 1, Sp. 219–226.
- Hellmann, Gustav 1908. Über die extremen Schwankungen des Regenfalls, in: *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 9, S. 605–613.
- Hellmann, Gustav 1917. *Beiträge zur Geschichte der Meteorologie*, Zweiter Band, Berlin: Behrend & Co.
- Hellmann, Gustav und H. Hildebrand Hildebrandsson 1907. *Internationaler Meteorologischer Kodex: Im Auftrage des Internationalen Meteorologischen Komitees*, Berlin: Behrend & Co.
- Hellmann, Gustav und Hugo H. Hildebrandsson 1911. *Internationaler meteorologischer Kodex*, Zweite vermehrte Auflage, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hentschel, Klaus (Hg.) 2008. *Unsichtbare Hände: Zur Rolle von Laborassistenten, Mechanikern, Zeichnern u. a. Amanuenses in der physikalischen Forschungs- und Entwicklungsarbeit*, Diepholz, Stuttgart, Berlin: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik.
- Hergesell, Hugo 1900. Ergebnisse der internationalen Ballonfahrten, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 17, S. 1–28.
- Hergesell, Hugo 1903. Internationale Beobachtungen am 7. Mai 1903, in: *Beobachtungen mit bemannten, unbemannten Ballons und Drachen sowie auf Berg- und Wolkenstationen. Veröffentlichungen der Internationalen Kommission für wissenschaftliche Luftschiffahrt*, S. 156–191.
- Herren, Madeleine 1998. Internationalismus als Aussenpolitik: Zur internationalen Vernetzung des schweizerischen Bundesstaates 1848–1914, in: Brigitte Studer (Hg.): *Etappen des Bundesstaates: Staats- und Nationsbildung der Schweiz, 1848–1998*, Zürich: Chronos, S. 127–143.
- Herren, Madeleine 2000. *Hintertüren zur Macht: Internationalismus und modernisierungsorientierte Außenpolitik in Belgien, der Schweiz und den USA 1865–1914*, München: Oldenbourg.
- Hess, Clemens 1894. *Die Hagelschläge in der Schweiz in den Jahren 1883 bis 1891 und Theorie der Entwicklung und des Verlaufes der Hagelwetter*, Frauenfeld: Huber & Co. Buchdruckerei.
- Heymann, Matthias 2009. Klimakonstruktionen: Von der klassischen Klimatologie zur Klimaforschung, in: *NTM. Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin*, 17 (2), S. 171–197.
- Heymann, Matthias und Dania Achermann 2018. From Climatology to Climate Science in the Twentieth Century, in: Sam White, Christian Pfister und Franz Mauelshagen (Hg.): *The Palgrave Handbook of Climate History*, Basingstoke: Palgrave Macmillan, S. 605–632.
- Heymann, Matthias, Gabriele Gramelsberger und Martin Mahony (Hg.) 2017. *Cultures of Prediction in Atmospheric and Climate Science: Epistemic and Cultural Shifts in Computer-based Modelling and Simulation*, Abingdon, New York: Routledge.
- Hildebrandsson, H. Hildebrand 1895. Remarques sur le Bureau International Météorologique (Appendice II), in: Bureau Central Météorologique de France (Hg.): *Rapports du Comité météorologique international et de la Commission internationale pour l'étude des nuages: Réunion d'Upsal 1894*, Paris: Gauthier-Villars et fils, S. 15–18.

- Hildebrandsson, H. Hildebrand 1913. Über das vorläufige Reglement der internationalen meteorologischen Organisation, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 30, S. 39–41.
- Hildebrandsson, H. Hildebrand, Albert Riggenbach und Léon Teisserenc de Bort 1896. *Atlas international des nuages publié conformément aux décisions du Comité*, Paris: Gauthier-Villars et fils.
- Hildebrandsson, H. Hildebrand und Gustav Hellmann 1909. *Codex of resolutions adopted at International Meteorological Meetings, 1872–1907*, London: Her Majesty's Stationery Office.
- Hirsch, Adolphe 1866. Diminution de la température avec la hauteur entre Neuchâtel et Chaumont, in: *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel*, 7, S. 201–204.
- Hirsch, Adolphe 1879. Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal à la commission d'inspection pour l'année 1878, in: *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel*, 11, S. 1–28.
- Hirsch, Adolphe 1886. Sur le degré d'exactitude des prévisions du temps, in: *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel*, 15, S. 124–129.
- Hirsch, Adolphe 1888. Rapport du directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel à la commission d'inspection pour l'année 1887, in: *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel*, 16, S. 3–26.
- Hoffmeyer, Niels 1874. Synoptische Witterungskarten des k. dänischen meteorologischen Institutes, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 9, S. 225–228.
- Höhler, Sabine 2000. Psychrometer, Variometer, Barograph: Instrumente der Inszenierung von Luftfahrtwissenschaftlern um 1900, in: Christoph Meinel (Hg.): *Instrument – Experiment: Historische Studien*, Berlin: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, S. 325–335.
- Höhler, Sabine 2001. *Luftfahrtforschung und Luftfahrtmythos: Wissenschaftliche Ballonfahrt in Deutschland, 1880–1910*, Frankfurt am Main: Campus.
- Höhler, Sabine 2015a. Inventorier la Terre, in: Kapil Raj und H. Otto Sibum (Hg.): *Histoire des sciences et des savoirs*, t. 2: *Modernité et globalisation*, Paris: Seuil, S. 167–181.
- Höhler, Sabine 2015b. *Spaceship Earth in the Environmental Age, 1960–1990*, London: Pickering & Chatto Publishers.
- Holenstein, André, Hubert Steinke und Martin Stuber (Hg.) 2013. *Scholars in Action: The Practice of Knowledge and the Figure of the Savant in the 18th Century*, 2 Bände, Leiden: Brill.
- Holenstein, André, Martin Stuber und Gerrendina Gerber-Visser (Hg.) 2007. *Nützliche Wissenschaft und Ökonomie im Ancien Régime: Akteure, Themen, Kommunikationsformen* (Cardanus, 7), Heidelberg: Palatina.
- Horn, Eva 2016. Klimatologie um 1800: Zur Genealogie des Anthropozäns, in: Eva Horn und Peter Schnyder (Hg.): *Romantische Klimatologie*, Bielefeld: Transcript, S. 87–102.
- Horn, Eva und Peter Schnyder (Hg.) 2016. *Romantische Klimatologie* (Zeitschrift für Kulturwissenschaften, 1/2016), Bielefeld: Transcript.
- Howard, Daniel 1973. *One Hundred Years of International Co-operation in Meteorology*, London: Her Majesty's Stationery Office.

- logy (1873–1973): *A Historical Review*, Genf: Secretariat of the World Meteorological Organization.
- Howard, Luke 1894. *On the modifications of clouds: Mit einer Einleitung und drei Tafeln Wolkenbilder in Facsimile*, Neudruck der Ausgabe London 1803 (Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus, 3), Berlin: Asher.
- Hughes, Patrick 1970. *A Century of Weather Service: A History of the Birth and Growth of the National Weather Service, 1870–1970*, New York: Gordon and Breach.
- Hulme, Mike 2011. Reducing the Future to Climate: Story of Climate Determinism and Reductionism, in: *Osiris*, 26, S. 245–266.
- Hulme, Mike 2015. Climate and its changes: A cultural appraisal, in: *Geography and Environment*, 2 (1), S. 1–11.
- Humboldt, Alexander von 1845. *Kosmos: Entwurf einer physischen Weltbeschreibung*, Erster Band, Stuttgart, Tübingen: J. G. Cotta'scher Verlag.
- Hüntelmann, Axel C. und Michael C. Schneider 2010a. Einleitung: Wissenschaft im Staat jenseits von Humboldt 1850–1990, in: Axel C. Hüntelmann und Michael C. Schneider (Hg.): *Jenseits von Humboldt: Wissenschaft im Staat 1850–1990*, Frankfurt am Main: Lang, S. 9–23.
- Hüntelmann, Axel C. und Michael C. Schneider (Hg.) 2010b. *Jenseits von Humboldt: Wissenschaft im Staat 1850–1990*, Frankfurt am Main: Lang.
- Hupfer, Franziska 2015. Das Wetter in Tabellen: Christian Gregor Brügger und die Institutionalisierung der Meteorologie, in: Patrick Kupper und Bernhard Schär (Hg.): *Die Naturforschenden: Auf der Suche nach Wissen über die Schweiz und die Welt, 1800–2015*, Baden: hier + jetzt, S. 51–67.
- Hupfer, Franziska 2017. Ein Archiv für Wissenschaft, Staat und Nation: Klimatologische Datenpraktiken in der Schweiz, 1860–1914, in: *NTM. Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin*, 25 (4), S. 435–457.
- Hupfer, Franziska 2018. Regenschauer für den Staat: Niederschlagsstatistik und Anwendungserwartungen in der Schweiz, 1860–1920, in: Nicolas Bilo, Stefan Haas und Michael C. Schneider (Hg.): *Die Zählung der Welt: Kulturgeschichte der Statistik*, Stuttgart: Franz Steiner Verlag, S. 73–96.
- Im Hof, Ulrich 1982. *Das gesellige Jahrhundert: Gesellschaft und Gesellschaften im Zeitalter der Aufklärung*, München: Beck.
- Ingold, Niklaus 2015. *Lichtduschen: Geschichte einer Gesundheitstechnik, 1890–1975*, Zürich: Chronos.
- 1871–1872 (1872). Instruktion für die Gletscherreisenden des schweiz. Alpenclubs, in: *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub*, 7, S. 352–384.
1884. *International Conference Held at Washington for the Purpose of Fixing a Prime Meridian and a Universal Day. October, 1884: Protocols of the Proceedings*, Washington: Gibson Bros.
1875. International Meteorology, in: *Nature*, 12, S. 560–561.
1913. International Meteorology, in: *Nature*, 91, S. 198–200.
1899. Internationaler Kongreß für Meteorologie zu Paris 1889, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 6, S. 317.
- Izeti, Ursula S. 2001. Von Karl Kasthofer zu Elias Landolt: Unterschiedliche Blickwinkel auf die Schweizer Gebirgswälder am Beispiel des Vorderrheintals, in: *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 152 (12), S. 509–514.

- Jaeger, Lutz, Peter Hupfer und Albert Kessler 2006. 100 Jahre globale Wasserbilanz von Eduard Brückner: Eine Würdigung aus heutiger Sicht, in: *Erdkunde*, 60, S. 273–286.
1892. Jahresbericht des Central-Comité der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft für das Jahr 1891/92, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 75, S. 75–80.
- Janković, Vladimir 2000. *Reading the Skies: A Cultural History of English Weather 1650–1820*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Janković, Vladimir 2010. *Confronting the Climate: British Airs and the Making of Environmental Medicine*, New York: Palgrave Macmillan.
- Jasanoff, Sheila (Hg.) 2004. *States of Knowledge: The Co-Production of Science and the Social Order*, London: Routledge.
- Jasanoff, Sheila 2005. *Designs on Nature: Science and Democracy in Europe and the United States*, Princeton: Princeton University Press.
- Jeannot, Pierre, Rolf Philipona und Hans Richner 2016. Swiss upper-air balloon soundings since 1902, in: Saskia Willemsse und Markus Furger (Hg.): *From weather observations to atmospheric and climate sciences in Switzerland: Celebrating 100 years of the Swiss Society for Meteorology*, Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 141–164.
- Jelinek, Carl 1872. Telegraphische Witterungsberichte aus Nord-Amerika, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 7, S. 316–317.
- Jelinek, Carl 1873. Ueber den Zusammenhang der Niederschlagsmengen mit der Häufigkeit der Sonnenflecken: Nach Meldrum, Lockyer, Symons, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 8, S. 81–90.
- Jessen, Ralph und Jakob Vogel (Hg.) 2002. *Wissenschaft und Nation in der europäischen Geschichte*, Frankfurt am Main: Campus.
- Jordanova, Ludmilla 1998. Science and Nationhood: Cultures of Imagined Communities, in: Geoffrey Cubitt (Hg.): *Imagining Nations*, Manchester, New York: Manchester University Press, S. 192–211.
- Jost, Hans Ulrich 2016. *Von Zahlen, Politik und Macht: Geschichte der schweizerischen Statistik*, Zürich: Chronos.
- Jung, Joseph (Hg.) 2015. *Digitale Briefedition Alfred Escher*, Zürich: Alfred Escher-Stiftung, www.briefedition.alfred-escher.ch (aufgerufen am 29. 6. 2017).
- Kaldewey, David 2013. *Wahrheit und Nützlichkeit: Selbstbeschreibungen der Wissenschaft zwischen Autonomie und gesellschaftlicher Relevanz*, Bielefeld: Transcript.
- Kälin, Adi 2015. *Säntis: Berg mit bewegter Geschichte*, Baden: hier + jetzt.
- Kämtz, Ludwig F. 1858. Bemerkungen eines Reisenden über die meteorologischen Berichte in Bünden, in: *Die Rheinquellen*, 21. und 22. Juni.
1907. Kanton Bern – Korr., in: *Oberländisches Volksblatt. Anzeiger von Interlaken*, 3. Februar.
- Kasser, Peter 1986. Hundert Jahre Schweizer Gletscherberichte, in: Peter Kasser, Markus Aellen und Hans Siegenthaler (Hg.): *Die Gletscher der Schweizer Alpen 1977/78 und 1978/79*, Bern: Gletscherkommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, S. 181–231.
- Kasser, Peter 1995. 100 Jahre Gletscherkommission, ihre Entstehung und Geschichte, in: Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (Hg.): *Gletscher im ständigen Wandel: Jubiläums-Symposium der Schweizerischen Gletscherkommission*, Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 11–39.

