

Vorwort

Der Spruch von Protagoras: «Der Mensch ist das Mass aller Dinge», darf natürlich zum Anfang nicht fehlen. Der Satz gehört zu den bekanntesten, in verschiedensten Kontexten und Zeiten interpretierten Weisheiten der Philosophie. Er lässt auch die Interpretation zu, dass der Mensch sich zum Mass aller Dinge erhoben hat dadurch, dass er die Welt, die ihn umgab, anfang zu vermessen. In seiner «Vermessenheit» benutzte er seinen Körper als Mass, die Elle, die Handbreite, den Fuss oder die Daumenbreite.

Etymologisches

Der Mensch mass, um zu teilen, um zu verteilen und um zuzuteilen. Alles, was dem Wortstamm *mess/mass* entspringt, hat irgendwie mit Essen zu tun. Vom englischen *mess* für Mahlzeit, Tischgesellschaft im 19. Jahrhundert über das französische *mets* für Speise, Gericht, abgeleitet vom niederdeutschen *met* und das lateinische *missus* für (aus der Küche) geschickt, zum althochdeutschen *mezzan* für vergleichen, zuteilen. Die nautische Messe hat hier ebenfalls ihren Ursprung. In der «christlichen Seefahrt» diente sie, in der Regel für Offiziere und Mannschaft getrennt, als Speisesaal.

Die römisch-katholische Messe als Feier der Eucharistie in der Tradition des letzten Abendmahls übernahm das gemeinsame Brotbrechen aus der Mithrasreligion. In der jüdischen Tradition des Seder, des gemeinsamen Abendmahls zu Beginn des Pessach-Fests, sprach der Familienvater den Segen über Brot (*Mazze*) und Wein.

Mit einer Messe feierte man den Namenstag der Heiligen und die Gläubigen strömten zur Kirche, um anschliessend auf dem Markt vor der Kirche nützliche Dinge des Alltags zu erwerben, bevor sie wieder in ihre Dörfer und Höfe zurückkehrten. So entstanden die Handelsmessen im Hochmittelalter, etwa die Champagnemessen um 1150 in Troyes oder Provins. Nach

ihrem Niedergang übernahmen andere Messen, beispielsweise 1338 diejenige in Frankfurt am Main, die Handelsgeschäfte, später die Mustermessen und die Buchmessen.

Das Essen auf den Messen war von nicht geringer Bedeutung. Die Speise wurde zugemessen, portioniert, was nicht selten mit dem *Messer* geschah. Eigentlich also ein Messinstrument, das Messer, das sich aus dem althochdeutschen *mazsahs* entwickelte, was sich wohl in etwa mit Speiseschwert übersetzen lässt. Damit fand man mit dem Messer ein *Mass*, das man abteilte, einen Klumpen Speise, althochdeutsch *maz*, eine Masse eben. Nicht zu vergessen die *Mass* für das Bier, das Brot der Bayern. Das griechische Gerstenbrot ist *maza*, das hebräische ungesäuerte heisst *Mazze*.

Auch die *Masse* der Physik (nun im Sinne von *quantitas materiae*) stammt aus der Eucharistiefeyer, der Messe. Im Abendmahlsstreit zu Zeiten der Hochscholastik wurde eben auch das Auftreten einer zusätzlichen, messbaren Substanzmenge in der Transsubstantiation des Heiligen Brotes diskutiert. In der Zeit der Reformation setzte sich die philosophische Auseinandersetzung um die Präsenz des Blutes und des Leibes Christi im Wein und Brot der Messe fort und spaltete die Kirche, nur um noch einmal heftiger innerhalb der reformatorischen Bewegung aufzuflammen. Für Luther war die Präsenz, wenn auch nicht die Wandlung gegeben. Nicht so für Zwingli, der darin nur ein Symbol sah. Eine bis heute offene Frage in den Marburger Artikeln, trotz gemeinsamer Unterschrift von Luther und Zwingli.

Genug der Etymologie und zurück zum «*Mass* aller Dinge». Um auf Messen zu kaufen und zu verkaufen, um Speisen zu portionieren und gerecht zuzuteilen, um Vergleiche anstellen zu können, musste man messen. Dabei geht es um das *Quantum*. «Grösser» und «kleiner» lässt sich noch mit dem Auge abschätzen. Je höher der Wert der Ware und je kleiner die Unterschiede waren, reichte das Augenmass oder das Wiegen in der Hand nicht mehr aus. Beispielhaft ist die Verteilung, Zuteilung und Abgabe von Arzneimitteln, deren Inhaltsstoffe in geringen Mengen eine starke Wirkung haben, deren Zuviel auch tödlich sein kann. So gilt der alte Spruch: «Augenmass und Handgewicht schickt sich für Apotheker nicht.»