- Kassner, Carl 1912. Bemerkungen zum vorläufigen Reglement der internationalen meteorologischen Organisation, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 29, S. 336–338.
- Kassner, Carl 1913. Zum vorläufigen Reglement der internationalen meteorologischen Organisation, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 30, S. 150–151.
- Killias, Eduard 1860–61. Litteratur, in: *Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens*, 7, S. 155–167.
- Killias, Eduard 1874. Eröffnungsrede bei der siebenundfünfzigsten Jahresversammlung, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 57, S. 1–29.
- Klemun, Marianne 1994. Aufbau und Organisation des meteorologischen Meßnetzes in Kärnten (19. Jh.), in: *Carinthia*, II, 184/104, S. 97–114.
- Klemun, Marianne 2012. National «Consensus» As Culture and Practice: The Geological Survey in Vienna and the Habsburg Empire (1849–1867), in: Mitchell G. Ash und Jan Surman (Hg.): *The Nationalization of Scientific Knowledge in the Habsburg Empire, 1848–1918*, Basingstoke: Palgrave Macmillan, S. 83–101.
- [o. J., um 1873]. *Klimatischer Kurort Gersau am Vierwaldstättersee: Hotel & Pension Müller*, Zürich.
- [o. J., um 1900]. *Klimatischer Kurort Gersau am Vierwaldstättersee*, Gersau: Buchdruckerei Gebr. Jos. & Carl Müller.
- Kneale, James und Samuel Randalls 2014. Invisible Atmospheric Knowledges in British Insurance Companies, 1830–1914, in: *History of Meteorology*, 6, S. 35–52.
- Knight, David M. 2009. *The Making of Modern Science: Science, Technology, Medicine, and Modernity, 1789–1914*, Cambridge: Polity Press.
- Knorr-Cetina, Karin 1992. Zur Unterkomplexität der Differenzierungstheorie: Empirische Anfragen an die Systemtheorie, in: *Zeitschrift für Soziologie*, 21 (6), S. 406–419.
- Kohler, Robert E. 2002. *Landscapes & Labscapes: Exploring the Lab-Field Border in Biology*, Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Kohler, Robert E. und Jeremy Vetter 2016. The Field, in: Bernard V. Lightman (Hg.): *A Companion to the History of Science*, Chichester UK, Malden MA: John Wiley & Sons, S. 282–295.
- Kohlrausch, Martin und Helmuth Trischler 2014. *Building Europe on Expertise: Innovators, Organizers, Networkers*, Basingstoke, New York: Palgrave Macmillan.
- Kopp, Charles 1866. Rapport de la commission hydrométrique, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 50, S. 219–225.
- Köppen, Wladimir 1873a. Ueber die Errichtung eines internationalen meteorologischen Institutes: Vorschlag an den Wiener meteorologischen Congress, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 8, S. 17–26.
- Köppen, Wladimir 1873b. Ueber mehrjährige Perioden der Witterung, insbesondere über die 11jährige Periode der Temperatur, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 8, S. 241–248, 257–267.
- Köppen, Wladimir 1873c. Ueber Zeitabschnitte und Regeln für die Ableitung der meteorologischen Mittelwerthe, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 8, S. 65–67.
- Köppen, Wladimir 1874. Über die Abhängigkeit des klimatischen Characters der Winde von ihrem Ursprunge, in: *Repertorium für Meteorologie*, 4 (4), S. 1–15.

- Köppen, Wladimir 1884. Prinzipien der Verteilung meteorologischer Stationen, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 1, S. 437–443.
- Köppen, Wladimir 1895. Die gegenwärtige Lage und die neueren Fortschritte der Klimatologie, in: *Geographische Zeitschrift*, 1, S. 613–628.
- Kreis, Georg (Hg.) 2014. *Die Geschichte der Schweiz*, Basel: Schwabe.
- Krajewski, Markus 2007. In Formation: Aufstieg und Fall der Tabelle als Paradigma der Datenverarbeitung, in: David Gugerli, Michael Hagner, Michael Hampe, Barbara Orland, Philipp Sarasin und Jakob Tanner (Hg.): *Daten* (Nach Feierabend. Zürcher Jahrbuch für Wissensgeschichte, 3), Berlin: Diaphanes, S. 37–55.
- Kramer, Thomas und Hilar Stadler (Hg.) 2007. *Eduard Spelterini: Fotografien des Ballonpioniers*, Zürich: Scheidegger und Spiess.
- Krämer, Daniel 2015. «Menschen grasten nun mit dem Vieh»: Die letzte grosse Hungerkrise der Schweiz 1816/17, Basel: Schwabe.
- Kraus, Alexander 2013. Scientists and Heroes: International Arctic Cooperation at the End of the Nineteenth Century, in: *New Global Studies*, 7 (2), S. 101–116.
- Kreis, Georg 1992. Der «homo alpinus helveticus»: Zum schweizerischen Rassendiskurs der 30er Jahre, in: Guy P. Marchal und Aram Mattioli (Hg.): *Erfundene Schweiz: Konstruktionen nationaler Identität*, Zürich: Chronos, S. 175–190.
1893. Kreisschreiben des Bundesrates an sämtliche eidgenössische Stände und an die schweizerischen Eisenbahn- und Dampfschiffgesellschaften, betreffend die Einführung der mitteleuropäischen Zeit. (Vom 11. Dezember 1893.), in: *Bundesblatt*, 45 (IV/52), S. 552–553.
- Kremser, Victor 1891. Literaturbericht: Eduard Brückner, Klimaschwankungen seit 1700 nebst Bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 8, S. 220–229.
- Krüger, Tobias 2008. *Die Entdeckung der Eiszeiten: Internationale Rezeption und Konsequenzen für das Verständnis der Klimageschichte*, Basel: Schwabe.
- Krüger, Tobias 2009. Auf dem Weg zu einem neuen Verständnis der Klimageschichte: Der Alpenraum und die Anfänge der Eiszeitforschung, in: Christian Pfister und Gabriel Imboden (Hg.): *Klimageschichte in den Alpen: Methoden – Probleme – Ergebnisse* (Blätter aus der Walliser Geschichte, 41), Brig: Geschichtsforschender Verein Oberwallis, S. 123–160.
- Krüger, Tobias 2015. Eiszeit: Jean de Charpentier als tragischer Wegbereiter einer wissenschaftlichen Umwälzung, in: Patrick Kupper und Bernhard Schär (Hg.): *Die Naturforschenden: Auf der Suche nach Wissen über die Schweiz und die Welt, 1800–2015*, Baden: hier + jetzt, S. 17–33.
- Kuhn, Konrad J. 2009. Heilquellen und Kurorte: Überlegungen zur Geschichte des alpinen Tourismus im Bündner Vorderrheintal, in: *Histoire des Alpes/Storia delle Alpi/Geschichte der Alpen*, 14, S. 199–213.
- Kuhn, Walter 1969. Billwiller Robert [Nachruf], in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali*, 149, S. 256–259.
- Kuklick, Henrika und Robert E. Kohler (Hg.) 1996. *Science in the Field* (Osiris, 11), Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Kupper, Patrick 2012. *Wildnis schaffen: Eine transnationale Geschichte des Schweizerischen Nationalparks*, Bern: Haupt.

- Kupper, Patrick 2014. Transnationale Umweltgeschichte, in: Manfred Jakubowski-Tiessen (Hg.): *Von Amtsgärten und Vogelkojen: Beiträge zum Göttinger Umwelthistorischen Kolloquium 2011–2012*, Göttingen: Universitätsverlag Göttingen, S. 79–90.
- Kupper, Patrick und Bernhard Schär (Hg.) 2015. *Die Naturforschenden: Auf der Suche nach Wissen über die Schweiz und die Welt, 1800–2015*, Baden: hier + jetzt.
- Kupper, Patrick und Bernhard C. Schär 2015a. «Eine einfache und anspruchslöse Organisation»: Zur Geschichte der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz, in: Patrick Kupper und Bernhard Schär (Hg.): *Die Naturforschenden: Auf der Suche nach Wissen über die Schweiz und die Welt, 1800–2015*, Baden: hier + jetzt, S. 281–295.
- Landolt, Elias 1862. *Bericht an den hohen schweizerischen Bundesrath über die Untersuchung der schweiz. Hochgebirgswaldungen, vorgenommen in den Jahren 1858, 1859 und 1860*, Bern: Weingart.
- Landolt, Elias 1882. Hagelentschädigung und -Versicherung im Kanton Zürich, in: *Schweizerische landwirthschaftliche Zeitschrift*, 10, S. 51–52.
- Landolt, Elias 1890. Die Niederschlagsmengen auf den Regenstationen des Kantons Zürich und seiner Umgebung in den Jahren 1877–1888, in: *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 41 (1), S. 12–18.
- Landwehr, Achim 2007. Wissensgeschichte, in: Rainer Schützeichel (Hg.): *Handbuch Wissenssoziologie und Wissensforschung*, Konstanz: UVK, S. 801–813.
- Landwehr, Achim und Stefanie Stockhorst 2004. *Einführung in die europäische Kulturgeschichte*, Paderborn: Schöningh.
1879. Landwirthschaftliche Nachrichten aus den Kantonen: Luzern, in: *Schweizerische landwirthschaftliche Zeitschrift*, 7, S. 320.
- Lang, Carl 1885. Der säculare Verlauf der Witterung als Ursache der Gletscherschwankungen in den Alpen, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 20, S. 443–457.
- Latour, Bruno 1987. *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Latour, Bruno 2002. *Die Hoffnung der Pandora: Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft*, Aus dem Englischen von Gustav Roßler Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Latour, Bruno und Steve Woolgar 1986. *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*, 2. Auflage, Princeton: Princeton University Press.
- Lauterburg, Robert 1867. Jahresbericht der hydrometrischen Commission pro 31. Dezember 1866, in: *Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern*, S. 132–184.
- Lauterburg, Robert 1876a. Ueber den Einfluss der Wälder auf die Quellen- und Stromverhältnisse der Schweiz, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 59, S. 187–235.
- Lauterburg, Robert 1876b. *Versuch zur Aufstellung einer allgemeinen Uebersicht der aus der Größe und Beschaffenheit der Flußgebiete abgeleiteten Schweizerischen Stromabflußmengen, gestützt auf die meteorologischen und hydrometrischen Beobachtungen der Schweiz, nebst Anleitung zur Behandlung dieser Aufgabe im Allgemeinen*, Zweite sehr vermehrte und mit Formeln versehene Auflage, Bern: Huber & Comp.
- Lauterburg, Robert 1888. *Die schweizerischen Wasserkräfte: Motivirte Anregung zur*

- Aufnahme und Registrierung der schweizerischen Wasserkräfte, als eine Aufgabe der eidgenössischen Bundesverwaltung, an die Herren Mitglieder der zuständigen hohen Bundesbehörden vom Verfasser, Bern.*
- Lauterburg, Robert 1890. *Übersicht der schweizerischen Wasserkräfte innerhalb dem voraussichtlichen Entwicklungsgebiet der inländischen Industrietätigkeit, berechnet nach den Wassermengen des durchschnittlichen Stadiums der Mittel- u. Kleinwasserstände*, Bern.
- Lauterburg, Robert 1891. *Die schweizerischen Wasserkräfte, eingetheilt in grössere und kleinere Stromsektionen und berechnet nach der Wassermenge der ordentlichen Klein-Wasserstände mit gleichzeitiger Angabe auch der kleinsten Wassermengen*, Bern: Wyss.
2002. Le canon à grêle: Objet du mois – Objekt des Monats, in: *Bulletin d'information Musée national suisse – Château de Prangins*, No. 5.
- Le Gars, Stéphane und David Aubin 2009. The Elusive Placelessness of the Mont-Blanc Observatory (1893–1909): The Social Underpinnings of High-Altitude Observation, in: *Science in Context*, 22 (3), S. 509–531.
- Legg, Stephen 2014. Debating the Climatological Role of Forests in Australia, 1827–1949: A Survey of the Popular Press, in: James Beattie, Emily O’Gorman und Matthew Henry (Hg.): *Climate, Science, and Colonization: Histories from Australia and New Zealand*, New York: Palgrave Macmillan, S. 119–136.
- Lehmann, Philipp N. 2014. *Changing Climates: Deserts, Desiccation, and the Rise of Climate Engineering, 1870–1950*, Doctoral dissertation, Harvard University.
- Lehmann, Philipp N. 2015. Whither Climatology? Brückner’s Climate Oscillations, Data Debates, and Dynamic Climatology, in: *History of Meteorology*, 7, S. 49–70.
- Lehmann, Philipp N. 2018. Average rainfall and the play of colors: Colonial experience and global climate data, in: *Experiencing the Global Environment, Studies in History and Philosophy of Science Part A Special Issue*, S. 38–49.
- Leigh Star, Susan 2010. This is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept, in: *Science, Technology, & Human Values*, 35 (5), S. 601–617.
- Leisi, Ernst 1918. Hess, Clemens [Nachruf], in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 100–101, Nekrologe, S. 123–125.
- Lengwiler, Martin 2006. *Risikopolitik im Sozialstaat: Die schweizerische Unfallversicherung 1870–1970*, Köln: Böhlau.
- Lenoir, Timothy 1997. *Instituting Science: Cultural Production of Scientific Disciplines*, Stanford, CA: Stanford University Press.
- Lepénies, Wolf 1977. Das Ende der Naturgeschichte und der Beginn der Moderne: Verzeitlichung und Enthistorisierung in der Wissenschaftsgeschichte des 18. und 19. Jahrhunderts, in: Reinhart Koselleck (Hg.): *Studien zum Beginn der modernen Welt*, Stuttgart: Klett-Cotta.
- Lerner, Marc H. 2012. *A Laboratory of Liberty: The Transformation of Political Culture in Republican Switzerland, 1750–1848*, Leiden: Brill.
1901. *Les tirs contre la grêle*, in: *Le pays du dimanche*, 11. August.
- Lie, Einar 2002. The Rise and Fall of Sampling Surveys in Norway, 1875–1906, in: *Science in Context*, 15 (3), S. 385–409.

1876. Literaturbericht: Annual Report of the Chief Signal Officer for the year 1874, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 11, S. 44–48.
1881. Literaturbericht: H. Riniker: Die Hagelschläge und ihre Abhängigkeit von der Oberfläche und Bewaldung des Bodens im Canton Aargau. Berlin 1881, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 16, S. 525–526.
1883. Literaturbericht: Whipple: Results of an inquiry into the Periodicity of Rainfall. Proceedings Roy. Soc. 1880, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 18, S. 47.
1885. Literaturbericht: Billwiller, Bericht über die Errichtung der meteorologischen Station auf dem Säntis, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 2, S. 79–80.
- Livingstone, David N. 2003. *Putting Science in its Place: Geographies of Scientific Knowledge*, Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Locher, Fabien 2006a. Configurations disciplinaires et sciences de l'Observatoire: Le cas des approches scientifiques de l'atmosphère (XIX^e–XX^e siècles), in: *Enquête. Anthropologie, Histoire, Sociologie*, 5, S. 193–212.
- Locher, Fabien 2006b. Science, médias et politique au XIX^e siècle: Les controverses sur la prédiction du temps sous le Second Empire, in: *Revue d'histoire du XIX^e siècle*, 32, S. 63–78.
- Locher, Fabien 2008. *Le savant et la tempête: Étudier l'atmosphère et prévoir le temps au XIX^e siècle*, Rennes: Presses universitaires de Rennes.
- Locher, Fabien 2009a. Le rentier et le baromètre: Météorologie «savante» et météorologie «profane» au xixe siècle, in: *Ethnologie française*, 39 (4), S. 645–653.
- Locher, Fabien 2009b. Les météores de la modernité: La dépression, le télégraphe et la prévision savante du temps (1850–1914), in: *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 56 (4), S. 77–103.
- Locher, Fabien 2015. Changement climatique, agir humain et colonisation, in: Christophe Bonneuil und Dominique Pestre (Hg.): *Histoire des sciences et des savoirs*, t. 3: *Le siècle des technosciences*, Paris: Seuil, S. 435–450.
- Locher, Fabien und Jean-Baptiste Fressoz 2012. Modernity's Frail Climate: A Climate History of Environmental Reflexivity, in: *Critical Inquiry*, 38 (3), S. 579–598.
- Lorenz von Liburnau, Josef R. 1878. *Wald, Klima und Wasser*, München: R. Oldenbourg.
- Lorenz von Liburnau, Josef R. 1879. *Bericht für den zweiten internationalen Meteorologen-Congress über die Frage: Wie können die meteorologischen Institute sich der Land- und Forstwirtschaft förderlich erweisen?*, Wien: C. Fromme.
- Lorenz von Liburnau, Josef R. 1880a. *Bericht über die Verhandlungen und die Ergebnisse der Internationalen Conferenz für land- und forstwirtschaftliche Meteorologie abgehalten in Wien in den Tagen vom 6. bis 9. September 1880*, Wien.
- Lorenz von Liburnau, Josef R. 1880b. Uebersicht der neuesten Arbeiten und Publikationen über die Beziehungen zwischen Wald und Klima, in: *Verhandlungen des österreichischen Forst-Congresses*, 5, S. 4–18.
- Lüdecke, Cornelia 2000. Hundert Jahre meteorologische Hochstation auf der Zugspitze: Der Deutsch-Österreichische Alpenverein als Förderer der alpinen Meteorologie, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 9 (6), S. 381–391.
- Lüdecke, Cornelia 2004a. Die Entwicklung der Meteorologie im 19. Jahrhundert, in: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte*, 27 (1), S. 67–68.

- Lüdecke, Cornelia 2004b. The First International Polar Year (1882–83): A big science experiment with small science equipment, in: *History of Meteorology*, 1, S. 55–64.
- Lüdecke, Cornelia 2010. Von der Kanoldsammlung (1717–1726) zu den Ephemeriden der Societas Meteorologica Palatina (1781–1792): Meteorologische Quellen zur Umweltgeschichte des 18. Jahrhunderts, in: Marcus Popplow (Hg.): *Landschaften agrarisch-ökonomischen Wissens: Strategien innovativer Ressourcennutzung in Zeitschriften und Sozietäten des 18. Jahrhunderts*, Waxmann, S. 97–119.
- Luebken, Uwe und Christof Mauch 2011. Uncertain Environments: Natural Hazards, Risk and Insurance in Historical Perspective, in: *Environment and History*, 17 (1), S. 1–12.
- Luhmann, Niklas 1991. *Soziologie des Risikos*, Berlin, New York: De Gruyter.
- Luhmann, Niklas 1992. *Die Wissenschaft der Gesellschaft*, Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Luhmann, Niklas 1993. Risiko und Gefahr, in: Wolfgang Krohn und Georg Krücken (Hg.): *Risikante Technologien: Reflexion und Regulation – Einführung in die sozialwissenschaftliche Risikoforschung*, Frankfurt am Main: Suhrkamp, S. 138–185.
- Lundgreen, Peter, Bernd Horn, Wolfgang Krohn, Günter Küppers und Rainer Paslak (Hg.) 1986. *Staatliche Forschung in Deutschland 1870–1980*, Frankfurt am Main: Campus.
- Lütschg, Otto 1914. Die Entwicklung des hydrographischen Dienstes in der Schweiz, in: Komitee der Gruppe 34 «Wasserwirtschaft» der Schweiz. Landesausstellung in Bern im Jahre 1914 (Hg.): *Die Wasserwirtschaft in der Schweiz*, Bern, S. 29–59.
- Mac Dowall, Alexander B. 1895. Sonnenflecken und Regen, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 12, S. 120.
- Mahony, Martin 2016. For an empire of «all types of climate»: Meteorology as an imperial science, in: *Journal of Historical Geography*, 51, S. 29–39.
- Mahr, Dominik 2014. Citizen Science: *Partizipative Wissenschaft im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert*, Baden-Baden: Nomos.
- Maier, Charles S. 2000. Consigning the Twentieth Century to History: Alternative Narratives for the Modern Era, in: *The American Historical Review*, 105 (3), S. 807–831.
- Maissen, Thomas 2010. *Geschichte der Schweiz*, Baden: hier + jetzt.
- Maissen, Thomas 2011. Republik, in: *Historisches Lexikon der Schweiz*, Online-Ausgabe, www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D9925.php (aufgerufen am 12. 8. 2016).
- Marchal, Guy P. 1992. Das «Schweizeralpenland»: Eine imagologische Bastelei, in: Guy P. Marchal und Aram Mattioli (Hg.): *Erfundene Schweiz: Konstruktionen nationaler Identität*, Zürich: Chronos, S. 37–49.
- Marchal, Guy P. und Aram Mattioli (Hg.) 1992. *Erfundene Schweiz: Konstruktionen nationaler Identität*, Zürich: Chronos.
- Marti, Christian 1902. *Die Wetterkräfte der Planetenatmosphären* (Jahresbericht des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Osnabrück, 15), Osnabrück: A. Liesecke.
- Marti, Christian 1906. *Die Wetterstrahlung der Planeten-Atmosphären*, Bern: K. J. Wyss.
- Mascart, Eleuthère 1895. Deuxième Séance, in: Bureau Central Météorologique de France (Hg.): *Rapports du Comité météorologique international et de la Commission internationale pour l'étude des nuages: Réunion d'Upsal 1894*, Paris: Gauthier-Villars et fils, S. 4–5.
- Mathieu, Jon 2015. *Die Alpen: Raum – Kultur – Geschichte*, Stuttgart: Reclam.

- Mauch, Christof und Christian Pfister (Hg.) 2009. *Natural Disasters, Cultural Responses: Case Studies Toward a Global Environmental History*, Lanham: Lexington Books.
- Mauelshagen, Franz 2010. *Klimageschichte der Neuzeit: 1500–1900*, Darmstadt: WBG.
- Mauelshagen, Franz 2011. Sharing the Risk of Hail: Insurance, Reinsurance and the Variability of Hailstorms in Switzerland, 1880–1932, in: *Environment and History*, 17 (1), S. 171–191.
- Mauelshagen, Franz 2013. Ungewissheit in der Soziosphäre: Risiko und Versicherung im Klimawandel, in: Roderich von Detten, Fenn Faber und Martin Bemann (Hg.): *Unberechenbare Umwelt: Zum Umgang mit Unsicherheit und Nicht-Wissen*, Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 253–269.
- Mauelshagen, Franz 2014a. Die Vergesellschaftung des Hagelrisikos: Zur Geschichte der landwirtschaftlichen Hagelversicherung in der Schweiz, 1818–1950, in: *traverse. Zeitschrift für Geschichte*, 21 (3), S. 60–72.
- Mauelshagen, Franz 2014b. Redefining historical climatology in the Anthropocene, in: *The Anthropocene Review*, 1 (2), S. 171–204.
- Mauelshagen, Franz 2016. Ein neues Klima im 18. Jahrhundert, in: Eva Horn und Peter Schnyder (Hg.): *Romantische Klimatologie*, Bielefeld: Transcript, S. 39–57.
- Maurer, Julius 1882. Der Klinkerfues'sche Patent-Wetter-Compass, in: *Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Centralanstalt*, 4. Februar (Nr. 36).
- Maurer, Julius 1897. Die periodische Wiederkehr kalter und warmer Sommer, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 14, S. 263–269.
- Maurer, Julius 1899a. Einige Ergebnisse der sechsten internationalen Ballonfahrt am 3. Oktober 1898, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 16, S. 110–114.
- Maurer, Julius 1899b. Die meteorologischen Ergebnisse der wissenschaftlichen Fahrt des Ballons «Wega» am 3. Oktober 1898, in: Albert Heim, Julius Maurer und Eduard Spelterini (Hg.): *Die Fahrt der «Wega» über Alpen und Jura am 3. Oktober 1898*, Basel: Benno Schwabe, S. 82–125.
- Maurer, Julius 1903 (1904). Ergebnisse der im Jahre 1903 von der Meteorologischen Zentralanstalt ausgeführten Registrierballon-Fahrten, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 40, Anhang No. 6.
- Maurer, Julius 1904. Einiges über die Tätigkeit der Schweizer Registrierballonstation, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 21, S. 497–502.
- Maurer, Julius 1904 (1905). Ergebnisse der im Jahre 1904 von der Meteorologischen Zentralanstalt ausgeführten Registrierballon-Fahrten, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 41, Anhang No. 6.
- Maurer, Julius 1905. Robert Billwiller, 1849–1905 [Nachruf], in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 88, Nekrologe, S. VIII–XVII.
- Maurer, Julius 1905 (1906). Ergebnisse der im Jahre 1905 von der Meteorologischen Zentralanstalt ausgeführten Registrierballon-Fahrten, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 42, Anhang No. 6.
- Maurer, Julius 1906. Aufstiege in die Atmosphäre mittels gefesselten Registrierballons, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 23, S. 170–172.
- Maurer, Julius 1908 (1909). Regenkarte der Schweiz (basierend auf 40jährigen Mittelwer-