Eine Referenz musste her, denn Messen bedeutet, einen Vergleich mit einem Normativ herzustellen. So wurden Grössen, Längen, Gewichte und Volumina vereinbart, auf deren Basis Händler und Kunden sich verständigen konnten. Da nicht alle Körpermasse gleich waren, bestimmten die Landesherren oder die Städte, in denen Handelsmessen stattfanden, per Verordnung die Länge einer «Elle», das Volumen einer «Kanne», die Länge eines «Inch». Im politischen Mosaik von Europa und im globalen Rausch des Barock entstanden Reiseführer für Kaufleute, die sie durch Hunderte unterschiedlicher Masssysteme und Messverfahren geleiteten, wenn sie Wein und Holz den Rhein hinunterbrachten und für den Rückweg Pelze und Edelsteine einkauften.

Bis heute haben sich das Karat, die Samen aus der Frucht des Johannisbrotbaums, und das *barley corn*, das (englische) Gerstenkorn, als Masseinheiten aus dieser frühen Zeit des Handels erhalten. Ersteres für Gold und Edelsteine, Letzteres als Schuhgrösse.

Harmonisierungen

Die «Buchhalter der Physik», wie die in ihre Messungen verliebten Geistesgrössen von Renaissance, Barock und Aufklärung manchmal spöttisch charakterisiert werden, sorgten für den Umsturz von Weltbildern, der technische Imperialismus der Kolonialmächte und die Französische Revolution für Vereinheitlichungen der Masssysteme.

Ökonomische Überlegungen waren dabei viel mächtigere Treiber der Entwicklung als weltanschauliche. Revolutionäre dezimale Kalender- und Uhrensysteme scheiterten einfach an der besseren Passung von Duodezimalen auf die Wahrnehmung von Tageslicht. Zu umständlich, zu viele Umrechnungen bei der Terminabsprache, trotz aller Ästhetik. Aber gleiche Zeitzonen über Hunderte von Kilometern mit «mittlerer» Mittagszeit, dasselbe Opiumgewicht für ganz Südostasien, ein einheitliches Gewindemass für das Deutsche Reich und «Pariser Stich» als einheitliche Schuhgrösse für Kontinentaleuropa waren für als Produzenten und Händler von grösstem Vorteil. Daran hat sich

ausser dem Wortlaut nichts geändert. Man nennt die Vereinheitlichungen heute Harmonisierung.

So umgibt uns eine zunehmend vermessene und zunehmend vereinheitlichte Welt. Wir haben das Meter und das Kilogramm definiert und die Sekunde erfunden. Da stellt sich die Frage, ob sich der Mensch mit seinem Anspruch, das Mass aller Dinge zu sein, nicht eine Welt zurechtmisst, die ihm passt. Wenn Messen ein Vergleich mit Normativen ist, sollte man Vermutungen über deren Ursprung anstellen. Normative können aus Beschlüssen stammen, wie denen von 1889 beim Urmeter durch die Generalkonferenz für Mass und Gewicht, oder naturgesetzlich definiert sein. Die heutigen Masseinheiten basieren auf sieben unveränderlichen Naturkonstanten und können aus ihnen abgeleitet werden, ohne Materialeigenschaften berücksichtigen zu müssen.¹ Bei der Lichtgeschwindigkeit, der Elementarladung oder der Avogadro-Konstante würde man keine Änderungen erwarten, ohne wesentliche Einbussen des uns bekannten Universums hinnehmen zu müssen. Damit sind «Absolutmessungen» möglich, bei denen kein Normativ gebraucht wird, sondern die Messung direkt in Form einer Naturkonstante ausgedrückt wird.

Die Frage, wer oder was das Mass aller Dinge sei, wird dadurch leider nicht weniger unangenehm. Denn die Quantität des als «gerecht» erachteten Ab- oder Zugemessenen, eines Zuviel oder Zuwenig entspringt einer menschlichen Sichtweise. Das Zumessen scheint eine eher ethische als eine physikalische Handlung zu sein. Sie ist in vielen Bereichen, zum Beispiel dem Handel, durch die Rechtsprechung abgesichert, die sich in Sätzen zu «Eichung» und «Fälschung» manifestiert. Die Definition eines «Übergewichts» oder gar einer Hautfarbe berührt allerdings Ethiken, die sich jeder Gesetzgebung entziehen. Man kann solche Eigenschaften messen, ihre Toleranzgrenzen unterliegen aber gesellschaftlicher Vereinbarung, Ächtung oder der Mode. Mit dem Messergebnis «fett» oder «schwarz» ein Individuum zu charakterisieren, wird als rassistischer Akt

¹ Mit Einschränkungen für die Sekunde, die momentan über den Zerfall des Cäsiumatoms definiert ist. Bei Verwendung anderer Atome könnte eine noch genauere Definition möglich werden.

betrachtet, was im Lichte der historisch fehlgeleiteten Vermessungen des Menschen allzu verständlich ist.

Der Historiker Jerry Z. Muller spricht von einer «metrischen Fixierung», die uns alle ergriffen hat. Standardisierung, Präzision, Ranking, Effizienz sind die unverzichtbaren Elemente modernen erfolgreichen Managements und haben auch in weniger gut quantifizierbaren und standardisierbaren Bereichen Einzug gehalten, zum Beispiel den Hochschulen, dem Gesundheitssystem und der Nahrungsmittelproduktion. Standardisierte Erdnussbutter, die vom US-amerikanischen National Institute of Standards and Technology bis hin zur atomaren Zusammensetzung vermessen wurde, schmeckt total mittelmässig und sieht aus wie Klebstoff, wie der *Guardian* neulich berichtete. Das liegt nicht am Messen, sondern an der Interpretation der Messresultate, die hier für eine geschmackliche und optische Standardisierung verwendet wurden.