- ten 1864–1903), in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 45, Anhang No. 6.
- Maurer, Julius 1909. Die neue Niederschlagskarte der Schweiz (1864–1903), in: *Meteorologische Zeitschrift*, 26, S. 222–224.
- Maurer, Julius 1909a (1910). Die Hagelfrequenz in der Schweiz: Mit einer Karte, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 46, Anhang No. 5.
- Maurer, Julius 1909b (1910). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 46, S. IV.
- Maurer, Julius 1909c. Gletscherschwankungen und Variationen der Sommerwärme, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 26, S. 181–183.
- Maurer, Julius 1910. Einige Ergebnisse aus Schneemessungen in den Schweizer Hochalpen und ihre Beziehung zu den Schwankungen der Firnlinie, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 27, S. 289–301.
- Maurer, Julius 1910 (1911). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 47, S. IV.
- Maurer, Julius 1911 (1912). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 48, S. IV.
- Maurer, Julius 1913 (1914). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 50, S. IV–V.
- Maurer, Julius 1914a. Die Entwicklung unseres meteorologischen Landesdienstes und seine Beziehungen zur schweizerischen Wasserwirtschaft, in: Komitee der Gruppe 34 «Wasserwirtschaft» der Schweiz. Landesausstellung in Bern im Jahre 1914 (Hg.): *Die Wasserwirtschaft in der Schweiz*, Bern, S. 3–26.
- Maurer, Julius 1914b. Über Gletscherschwund und Sonnenstrahlung, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 31, S. 23–27.
- Maurer, Julius 1914 (1915). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 51, S. IV.
- Maurer, Julius 1915. Einige Ergebnisse unserer höchsten Niederschlagssammler im Firngebiet, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 32, S. 16–20.
- Maurer, Julius 1915 (1916). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 52, S. IV.
- Maurer, Julius 1917 (1918). Einleitung, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 54, S. III.
- Maurer, Julius, Rober Billwiller junior und Clemens Hess 1909. *Das Klima der Schweiz: Auf Grundlage der 37jährigen Beobachtungsperiode 1864–1900*, Erster Band, Frauenfeld: Kommissionsverlag von Huber & Co.
- Maurer, Julius, Rober Billwiller junior und Clemens Hess 1910. *Das Klima der Schweiz: Auf Grundlage der 37jährigen Beobachtungsperiode 1864–1900*, Zweiter Band, Frauenfeld: Kommissionsverlag von Huber & Co.
- Mazzotti, Massimo 2010. The Jesuit on the Roof: Observatory Sciences, Metaphysics, and Nation Building, in: David Aubin, Charlotte Bigg und H. Otto Sibum (Hg.): *The Heavens on Earth: Observatories and Astronomy in Nineteenth-Century Science*, Durham, NC: Duke University Press, S. 58–85.
- Meier, Bruno 2012. *Säntiswetter: Freuden und Leiden der Wetterwarte auf dem Säntis 1880–1970*, 4. Auflage, Herisau: Appenzeller Verlag.
- Mercanton, Paul-Louis 1904. Observations nivométriques, in: *Alpina*, 12 (5), S. 55.

- Mercanton, Paul-Louis 1907. Les nivomètres des Alpes suisses, in: *Zeitschrift für Gletscherkunde, für Eiszeitforschung und Geschichte des Klimas*, 2 (1), S. 56–58.
- Mercanton, Paul-Louis (Hg.) 1916. *Vermessungen am Rhonegletscher, 1874–1915* (Neue Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, 52), Basel: Kommissions-Verlag von Georg & Co.
- Mercanton, Paul-Louis 1918. Les tirs grêlifuges du vignoble de Lavaux (canton de Vaux) ont-ils été efficaces?, in: *Archives des sciences physiques et naturelles*, 45, S. 438–443.
- Messerli, Jakob 1995. *Gleichmässig, pünktlich, schnell: Zeiteinteilung und Zeitgebrauch in der Schweiz im 19. Jahrhundert*, Zürich: Chronos.
1879. Meteorological organisations, in: *Nature*, 19, S. 514.
1881. Meteorologische Beobachtungen im Canton Thurgau, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 16, S. 345–346.
- Meteorologischer Landesdienst von Elsass-Lothringen 1898. *Protokoll über die vom 31. März bis 4. April 1898 zu Strassburg i. E. abgehaltene erste Versammlung der Internationalen Aëronautischen Commission*, Strassburg: M. DuMont-Schauberg.
- MeteoSchweiz 2000. *Alte meteorologische Instrumente*, Redaktion Erika Guyard, Zürich: MeteoSchweiz.
- Middleton, William E. K. 1969. *Invention of the Meteorological Instruments*, Baltimore: Johns Hopkins Press.
- Miller, Clark A. 2004. Climate science and the making of a global political order, in: Sheila Jasanoff (Hg.): *States of Knowledge: The Co-Production of Science and the Social Order*, London: Routledge, S. 46–66.
- Miller, Julia 2014. What's Happening to the Weather? Australian Climate, H. C. Russell, and the Theory of a Nineteen-Year Cycle, in: *Historical Records of Australian Science*, 25 (1), S. 18–27.
1838. *Mittel und Hauptresultate aus den meteorologischen Beobachtungen in Basel, von 1826 bis 1836*, angestellt von P. Merian – in Bern von 1826–1836, angestellt von F. Trechsler – in St. Gallen, von 1827–1832, angestellt von Daniel Meyer (Neue Denkschriften der Allg. Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, 2), Neuchâtel: Petitpierre.
- Mohun, Arwen 2013. *Risk: Negotiating Safety in American Society*, Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Monatliche Uebersicht der in der Schweiz gemessenen Niederschlagsmengen*, 1888–1900.
- Monmonier, Mark 1988. Telegraphy, Iconography, and the Weather Map: Cartographic Weather Reports by the United States Weather Bureau, 1870–1935, in: *Imago Mundi*, 40 (1), S. 15–31.
- Monmonier, Mark 1999. *Air Apparent: How Meteorologists Learned to Map, Predict, and Dramatize Weather*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Moon, David 2010. The Debate over Climate Change in the Steppe Region in Nineteenth-Century Russia, in: *The Russian Review*, 69 (2), S. 251–275.
- Moon, David 2013. *The Plough that Broke the Steppes: Agriculture and Environment on Russia's Grasslands, 1700–1914*, Oxford: Oxford University Press.
- Mörikofer, Walter 1938. Julius Maurer [Nachruf], in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 119, S. 447–461.
- Morley, Thomas 1991. *The Beginnings of Canadian Meteorology*, Toronto: ECW Press.

- Mousson, Albert 1861. Rapport de la Commission météorologique, in: *Compte rendu de la 45e session de la Société suisse des sciences naturelles*, 45, S. 87–104.
- Mousson, Albert 1862a. Bericht der meteorologischen Kommission über die Organisation eines Systems gemeinsamer meteorologischer Beobachtungen durch die ganze Schweiz, in: *Bundesblatt*, 14 (II/26), S. 486–500.
- Mousson, Albert 1862b. Schreiben der schweiz. naturforschenden Gesellschaft an die Regierungens sämtlicher eidg. Stände, mit Ausnahme von Basel-Landschaft und Appenzell Innerrhoden, betreffend die Organisation eines Systems gemeinsamer meteorologischer Beobachtungen durch die ganze Schweiz. (Vom April 1862.), in: *Bundesblatt*, 14 (II/26), S. 483–486.
- Mousson, Albert 1863a. Der Stand des meteorologischen Unternehmens, in: *Der Bund*, 14, 7. April (Nr. 95).
- Mousson, Albert 1863b. Bericht der meteorologischen Commission, in: *Acts della Società Elvetica per las ciencias naturelas – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 47, S. 101–112.
- Mousson, Albert 1863c. *Instructionen für die Beobachter der meteorologischen Stationen der Schweiz*, Zürich: Zürcher und Furrer.
- Mousson, Albert 1864. Bericht über die Organisation meteorologischer Beobachtungen in der Schweiz, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 48, S. 196–312.
- Mousson, Albert 1866. Rapport de la Commission météorologique, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 50, S. 210–218.
- Mousson, Albert 1884. Bericht der Commission für die Schläflistiftung 1883–1884, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 67, S. 91–96.
- Mühry, Adolf 1865. *Das Klima der Alpen unterhalb der Schneelinie: Dargestellt nach den ersten Befunden des grossen meteorologischen Beobachtungssystems in der Schweiz im Winter und in Sommer 1863/64*, Göttingen: Adalbert Rente.
- Müller, Joseph (Hg.) [o. J., um 1882]. *Meteorologische Beobachtungen für den klimatischen Kurort Gersau am Vierwaldstättersee. Fünfjährige Mittelwerthe und Extreme 1877–1881: Controllierter Auszug aus den eidg. meteorol. Tabellen*, bearbeitet von Dr. Zeno Fassbind.
- Müller, Reto 2004. «Das wild gewordene Element»: *Gesellschaftliche Reaktionen auf die beiden Hochwasser im Schweizer Mittelland von 1852 und 1876*, Nordhausen: Bautz.
- Müller, Reto, Matthias Fässler, Martin Grünig, Andrea a Marca, Stephanie Summermatter, Marc Widmer und Christian Pfister 2005. Die Not als Lehrmeisterin: Auswirkungen von Naturkatastrophen auf staatliches Handeln am Beispiel von sechs ausgewählten Krisensituationen im 19. und 20. Jahrhundert, in: *Schweizerische Zeitschrift für Geschichte*, 55 (3), S. 257–284.
- Müller-Wille, Staffan, Carsten Reinhardt und Marianne Sommer 2017. Wissenschaftsgeschichte und Wissensgeschichte, in: Marianne Sommer, Staffan Müller-Wille und Carsten Reinhardt (Hg.): *Handbuch Wissenschaftsgeschichte*, Stuttgart: J. B. Metzler Verlag, S. 2–18.
- Münkler, Herfried 2010. Strategien der Sicherung: Welten der Sicherheit und Kulturen des Risikos. Theoretische Perspektiven, in: Herfried Münkler, Matthias Bohlender

- und Sabine Meurer (Hg.): *Sicherheit und Risiko: Über den Umgang mit Gefahr im 20. Jahrhundert*, Bielefeld: Transcript, S. 11–34.
- Myer, Albert 1873. *Annual Report of the Chief Signal-Officer to the Secretary of War for the Year 1872*, Washington: Government Printing Office.
- Nassehi, Armin 2004. Die Theorie funktionaler Differenzierung im Horizont ihrer Kritik, in: *Zeitschrift für Soziologie*, 33 (2), S. 98–118.
1913. Nationalrat. Sitzung vom 18. Dez. 1913, in: *Amtliches Bulletin der Bundesversammlung*, 23 (8), S. 899–906.
1901. Naturwissenschaftliche Preisaufgabe ausgeschrieben von der Stiftung von Schnyder von Wartensee für Kunst und Wissenschaft in Zürich, in: *Neue Zürcher Zeitung*, 10. Januar.
- Naylor, Simon 2005. Introduction: Historical geographies of science – places, contexts, cartographies, in: *The British Journal for the History of Science*, 38 (1), S. 1–12.
- Naylor, Simon 2006. Nationalizing provincial weather: Meteorology in nineteenth-century Cornwall, in: *The British Journal for the History of Science*, 39 (3), S. 407–433.
- Nebeker, Frederik 1995. *Calculating the Weather: Meteorology in the 20th Century*, San Diego: Academic Press.
1881. Neue Organisation der Schweizerischen meteorologischen Centralanstalt, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 16, S. 248–250.
- Nielsen, Kristian H., Michael Harbsmeier und Christopher J. Ries (Hg.) 2012. *Scientists and Scholars in the Field: Studies in the History of Fieldwork and Expeditions*, Aarhus: Aarhus University Press.
- Nikolow, Sybilla 2015. Tagungsbericht Revisiting Humboldtian Science, 12. 2. 2015–13. 2. 2015, Gotha, in: *H-Soz-u-Kult*, 10. 6. 2015, www.hsozkult.de/conferencereport/id/tagungsberichte-6016 (aufgerufen am 21. 4. 2016).
- Nikolow, Sybilla und Arne Schirmacher (Hg.) 2007. *Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander: Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert*, Frankfurt am Main: Campus.
1825. Notice sur la Onzième session de la Société Helvétique des Sciences Naturelles réunie à Soleure les 27, 28 et 29 juillet 1825, in: *Bibliothèque universelle des sciences, belles lettres, et arts*, 30, S. 158–165.
1826. Notice sur les observations météorologiques instituées par la Société Helvétique des sciences naturelles, in: *Bibliothèque universelle des sciences, belles lettres, et arts*, 31, S. 354–356.
- Oberholzner, Frank 2015. *Institutionalisierte Sicherheit im Agrarsektor: Die Entwicklung der Hagelversicherung in Deutschland seit der Frühen Neuzeit*, Berlin: Duncker & Humblot.
- Oechsli, Wilhelm 1905. *Festschrift zur Feier des fünfzigjährigen Bestehens des Eidg. Polytechnikums: Geschichte der Gründung des eidgenössischen Polytechnikums, mit einer Uebersicht seiner Entwicklung, 1855–1905*, Frauenfeld: Huber & Co.
- Oertzen, Christine von 2017. Die Historizität der Verdattung: Konzepte, Werkzeuge und Praktiken im 19. Jahrhundert, in: *NTM. Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin*, 25 (4), S. 407–434.
- Ogle, Vanessa 2013. Whose Time Is It? The Pluralization of Time and the Global Condition, 1870s–1940s, in: *The American Historical Review*, 118 (5), S. 1376–1402.

- Pandora, Katherine 2009. Popular Science in National and Transnational Perspective: Suggestions from the American Context, in: *Isis*, 100 (2), S. 346–358.
- Pandora, Katherine 2016. Amateurs, in: Bernard Lightman (Hg.): *A Companion to the History of Science*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, S. 139–152.
- Patriarca, Silvana 1996. Numbers and Nationhood: *Writing Statistics in Nineteenth-Century Italy*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Pelosse, Valentin 1990. Observation météorologique et société savante de province ou la désignation du bon objet scientifique 1821–1871, in: *Études rurales*, 118, S. 69–82.
- Penck, Albrecht und Eduard Brückner 1901–1909. *Die Alpen im Eiszeitalter*, 3 Bände, Leipzig: Chr. Herm. Tauchnitz.
- Pernter, Josef Maria 1907. Das Ende des Wetterschießens, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 24, S. 97–102.
- Pernter, Josef Maria und Wilhelm Trabert 1900. Untersuchungen über das Wetterschießen, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 17, S. 385–414.
- Perugi, Manola 2006. La difesa attiva contro la grandine tra Otto e Novecento: Prime indicazioni di ricerca, in: Osvaldo Failla und Gianpiero Fumi (Hg.): *Gli agronomi in Lombardia: Dalle cattedre ambulanti ad oggi*, Milano: Franco Angeli, S. 343–352.
- Pfaffl, Fritz 2001. Zur Geschichte der Naturwissenschaftlichen Gesellschaften in der Schweiz, in: *Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Bamberg*, 75, S. 95–120.
- Pfäffli, Lea 2015. Diplomatie statt Heldentum: Robert Haefeli, die Schweizer Polarforschung und der Kalte Krieg, in: Patrick Kupper und Bernhard Schär (Hg.): *Die Naturforschenden: Auf der Suche nach Wissen über die Schweiz und die Welt, 1800–2015*, Baden: hier + jetzt, S. 211–224.
- Pfetsch, Frank R. 1990. Staatliche Wissenschaftsförderung in Deutschland 1870–1975, in: Rüdiger vom Bruch und Rainer A. Müller (Hg.): *Formen ausserstaatlicher Wissenschaftsförderung im 19. und 20. Jahrhundert: Deutschland im europäischen Vergleich*, Stuttgart: Franz Steiner Verlag, S. 113–138.
- Pfister, Christian 1975. *Agrarkonjunktur und Witterungsverlauf im westlichen Schweizer Mittelland, 1755–1797* (Geographica Bernensia), Liebefeld, Bern: Lang Druck AG.
- Pfister, Christian 1984. *Das Klima der Schweiz von 1515–1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft*, 2 Bände, Bern: Haupt.
- Pfister, Christian 1999. *Wetternachhersage: 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen (1496–1995)*, Bern: Haupt.
- Pfister, Christian (Hg.) 2002. *Am Tag danach: Zur Bewältigung von Naturkatastrophen in der Schweiz 1500–2000*, Bern: Haupt.
- Pfister, Christian 2008. Meteorologisches Beobachtungsnetz und Klimaverlauf, in: André Holenstein (Hg.): *Berns goldene Zeit: Das 18. Jahrhundert neu entdeckt*, Bern: Stämpfli, S. 63–65.
- Pfister, Christian und Daniel Brändli 1999. Rodungen im Gebirge – Überschwemmungen im Vorland: Ein Deutungsmuster macht Karriere, in: Rolf P. Sieferle und Helga Breuninger (Hg.): *Natur-Bilder: Wahrnehmungen von Natur und Umwelt in der Geschichte*, Frankfurt am Main: Campus, S. 297–323.
- Pfluger, Anton, Johann B. Kottmann, Franz J. Hugi und Théodore Dauget 1836. Protokoll, in: *Verhandlungen der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die Gesammten Naturwissenschaften*, 21, S. 11–18.

- Pickering, Andrew (Hg.) 1992. *Science as Practice and Culture*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Pietruska, Jamie L. 2011. US Weather Bureau Chief Willis Moore and the Reimagination of Uncertainty in Long-Range Forecasting, in: *Environment and History*, 17 (1), S. 79–105.
- Pietruska, Jamie L. 2016. Hurricanes, Crops, and Capital: The Meteorological Infrastructure of American Empire in the West Indies, in: *The Journal of the Gilded Age and Progressive Era*, 15 (4), S. 418–445.
- Pietruska, Jamie L. 2017. *Looking Forward: Prediction and Uncertainty in Modern America*, Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Pioda, Jean Baptiste [Giovanni Battista] 1862. Kreisschreiben des eidg. Departements des Innern an sämtliche eidg. Stände (Basel-Landschaft und Appenzel I. Rh. ausgenommen), betreffend die Organisation eines Systems gemeinsamer meteorologischer Beobachtungen durch die ganze Schweiz. (Vom 14. Mai 1862.), in: *Bundesblatt*, 14 (II/26), S. 481–483.
- Pioda, Jean Baptiste [Giovanni Battista] 1863. Le département fédéral de l'intérieur, à tous les gouvernements cantonaux, Berne, le 7 janvier 1863, in: *Bulletins des séances de la Société Vaudoise des Sciences*, 7, S. 376–380.
- Plantamour, Emile 1864. Recherches sur la distribution de la température à la surface de la Suisse pendant l'hiver 1863–64, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 48, S. 398–442.
- Plantamour, Emile 1873. *Le congrès météorologique de Vienne en 1873*, Genève.
- Plantamour, Emile 1876. *Nouvelles études sur le climat de Genève*, Genève: H. Georg.
- Pont, Jean-Claude und Jan Lacki (Hg.) 2000. *Une cordée originale: Histoire des relations entre science et montagne*, Genève: Georg.
- Porter, Theodore M. 1994. Making Things Quantitative, in: *Science in Context*, 7 (3), S. 389–407.
- Porter, Theodore M. 1995. *Trust in Numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*, Princeton: Princeton University Press.
1829. Première séance du 21 juillet, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 15, S. 15–24.
1849. Protokolle der allgemeinen Sitzungen, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 34, S. 22–26.
1875. *Protokolle der Verhandlungen des permanenten Comité's, eingesetzt von dem ersten Meteorologen-Congress in Wien 1873: Sitzungen in Wien und Utrecht 1873 und 1874*, Leipzig: Wilhelm Engelmann.
1905. Protokolle der vorberatenden Kommission und der beiden allgemeinen Versammlungen, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 88, S. 25–39.
1877. Publication der täglichen meteorologischen Beobachtungen nach einem internationalen Schema, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 12, S. 143.
- Quervain, Alfred de 1906a. Bericht über die V. Konferenz der internationalen Kommis-

- sion für wissenschaftliche Luftschiffahrt in Mailand, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 23, S. 505–507.
- Quervain, Alfred de 1906b. Ein Vorschlag zur allgemeineren Verwendung von Pilotballon-Anvisierungen zu meteorologischen Zwecken, in: *Das Wetter. Monatschrift für Witterungskunde*, 23 (5), S. 97–103.
- Quervain, Alfred de 1906c. Über die Bestimmung atmosphärischer Strömungen durch Registrier- und Pilotballons, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 23, S. 149–152.
- Quervain, Alfred de 1906 (1907). Uebersicht der im Jahre 1906 von der Meteorologischen Zentralanstalt ausgeführten ärologischen Arbeiten (Registrier- und Pilotaufstiege), in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Central-Anstalt*, 43, Anhang No. 6.
- Quervain, Alfred de 1907. Pilotballonsanvisierungen in Zürich während der Hochdruckperiode vom 14. bis 25. Januar 1907, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 24, S. 540–546.
- Quervain, Alfred de 1908. Beiträge zur Wolkenkunde, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 25, S. 433–453.
- Quervain, Alfred de 1909 (1910). Uebersicht der im Jahre 1909 von der Meteorologischen Zentralanstalt ausgeführten ärologischen Arbeiten (Registrier- und Pilotaufstiege), in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 46, Anhang No. 6.
- Quervain, Alfred de 1910 (1911). Uebersicht der im Jahre 1910 von der Meteorologischen Zentralanstalt ausgeführten ärologischen Arbeiten (Registrier- und Pilotaufstiege), in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 47, Anhang No. 5.
- Quervain, Alfred de 1912 (1913). Uebersicht der im Jahre 1912 von der Meteorologischen Zentralanstalt ausgeführten ärologischen Arbeiten (Registrier- und Pilotaufstiege), in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 49, Anhang No. 5.
- Quervain, Alfred de 1913 (1914). Uebersicht der im Jahre 1913 von der Meteorologischen Zentralanstalt ausgeführten ärologischen Arbeiten (Registrier- und Pilotaufstiege), in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 50, Anhang No. 5.
- Quervain, Alfred de 1914. Kleinere Mitteilungen: Gletscherkommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich, in: *Alpina. Mitteilungen des Schweizer Alpen-Club*, 22 (7), S. 74.
- Quervain, Alfred de 1914 (1915). Uebersicht der im Jahre 1914 von der Meteorologischen Zentralanstalt ausgeführten ärologischen Arbeiten (Registrier- und Pilotaufstiege), in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentral-Anstalt*, 51, Anhang No. 5.
- Rabot, Charles und Paul-Louis Mercanton 1913/1914. Les variations périodiques des glaciers: XVIIIme Rapport, 1912, in: *Zeitschrift für Gletscherkunde, für Eiszeitforschung und Geschichte des Klimas*, 8 (1), S. 42–64.
- Radok, Uwe 1997. The International Commission on Snow and Ice (ICSI) and its precursors, 1894–1994, in: *Hydrological Sciences Journal*, 42 (2), S. 131–140.
- Randeraad, Nico 2010. *States and statistics in the nineteenth century: Europe by numbers*, Manchester, New York: Manchester University Press.

1886. Rapport de la Commission de publication des Mémoires 1885–1886, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 69, S. 111–113.
1865. Rapport de la commission météorologique, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 49, S. 48–52.
1879. Rapport du Comité central pour l'année 1892–93, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 76, S. 75–95.
1879. *Rapport du Comité Permanent du Premier Congrès Météorologique der Vienne: Réunion d'Utrecht, 1878*, Utrecht: Kemink & Fils.
- Rasmussen, Anne 1990. Jalons pour une histoire des congrès internationaux au XIX^e siècle: Régulation scientifique et propagande intellectuelle, in: *Relations internationales*, 62, S. 115–133.
- Rébetz, Martine 1986. *Les Saints de glace, Saint Médard et les autres*, Oron-la-Ville: Stratus.
- 1879 (1881). Reglement für die schweizerische meteorologische Centralanstalt. (Vom 13. Mai 1881.), in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 16, S. IV–VI.
1904. Reglement für die schweizerische meteorologische Zentralanstalt (Vom 13. Januar 1903.), in: *Amtliche Sammlung der Bundesgesetze und Verordnungen der schweizerischen Eidgenossenschaft*, 19, S. 380–385.
- Renn, Jürgen 2015. From the History of Science to the History of Knowledge – and Back, in: *Centaurus*, 57 (1), S. 37–53.
1889. *Report of the fourth meeting of the International Meteorological Committee: Zürich, September 1888*, London: Her Majesty's Stationery Office.
1873. *Report of the proceedings of the Meteorological Conference at Leipzig: Protocols and appendices*, London: Her Majesty's Stationery Office.
1874. *Report of the proceedings of the Meteorological Congress at Vienna: Published by the authority of the Meteorological Committee*, London: Her Majesty's Stationery Office.
1879. *Report of the proceedings of the Second International Meteorological Congress at Rome, 1879*, London: Her Majesty's Stationery Office.
1887. *Report of the third meeting of the International Meteorological Committee held at Paris, September 1885*, London: Her Majesty's Stationery Office.
1875. *Resultate der meteorologischen Beobachtungen an den selbstregistrirenden Instrumenten der Sternwarte zu Bern*, Bern.
- Reymond, Camille 1903. *La climatologie de Sierre*, Genève: Henry Kündig.
- Rheinberger, Hans-Jörg 2001. *Experimentalsysteme und epistemische Dinge: Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*, Göttingen: Wallstein.
- Richter, Eduard 1891. Geschichte der Schwankungen der Gletscher der Ostalpen, in: *Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins*, 22, S. 1–74.
- Richter, Eduard 1893. Bericht über die Schwankungen der Gletscher der Ostalpen 1888–1892, in: *Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins*, 24, S. 473–485.
- Richter, Eduard 1900. *Rapport de la commission internationale des glaciers présenté au congrès international de géologie à Paris en 1900*, Paris.
- Rickenbacher, Martin 2014. Die Vermessung des Rhonegletschers, in: Georg Germann

- (Hg.): *Das Multitalent Philipp Gosset 1838–1911: Alpinist, Gletscherforscher, Ingenieur, Landschaftsgärtner, Topograf*, Baden: hier + jetzt, S. 111–153.
- Riggenbach, Albert 1882. *Was man aus den täglichen Wetterkarten der schweizer. meteorologischen Centralanstalt ersieht: Separatabdruck aus der «Allg. Schweizer Zeitung»*, Basel: Wyss.
- Riggenbach, Albert 1892. *Die Geschichte der meteorologischen Beobachtungen in Basel*, Basel: Reinhardt.
- Riniker, Hans 1881. *Die Hagelschläge und ihre Abhängigkeit von Oberfläche und Bewaldung des Bodens im Kanton Aargau nach Beobachtungen des Forstpersonals und amtlichen Quellen*, Berlin, Heidelberg: Springer.
- Rodogno, Davide, Bernhard Struck und Jakob Vogel 2014. Introduction, in: Davide Rodogno, Bernhard Struck und Jakob Vogel (Hg.): *Shaping the Transnational Sphere: Experts, Networks and Issues from the 1840s to the 1930s*, New York: Berghahn Books, S. 2–20.
- Rohr, Christian und Andrea Westermann 2015. Climate and Beyond. The Production of Knowledge about the Earth as a Signpost of Social Change. An Introduction, in: *Historical Social Research*, 40 (2), S. 7–21.
- Römer, Jonas 2005. Vielfalt und Einheit: Das Alpenmotiv im politischen Diskurs der Schweiz zwischen 1815 und 1848, in: Jon Mathieu und Simona Boscani Leoni (Hg.): *Die Alpen! Zur europäischen Wahrnehmungsgeschichte seit der Renaissance*, Bern: Peter Lang, S. 337–347.
- Rosenberg, Emily S. 2012. Transnationale Strömungen in einer Welt, die zusammenrückt, in: Emily S. Rosenberg (Hg.): *Weltmärkte und Weltkriege: 1870–1945*, München: C. H. Beck, S. 815–998.
- Rudwick, Martin J. 2005. *Bursting the Limits of Time: The Reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution*, Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Rupnow, Dirk, Veronika Lipphardt, Jens Thiel und Christina Wessely (Hg.) 2008. *Pseudowissenschaft: Konzeptionen von Nichtwissenschaftlichkeit in der Wissenschaftsgeschichte*, Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Ruskin, John 1903 [1839]. Remarks on the Present State of Meteorological Science, in: E. T. Cook und Alexander Wedderburn (Hg.): *The Works of John Ruskin*, Volume 1, London: George Allen, S. 206–210.
- Rütimeyer, Ludwig 1916. Einleitung: Entstehung und Verlauf der Vermessung des Rhonegletschers, in: Paul-Louis Mercanton (Hg.): *Vermessungen am Rhonegletscher, 1874–1915*, Basel: Kommissions-Verlag von Georg & Co, S. 1–16.
- Rütimeyer, Ludwig und Albert Mousson 1880. Bericht der Commission für die Schläfli-Stiftung 1879–1880, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 63, S. 70–84.
- Rutishauser, This und François Jeanneret 2009. Phänologie im Gebirge, in: Christian Pfister und Gabriel Imboden (Hg.): *Klimageschichte in den Alpen: Methoden – Probleme – Ergebnisse* (Blätter aus der Walliser Geschichte, 41), Brig: Geschichtsforschender Verein Oberwallis, S. 171–187.
- Rutishauser, This und Sibylle Studer 2007. Klimawandel und der Einfluss auf die Frühlingsphänologie, in: *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 158 (5), S. 105–111.
- Samida, Stefanie (Hg.) 2011. *Inszenierte Wissenschaft: Zur Popularisierung von Wissen im 19. Jahrhundert*, Bielefeld: Transcript.

- Sarasin, Fritz 1910. Bericht des Zentralkomitees der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft für das Jahr 1909/10, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 93, Bd. 2, S. 3–18.
- Sarasin, Philipp 2011. Was ist Wissensgeschichte?, in: *Internationales Archiv für Sozialgeschichte der deutschen Literatur*, 36 (1), S. 159–172.
- Saunier, Pierre-Yves 2013. *Transnational History*, Basingstoke, New York: Palgrave Macmillan.
- Saussure, René de 1905. Projet de Bureau météorologique central européen, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 88, S. 150–158.
- Schär, Bernhard 2015a. Earth Scientists as Time Travelers and Agents of Colonial Conquest: Swiss Naturalists in the Dutch East Indies, in: *Historical Social Research*, 40 (2), S. 67–80.
- Schär, Bernhard C. 2015b. *Tropenliebe: Schweizer Naturforscher und niederländischer Imperialismus in Südostasien um 1900*, Frankfurt am Main: Campus.
- Schär, Oskar 1905. *Die Verstaatlichung der schweizerischen Wasserkräfte*, Basel: Helbing und Lichtenhahn.
- Scheidegger, Tobias 2011. Der Lauf der Dinge: Materiale Zirkulation zwischen amateurhafter und professioneller Naturgeschichte in der Schweiz um 1900, in: David Gugerli et al. (Hg.): *Zirkulationen* (Nach Feierabend. Zürcher Jahrbuch für Wissensgeschichte, 7), Zürich: Diaphanes, S. 53–73.
- Scheidegger, Tobias 2015. Durch Jurawiesen und Müllhalden: Rudolf Probsts «Beiträge» zur Solothurner Flora, in: Patrick Kupper und Bernhard Schär (Hg.): *Die Naturforschenden: Auf der Suche nach Wissen über die Schweiz und die Welt, 1800–2015*, Baden: hier + jetzt, S. 121–135.
- Scheidegger, Tobias 2017. «Petite science»: *Außeruniversitäre Naturforschung in der Schweiz um 1900*, Göttingen: Wallstein.
- Scherrer, Simon, Roger Frauchiger, Daniel Näf und Gabriel Schelble 2011. Historische Hochwasser: Weshalb der Blick zurück ein Fortschritt bei Hochwasserabschätzungen ist, in: *Wasser Energie Luft*, 103 (1), S. 7–13.
- Scheuchzer, Johann J. 1698. Einladungs-Brief, zu Erforschung natürlicher Wunderen, so sich im Schweizer-Land befinden, Zürich.
- Schimpff 1874. *Der Höhengurort Davos: Ein Sommer- und Winter-Aufenthalt für Lungenkranke*, Leipzig: Bär & Hermann.
- Schinz, Hans 1915. Die Hydrometrische Kommission, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 97, Teilband «Centenaire de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Jahrhundertfeier der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft», S. 256–358.
- Schirmacher, Arne 2013. Popular Science as Cultural Dispositif: On the German Way of Science Communication in the Twentieth Century, in: *Science in Context*, 26 (3), S. 473–508.
- Schmid, Franziska S. 2001. Politische Konsequenzen aus dem Unwetterereignis von 1868: Anfänge des eidgenössischen Hochwasserschutzes, in: *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 152 (12), S. 521–526.

- Schmocker-Fackel, Petra und Felix Naef 2010. Changes in flood frequencies in Switzerland since 1500, in: *Hydrology and Earth System Sciences*, 14 (8), S. 1581–1594.
- Schneider, Michael C. 2013. *Wissensproduktion im Staat: Das königlich preussische statistische Bureau 1860–1914*, Frankfurt am Main: Campus.
- Schneider-Carius, Karl 1955. *Wetterkunde – Wetterforschung: Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse in Dokumenten aus drei Jahrtausenden*, Freiburg: Alber.
- Schramm, Carl. 1893. *Die Tarifierung*, Zürich: Schweizerische Hagel-Versicherungs-Gesellschaft.
- Schreiber, Josef 1877. Die Meteorologie im Dienste der Medicin, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 12, S. 159–166.
- Schröder, Iris 2011. *Das Wissen von der ganzen Welt: Globale Geographien und räumliche Ordnungen Afrikas und Europas 1790–1870*, Paderborn: Schöningh.
- Schröder, Iris und Sabine Höhler (Hg.) 2005. *Welt-Räume: Geschichte, Geographie und Globalisierung seit 1900*, Frankfurt am Main: Campus.
- Schroeder-Gudehus, Brigitte 1982. Division of Labour and the Common Good: The International Association of Academies, 1899–1914, in: Carl G. Bernhard, Elisabeth Crawford und Per Sörbom (Hg.): *Science, Technology and Society in the Time of Alfred Nobel*, Oxford: Pergamon Press, S. 3–20.
- Schubert, Johannes 1900. Der Einfluss der Wälder auf das Klima, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 17, S. 561–564.
- Schüepf, Max 1957. Der Temperaturverlauf in der Schweiz seit dem Beginn der meteorologischen Beobachtungen auf Grund der Jahresmittel von 12 Stationen seit 1864 sowie älteren Beobachtungsreihen von Basel, Genf, dem Gr. St. Bernhard und St. Gotthard, in: *Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt*, 94, Anhang Nr. 11.
- Schüepf, Max 1964. 100 Jahre schweizerisches Beobachtungsnetz 1864–1963, in: Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt (Hg.): *Hundert Jahre Meteorologie in der Schweiz 1864–1963*, Zürich, S. 15–31.
- Schüepf, Max 1980. Methoden und Probleme der Bearbeitung langjähriger meteorologischer Beobachtungsreihen, in: Hans Oeschger, Bruno Messerli und Maja Svilar (Hg.): *Das Klima: Analysen und Modelle, Geschichte und Zukunft*, Berlin, Heidelberg, New York: Springer, S. 191–206.
- Schumacher, Beatrice 2002. *Ferien: Interpretationen und Popularisierung eines Bedürfnisses*, Schweiz 1890–1950, Wien: Böhlau.
- Schürer, Christian 2017. *Der Traum von Heilung: Eine Geschichte der Höhenkur zur Behandlung der Lungentuberkulose*, Baden: hier + jetzt.
- Schwarz, Angela 1999. *Der Schlüssel zur modernen Welt: Wissenschaftspopularisierung in Grossbritannien und Deutschland im Übergang zur Moderne (ca. 1870–1914)*, Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 1864–1880.
- Schweizerische Meteorologische Centralanstalt 1885*, Supplementband I, Zürich: Zürcher & Furrer.
- Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt (Hg.) 1964. *Hundert Jahre Meteorologie in der Schweiz 1864–1963*, Zürich.
1910. Schweizerisches Landesmuseum: Geschenke, Ankäufe und Depositen im Jahre 1909, in: *Anzeiger für schweizerische Altertumskunde*, 12 (4), S. 1–21.

- Scott, James C. 1998. *Seeing Like a State: How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed*, New Haven: Yale University Press.
1899. Séance de la Commission préparatoire, in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 82, S. 40–43.
1829. Séance du 22 juillet 1829, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 15, S. 24–34.
1901. Séance du 6 février 1901, in: *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 37 (142), S. XIV–XV.
- 1880–1881. Séance du 7 Juillet 1880, in: *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 17 (84), S. XXIII–XXVI.
1916. Sektion für Geophysik und Meteorologie, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 98, Bd. 2, S. 127–138.
1896. Sektion für Ingenieurwissenschaften, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 79, S. 198–208.
- Senn, Philipp 2013. Forscher vor Ort: Johann Jakob Scheuchzer (1672–1733), Bündner Gönner und die Balneologie, in: Kaspar Greyerz, Silvia Flubacher und Philipp Senn (Hg.): *Wissenschaftsgeschichte und Geschichte des Wissens im Dialog – Connecting Science and Knowledge: Schauplätze der Forschung – Scenes of Research*, Göttingen: V&R unipress, S. 255–291.
- Sepkoski, David 2013. Towards «A Natural History of Data»: Evolving Practices and Epistemologies of Data in Paleontology, 1800–2000, in: *Journal of the History of Biology*, 46 (3), S. 401–444.
- Shapin, Steven 1994. *A Social History of Truth: Civility and Science in Seventeenth-Century England*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Shaw, Napier 1926. *Manual of Meteorology*, Volume I: *Meteorology in History*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Sheynin, Oscar B. 1984. On the History of the Statistical Method in Meteorology, in: *Archive for History of Exact Sciences*, 31 (1), S. 53–95.
- Sidler, Wilhelm 1877. *Zur Entwicklungsgeschichte der modernen Meteorologie*, Einsiedeln: Benziger.
- Sidler, Wilhelm 1878. *Zur Entwicklungsgeschichte der modernen Meteorologie (Fortsetzung und Schluss)*, Einsiedeln: Benziger.
- Siiskonen, Harri O. 2015. The Concept of Climate Improvement: Colonialism and Environment in German South West Africa, in: *Environment and History*, 21, S. 281–302.
- Simons, Elisabeth und Oswald Oelz 2001. *Kopfwehberge: Eine Geschichte der Höhenmedizin*, 2. Auflage, Zürich: AS Verlag.
- Singh, Vijay P, Pratap Singh und Umesh K. Haritashya (Hg.) 2011. *Encyclopedia of Snow, Ice and Glaciers (Encyclopedia of Earth Sciences Series)*, Dordrecht: Springer.
1823. Sitzung den 22. Heumonat 1823, in: *Kurze Uebersicht der Verhandlungen der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften*, 9, S. 34–42.
1824. Sitzung den 26. Heumonat 1824, in: *Kurze Uebersicht der Verhandlungen der all-*

- gemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, 10, S. 3–14.
1900. Sitzungs-Berichte, in: *Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1899*, S. V–VIII.
- Sloterdijk, Peter 2004. *Schäume: Plurale Sphärologie*, Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Sluga, Glenda 2013. *Internationalism in the Age of Nationalism*, Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Smith, Keith 2013. *Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster*, London: Routledge.
- Sonklar, Karl von 1858. *Über den Zusammenhang der Gletscherschwankungen mit den meteorologischen Verhältnissen*, Wien: K. K. Hof- und Staatsdruckerei.
- Speich, Daniel 2009. Mountains Made in Switzerland: Facts and Concerns in Nineteenth-Century Cartography, in: *Science in Context*, 22 (3), S. 387–408.
- Speich Chassé, Daniel und David Gugerli 2012. Wissensgeschichte: Eine Standortbestimmung, in: *traverse. Zeitschrift für Geschichte*, 19 (1), S. 85–100.
- Spelterini, Eduard 1899. Die «Wega», in: Albert Heim, Julius Maurer und Eduard Spelterini (Hg.): *Die Fahrt der «Wega» über Alpen und Jura am 3. Oktober 1898*, Basel: Benno Schwabe, S. 12–18.
- Sprenger, Michael, Bruno Dürr und Hans Richner 2016. Foehn studies in Switzerland, in: Saskia Willemse und Markus Furger (Hg.): *From weather observations to atmospheric and climate sciences in Switzerland: Celebrating 100 years of the Swiss Society for Meteorology*, Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 215–247.
- Stahel, Jakob und Johannes Girsberger 1901. *Die Bekämpfung der Hagelwetter: Studien über das Wetterschiessen in Oesterreich, Italien und im Kanton Tessin und Vorschläge zur Einführung desselben im Kanton Zürich*, Zürich: Müller, Werder & Cie.
- Star, Susan L. und James R. Griesemer 1989. Institutional Ecology, «Translations» and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39, in: *Social Studies of Science*, 19 (3), S. 387–420.
1879. *Statuten der Schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft*, Zürich: J. Schabelitz.
- Stebler, Friedrich G. 1881. Die Nutzbarmachung der meteorologischen Beobachtungen für die Bodenkultur, in: *Schweizerische landwirthschaftliche Zeitschrift*, 9, S. 527–529.
- Stehr, Nico und Hans von Storch (Hg.) 2000. *Eduard Brückner: The Sources and Consequences of Climate Change and Climate Variability in Historical Times*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Stehr, Nico und Hans von Storch (Hg.) 2008. *Eduard Brückner – Die Geschichte unseres Klimas: Klimaschwankungen und Klimafolgen*, Wien: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- Stichweh, Rudolf 2005. Die Universalität wissenschaftlichen Wissens, in: Karen Gloy und Rudolf zur Lippe (Hg.): *Weisheit – Wissen – Information*, Göttingen: V&R unipress, S. 177–191.
- Stiger, Albert 1898. *Ueber das Wetterschiessen am südöstlichen Abhange des Bachergebirges nächst Windisch-Feistritz (Steiermark)*, Cili: Fritz Rasch.
- Stöckel, Sigrid, Wiebke Lisner und Gerlind Rüge (Hg.) 2009. *Das Medium Wissenszeitschrift seit dem 19. Jahrhundert: Verwissenschaftlichung der Gesellschaft – Vergesellschaftung von Wissenschaft*, Stuttgart: Franz Steiner Verlag.

- Strauss, Sarah und Benjamin S. Orlove (Hg.) 2003. *Weather, Climate, Culture*, Oxford: Berg Publishers.
- Strobl, Michael (Hg.) 2019 (im Erscheinen). *Klima-Schriften: Auswahl-Edition Alexander von Humboldt*, Hannover: Wehrhahn.
- Stuber, Martin und Matthias Bürgi 2001. Agrarische Waldnutzungen in der Schweiz 1800–1950: Waldweide, Waldheu, Nadel- und Laubfutter, in: *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 152 (12), S. 490–508.
- Studer, Brigitte (Hg.) 1998. *Etappen des Bundesstaates: Staats- und Nationsbildung der Schweiz, 1848–1998*, Zürich: Chronos.
- Summermatter, Stephanie 2017. *Die Prävention von Überschwemmungen durch das politische System der Schweiz von 1848 bis 1991*, Dissertation 2012 Universität Bern, Philosophisch-historische Fakultät, Selbstverlag.
- Surman, Jan 2009. Imperial Knowledge? Die Wissenschaften in der späten Habsburger-Monarchie zwischen Kolonialismus, Nationalismus und Imperialismus, in: *Wiener Zeitschrift zur Geschichte der Neuzeit*, 9, S. 119–133.
- Suschnig, Gustav 1900a. *Bericht über den Verlauf des zweiten internat. Wetterschiess-Congresses in Padua am 25. bis 29. November 1900*, Graz: Carl Greinitz Neffen.
- Suschnig, Gustav 1900b. *Albert Stiger's Wetterschießen in Steiermark*, Graz: Hans Wagner.
- Suschnig, Gustav 1900c. *Referat über die Erfolge und Beobachtungen beim Wetterschiessen in Österreich erstattet dem intern. Wetterschiess-Congresse in Padua am 26. November 1900*, Graz: Carl Greinitz Neffen.
- Suschnig, Gustav 1902. Bericht über den III. internationalen Wetterschiess-Kongress in Lyon, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 19, S. 39–40.
- Szöllösi-Janze, Margit 2005. Science and Social Space: Transformations in the Institutions of Wissenschaft from the Wilhelmine Empire to the Weimar Republic, in: *Minnerva*, 43, S. 339–360.
- Tanner, Jakob 2015. *Geschichte der Schweiz im 20. Jahrhundert*, München: C. H. Beck.
- Tarnuzzer, Christian 1891. Dr. Eduard Killias [Nachruf], in: *Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft – Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, 74, S. 191–195.
1903. Tätigkeiten des Vereins, in: *Jahresbericht des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Osnabrück*, 15, S. XIII–LI.
- Thelen, David 1999. The Nation and Beyond: Transnational Perspectives on United States History, in: *The Journal of American History*, 86 (3), S. 965–975.
1879. Thurgau, in: *Schweizerische landwirtschaftliche Zeitschrift*, 7, S. 289.
- Topham, Jonathan R. 2009. Introduction. Focus: Historicizing «Popular Science», in: *Isis*, 100 (2), S. 310–318.
- Touchet, Emile 1902. Société Astronomique de France: Séance du 7 Mai 1902, in: *Bulletin de la Société Astronomique de France et Revue Mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe*, 16, S. 258–270.
- Trabert, Wilhelm 1897. Die Möglichkeit einer künstlichen Beeinflussung des Wetters, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 14, S. 148–151.
- Trabert, Wilhelm 1898. Die Erforschung der höheren Schichten unserer Atmosphäre:

- Vortrag, gehalten den 23. November 1898, in: *Vorträge des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien*, 39 (2), S. 35–66.
- Trabert, Wilhelm 1899. Die Bildung des Hagels, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 16, S. 433–447.
- Trabert, Wilhelm 1902. Die Korrektion der Registrirapparate wegen Trägheit, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 19, S. 136–139.
- Trabert, Wilhelm 1912. Beobachten wir zu viel?, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 29, S. 178.
- Trischler, Helmuth 1992. *Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland, 1900–1970: Politische Geschichte einer Wissenschaft*, Frankfurt am Main: Campus.
- Turner, Gerard L. (Hg.) 1976. *The Patronage of Science in the Nineteenth Century*, Leyden: Noordhoff.
- Turner, Roger 2010. *Weathering Heights: The Emergence of Aeronautical Meteorology as an Infrastructural Science*, Dissertation University of Pennsylvania.
1887. Über die Entwicklung und Zukunft des Wetterbureaus der Vereinigten Staaten, in: *Meteorologische Zeitschrift*, 4, S. 107–108.
1872. Ueber den Meteorologen-Congress zu Wien, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 7, S. 297–298.
1870. Ueber die Nothwendigkeit eines Congresses der Meteorologen, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 5, S. 611–612.
- 1877 (1880). Uebersicht der bis jetzt abgedruckten ältern Beobachtungen, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 14, S. XV–XX.
- Uekötter, Frank 2010. Klima als Wille und Vorstellung: Perspektiven einer Klimageschichte der Landwirtschaft im 19. und 20. Jahrhundert, in: *Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie*, 58 (1), S. 70–89.
- Ulrich, Mathias 2016. *Nationalität und Internationalität der Zeit: Über die Einführung der mitteleuropäischen Zeit im schweizerischen Verkehrswesen und in der Bundesverwaltung*, Bachelorarbeit Universität Zürich, Philosophische Fakultät.
1909. Unverständige Angriffe auf die eidgenössische Meteorologische Zentralstation, in: *Neue Zürcher Zeitung*, 4. August.
- Vaj, Daniela 2006. La montagne qui guérit: Altitude, médecins et voyages au XIX^e siècle, in: Sophie Linon-Chipon und Daniela Vaj (Hg.): *Relations savantes: Voyages et discours scientifiques*, Paris: Presses de l'Université Paris-Sorbonne, S. 205–229.
- Valderrama, Lorena B. 2015. Seismic Forces and State Power: The Creation of the Chilean Seismological Service at the Beginning of the Twentieth Century, in: *Historical Social Research*, 40 (2), S. 81–104.
- Veillon, Henri und François-Alphonse Forel 1911. Prof. Dr. Eduard Hagenbach-Bischoff. 1833–1910 [Nachruf], in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 94, Bd. 2, Nekrologe, S. 1–17.
- Venez, Ignaz 1829. Mémoire sur les variations de la température dans les Alpes de la Suisse, in: *Denkschriften der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften*, 1, S. 1–38.
1874. Vereinsnachrichten, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 9, S. 31–32.
1825. Verhandlungen der Commission für Meteorologie und Forstwesen, in: *Verhand-*

- lungen der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, 11, S. 39–41.
1890. Versicherung, in: *Meyers Konversationslexikon*, Bd. 16: *Uralsk–Zz*, Vierte Auflage, Leipzig, Wien: Verlag des Bibliographischen Instituts, S. 156–159.
1901. Verzeichnis der Meteorologischen und Regenmess-Stationen, in: *Ergebnisse der Täglichen Niederschlagsmessungen auf den Meteorologischen- und Regenmess-Stationen in der Schweiz*, 1, S. V–XII.
1891. Verzeichniss der Mitglieder der Bernischen naturforschenden Gesellschaft, in: *Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1890*, S. XXI–XXV.
- Vetter, Jeremy 2004. Science along the Railroad: Expanding Field Work in the US Central West, in: *Annals of Science*, 61 (2), S. 187–211.
- Vetter, Jeremy 2008. Cowboys, Scientists, and Fossils: The Field Site and Local Collaboration in the American West, in: *Isis*, 99 (2), S. 273–303.
- Vetter, Jeremy 2011a. Introduction: Lay Participation in the History of Scientific Observation, in: *Science in Context*, 24 (2), S. 127–141.
- Vetter, Jeremy (Hg.) 2011b. *Knowing Global Environments: New Historical Perspectives on the Field Sciences*, New Brunswick: Rutgers University Press.
- Vetter, Jeremy 2011c. Lay Observers, Telegraph Lines, and Kansas Weather: The Field Network as a Mode of Knowledge Production, in: *Science in Context*, 24 (2), S. 259–280.
- Vetter, Jeremy 2016. *Field Life: Science in the American West during the Railroad Era*, Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Vischer, Daniel 1988. 125 Jahre Hydrometrie auf Bundesebene: Die Rolle des Ingenieurs Robert Laufenburg, in: *Schweizer Ingenieur und Architekt*, 106 (43), S. 1184–1191.
- Vischer, Daniel 1999. Nationales Gewässersystem und Wasserkraftstatistik: Die hydro-metrische Modellierung von Landschaft, in: David Gugerli (Hg.): *Vermessene Landschaften: Kulturgeschichte und technische Praxis im 19. und 20. Jahrhundert*, Zürich: Chronos, S. 89–104.
- Vischer, Daniel 2003. *Die Geschichte des Hochwasserschutzes in der Schweiz: Von den Anfängen bis ins 19. Jahrhundert*, Bern: Bundesamt für Wasser und Geologie BwG.
- Vogel, Brant 2011. The Letter from Dublin: Climate Change, Colonialism, and the Royal Society in the Seventeenth Century, in: *Osiris*, 26, S. 111–128.
- Vogel, Jakob 2004. Von der Wissenschafts- zur Wissensgeschichte: Für eine Historisierung der «Wissensgesellschaft», in: *Geschichte und Gesellschaft*, 30 (4), S. 639–660.
1869. Vom k. k. Reichskriegsministerium errichtete meteorologische Stationen, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 4, S. 345–346.
- Walker, Malcolm 2012. *History of the Meteorological Office*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Walter, François 1990. *Les Suisses et l'environnement: Une histoire du rapport à la nature du XVIII^e siècle à nos jours*, Carouge-Genève: Éditions Zoé.
- Walter, François 2007. Das alpine Gebirge: Ein ästhetisches und ideologisches Konzept auf gesamteuropäischer Ebene, in: Bernd Herrmann (Hg.): *Beiträge zum Göttinger Umwelthistorischen Kolloquium 2004–2006*, Göttingen: Universitätsverlag Göttingen, S. 213–236.
- Walter, François 2014. Hiver: *Histoire d'une saison*, Paris: Payot.

- Wege, Klaus 2000. *Die Geschichte der Wetterstation Zugspitze*, Offenbach am Main: Deutscher Wetterdienst.
- Wege, Klaus 2002. *Die Entwicklung der meteorologischen Dienste in Deutschland*, Offenbach am Main: Deutscher Wetterdienst.
- Wege, Klaus und Peter Winkler 2005. The Societas Meteorologica Palatina (1780–1795) and the Very First Beginnings of Hohenpeissenberg Observatory (1781–today), in: Stefan Emeis und Cornelia Lüdecke (Hg.): *From Beaufort to Bjerknes and beyond: Critical perspectives on observing, analyzing, and predicting weather and climate*, Augsburg: Rauner, S. 45–54.
- Weidner, Daniel und Stefan Willer 2013. Fürsprechen und Vorwissen: Zum Zusammenhang von Prophetie und Prognostik, in: Daniel Weidner und Stefan Willer (Hg.): *Prophetie und Prognostik: Verfügungen über Zukunft in Wissenschaften, Religionen und Künsten*, München: Wilhelm Fink, S. 9–19.
- Weilenmann, August 1877. Auszüge aus den Sitzungsprotokollen, in: *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 22 (2), S. 200–208.
- Wengenroth, Ulrich (Hg.) 2012. *Grenzen des Wissens – Wissen um Grenzen*, Weilerswist: Velbrück Wissenschaft.
- Werner, Michael und Bénédicte Zimmermann (Hg.) 2004. *De la comparaison à l'histoire croisée*, Paris: Seuil.
- Westermann, Andrea 2011a. Disciplining the Earth: Earthquake Observation in Switzerland and Germany at the Turn of the Nineteenth Century, in: *Environment and History*, 17 (1), S. 53–77.
- Westermann, Andrea 2011b. Geologiegeschichte als Verwaltungsgeschichte: Stabilisierungseffekte zwischen Amtshandeln und Forschungshandeln bei Hans Conrad Escher (1767–1823), in: *traverse. Zeitschrift für Geschichte*, 18 (2), S. 57–74.
- Wetter, Oliver und Christian Pfister 2014. Eine tragfähige Datenbrücke: Phänologische Beobachtungen im Amtsblatt des Kantons Schaffhausen 1876–1950, in: *Baubinia*, 25, S. 69–85.
1874. Wetter und Ernte, in: *St. Galler Zeitung*, 16. Mai.
- Wetterbericht der Schweiz. Meteorolog. Centralanstalt* in Zürich, ab 1880 (spätere Schreibweise: «Wetterbericht der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich»).
1908. Wetterkunde und «offizielle» Wissenschaft, in: *Der Unter-Emmentaler. Organ für die Aemter Trachselwald, Aarwangen und Umgebung*, 6. September.
- Wild, Heinrich 1860. Ueber die Bestimmung der Lufttemperatur, in: *Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern*, S. 91–119.
- Wild, Heinrich 1864. Bericht der meteorol. Centralstation in Bern vom Jahr 1863, in: *Mittheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern*, S. 157–176.
- Wild, Heinrich 1866. *Die selbstregistrirenden meteorologischen Instrumente der Sternwarte in Bern*, München: R. Oldenbourg.
- Wild, Heinrich 1868. *Über Föhn und Eiszeit: Rektoratsrede, gehalten am 15. November 1867 in Bern*, Bern: Jent & Reinert.
- Wild, Heinrich 1871. *Jahresbericht des Physikalischen Central-Observatoriums für 1870*, St. Petersburg: Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.
- Wild, Heinrich 1873. *Jahresbericht des Physikalischen Central-Observatoriums für*

- 1871 und 1872, St. Petersburg: Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.
- Wild, Heinrich 1874. Ueber die Frage einer internationalen meteorologischen Institution, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 9, S. 241–245.
- Wild, Heinrich 1875. *Jahresbericht des Physikalischen Central-Observatoriums für 1873 und 1874*, St. Petersburg: Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.
- Wild, Heinrich 1893. *Zusammenstellung der Beschlüsse der internationalen Meteorologen-Conferenzen von der Conferenz in Leipzig, August 1872 bis und mit der Conferenz in München, August 1891*, St. Petersburg: Commissionäre der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.
- Wille, Robert-Jan 2017. Colonizing the Free Atmosphere: Wladimir Köppen's «Aerology», the German Maritime Observatory, and the Emergence of a Trans-Imperial Network of Weather Balloons and Kites, 1873–1906, in: *History of Meteorology*, 8, S. 95–123.
- Willemse, Saskia und Markus Furger (Hg.) 2016. *From weather observations to atmospheric and climate sciences in Switzerland: Celebrating 100 years of the Swiss Society for Meteorology*, Zürich: vdf Hochschulverlag.
- Willemse, Saskia, Marcel Haefliger und Tobias Grimbacher 2016. History of forecasting services in Switzerland, in: Saskia Willemse und Markus Furger (Hg.): *From weather observations to atmospheric and climate sciences in Switzerland: Celebrating 100 years of the Swiss Society for Meteorology*, Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 63–101.
- Willer, Stefan 2011. Prognose, in: Gert Ueding (Hg.): *Historisches Wörterbuch der Rhetorik*, Bd. 10, Berlin: De Gruyter, S. 958–966.
- Willis, Edmund P. und William H. Hooke 2004. Cleveland Abbe and the Birth of the National Weather Service, 1870–1891, in: *History of Meteorology*, 1, S. 48–54.
1878. Witterungsbeobachtungen, in: *Neue Zürcher Zeitung*, 2. Juni.
1876. Witterungstelegraphie im Dienste der Landwirthschaft in Frankreich, in: *Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie*, 11, S. 330–332.
- Wolf, Rudolf 1864 (1865). Einleitung, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 1, S. III–VI.
- Wolf, Rudolf 1865 (1866). Einleitung, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 2, S. III–IX.
- Wolf, Rudolf 1866 (1867). Einleitung, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 3, S. III–VI.
- Wolf, Rudolf 1867. Bericht der geodätischen und der meteorologischen Commission, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 51, S. 117–120.
- Wolf, Rudolf 1867a (1868). Einleitung, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 4, S. III–VI.
- Wolf, Rudolf 1867b (1868). Meteorologische Verhältnisse während der Cholera-Epidemie im Herbst 1867, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 4, S. IXX–XXII.
- Wolf, Rudolf 1871. Auszug aus einem Briefe von Joh. Caviezel in Sils-Maria, in: *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 16 (3), S. 263–264.

- Wolf, Rudolf 1871 (1873). Einleitung, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 8, S. III–VI.
- Wolf, Rudolf 1872 (1874). Einleitung, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 9, S. III–VI.
- Wolf, Rudolf 1873 (1875). Einleitung, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 10, S. III–VI.
- Wolf, Rudolf 1874. Bericht der geodätischen und meteorologischen Kommission, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 57, S. 83–86.
- Wolf, Rudolf 1874 (1876). Einleitung, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 11, S. III–VI.
- Wolf, Rudolf 1879. *Geschichte der Vermessungen in der Schweiz als Historische Einleitung zu den Arbeiten der schweiz. geodätischen Commission*, Zürich: S. Höhr.
- Wolf, Rudolf 1878 (1881). Einleitung, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 15, S. I–II.
- Wolf, Rudolf 1880. Bericht der meteorologischen-Commission 1879–1880, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 63, S. 97–98.
- Wolf, Rudolf 1891a. Notizen zur schweiz. Kulturgeschichte (Fortsetzung), in: *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 36 (3–4), S. 408–421.
- Wolf, Rudolf 1891b. Zur Erinnerung an Albert Mousson und einige andere kürzlich verstorbene Schweizer: Separatdruck aus Jahrgang 1890 der *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, Zürich: Zürcher und Furrer.
- Wolf, Rudolf und Robert Billwiller 1876 (1878). Protokoll der am 15. August 1878 auf dem tellurischen Observatorium zu Bern abgehaltenen Sitzung der schweizerischen meteorologischen Commission, in: *Schweizerische Meteorologische Beobachtungen*, 13, S. VII–X.
- Wolf, Rudolf und Robert Billwiller 1880. Bericht über die bisherige Thätigkeit und künftige Aufgabe der schweiz. meteorologischen Centralanstalt. (vom 24. Juli 1880.), in: *Bundesblatt*, 32 (IV/50), S. 395–414.
- Wolf, Rudolf und Robert Billwiller 1881. Bericht der meteorologischen Commission für 1880/81, in: *Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles – Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft*, 64, S. 103–107.
- Wolfensberger, Hermann 1994. *Chronik der Totalisatoren: Handbuch zu den Niederschlags-Totalisatoren*, Zürich: Schweizerische Meteorologische Anstalt.
- Wollny, Ewald 1881. Bericht über die Verhandlungen und Ergebnisse der internationalen Konferenz für land- und forstwirtschaftliche Meteorologie: abgehalten in Wien in den Tagen vom 6.–9. September 1881, in: *Forschungen auf dem Gebiete der Agricultur-Physik*, 4, S. 276–312.
- Wollny, Ewald 1882. Vergleichende forstlich-meteorologische Beobachtungen im Kanton Bern: Mitgetheilt im Auftrage der Direktion der Domänen und Forsten von Fankhauser, Kantonsforstmeister, in: *Forschungen auf dem Gebiete der Agricultur-Physik*, 5, S. 316–334.
- Wyssling, Walter 1888. *Erster Jahresbericht der Physikalischen Gesellschaft in Zürich über das Vereinsjahr 1887*, Zürich.

- Wytttenbach, Samuel, Samuel Studer und Friedrich Meisner 1816. Ideen und Vorschläge zu einer Organisation der neu errichteten allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die sämtlichen Naturwissenschaften, in: *Eröffnungsrede der Jahresversammlung der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die Gesammten Naturwissenschaften*, 2, S. 1–23.
- Zemp, Michael et al. 2015. Historically unprecedented global glacier decline in the early 21st century, in: *Journal of Glaciology*, 61 (228), S. 745–762.
- Zemp, Michael, Frank Paul, Martin Hoelzle und Wilfried Haeberli 2008. Glacier Fluctuations in the European Alps, 1850–2000: An Overview and a Spatiotemporal Analysis of Available Data, in: Ben Orlove, Ellen Wiegandt und Brian H. Luckman (Hg.): *Darkening Peaks: Glacier Retreat, Science, and Society*, Berkeley: University of California Press, S. 152–167.
- Zimmer, Oliver 1998. In Search of Natural Identity: Alpine Landscape and the Reconstruction of the Swiss Nation, in: *Comparative Studies in Society and History*, 40 (4), S. 637–665.
- Zimmer, Oliver 2003. *A Contested Nation: History, Memory and Nationalism in Switzerland, 1761–1891*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Zimmermann, Christian von 2002. Vorwort, in: Christian von Zimmermann (Hg.): *Wissenschaftliches Reisen – reisende Wissenschaftler: Studien zur Professionalisierung der Reiseformen zwischen 1650 und 1800*, Palatina, S. 7–18.
- Zschokke, Achilles 1891. Ergebnisse der Beobachtungen an den im Kanton Bern zu forstlichen Zwecken errichteten meteorologischen Stationen, in: *Mittheilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen*, 1 (1), S. 157–190.
1905. *Zur Geschichte und Wirksamkeit der Schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft anlässlich ihres 25jährigen Bestehens – 1880–1904: Fünfundzwanzigster Geschäftsbericht der Schweizerischen Hagel-Versicherungs-Gesellschaft pro 1904*, Zürich.
1825. Zweyte Sitzung den 28ten Heumonats 1825, in: *Verhandlungen der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften*, 11, S. 33–46.