Der Vater der Harmoniebestrebungen, der Erfinder des Kalibers als Standardisierungsprozess, ist Sir Joseph Whitworth. Der österreichischer Physiker Ernst Mach beschreibt in seinen Vorlesungen über die Entwicklung von Technik in den verschiedenen Kulturen das Whitworth'sche Patent der Kaliber und dasjenige zur Erzeugung «wahrhaft planarer» Oberflächen als eine systematische Kultivierung des Tastsinns geleitet durch die praktischen Bedürfnisse.² Das Whitworth'sche Kalibersystem des viktorianischen Zeitalters machte es, abgeleitet vom Gefühl für die richtige Gewindesteigung von Schrauben und Muttern, durch seine Systematisierung erstmals möglich, Ersatzteile für Maschinen vorzufabrikieren, und leitete so die industrielle Massenproduktion ein. Die Idee hat wie immer ihre Vorläufe. Für die französische Musketenproduktion setzte schon der Büchsenmacher Honoré Blanc um 1785 Serienbauteile ein. Seine Idee ging in den Wirren der Französischen Revolution unter und tauchte in den Vereinigten Staaten wieder auf. Einförmigkeit als Prinzip mag bei Waffen und Autoersatzteilen sinnvoll sein, das Leben mit Erdnussbutter macht es langweilig.

² Mach 1969, S. 32 f.

Forschendes Messen

Wenn wir nach der «kambrischen Explosion» des Messens fragen, liegt diese nach meiner Beobachtung im Barock. In dieser Kulturepoche wurde die moderne Wissenschaft oder das, was wir nach heutigem Stand als solche begreifen, geboren. Die Gründungen der Royal Society 1660 und der Académie des sciences 1666 brachte Männer und Frauen, deren Herz am Finden, Sammeln, Ordnen und Erklären hing, in einer Gemeinschaft zusammen und förderte den kritischen Austausch. Wissenschaft löste sich vom Klandestinen, begann sich von Kirche und Fürst zu emanzipieren, die aber noch lange Sponsoren blieben. Akademien und Gesellschaften standen, im Gegensatz zu heute, den Praktikern offen, den spezialisierten Handwerkern, die Uhren bauen und Glas blasen konnten, vor allem aber mit diesen Fähigkeiten Messgeräte bauten. Nicht wenige der Wissenschaftler hatten bis ins 19. Jahrhundert in solchen handwerklichen Umfeldern ihre Karriere begonnen, weil an Ordensschulen durchaus Wissenschaft betrieben, aber kaum für öffentliche Zwecke gelehrt wurde, was sich im Zuge der Gegenreformation drastisch änderte. Ein berühmtes Beispiel der späteren Zeit ist Joseph von Fraunhofer, der als Glasmacher 1814 das Spektroskop erfand, dessen Fraunhofer'sche Linien Aufschlüsse über die Chemie der Sterne gaben und das den Brechungsindex messen konnte, und damit die wissenschaftliche Optik begründete. Nicht ganz 200 Jahre vorher hatte der Delfter Tuchhändler, Stadtschreiber, Linsenschleifer und Vielschreiber (300 Briefe an die Royal Society) Antoni van Leeuwenhoek (nicht ganz alleine) das Mikroskop erfunden.

Nur wenige Privilegierte konnten sich den akademischen Weg erlauben, so Newton, der sich am Trinity College in Cambridge für Jura einschrieb, oder Boyle, der sich als sehr vermöglicher Privatwissenschaftler nach dem Eton College auf ausgedehnte Reisen aufs Festland Europas begab und in Florenz noch zu Lebzeiten Galileis studierte. Oder Lavoisier, der im Collège Mazarin Naturwissenschaften studierte und in der Apotheke von Guillaume-François Rouelle am Jardin du Roi Laborkurse in Chemie besuchte.

Die Messung als Quantifizierung von Beobachtungen war das Leitmotiv. Alle hofften, daraus nach ihren grossen Vorbildern des «messenden Forschens» wie Galilei, Kepler, Tycho Brahe, Glauber und Paracelsus Allgemeingültiges, Naturgesetze oder ein universales Verständnis des Lebens herzuleiten.

Messgeräte

Als roter Faden in der Geschichte des Messens erscheinen tatsächlich die Messgeräte. Bis auf wenige Ausnahmen, in denen eine Messung oder der Bau eines Messgeräts einer Theorie folgte oder trotz einer gültigen Theorie aus prinzipiellen Gründen nie gebaut werden kann, wie «Heisenbergs Mikroskop», stand ein neues physikalisches Prinzip oder eine neue Technologie am Anfang eines neuen Feldes für Messungen. Als Beispiele mögen dienen das Radar, die Magnetresonanz, der Laser, die Sensortechnik allgemein, die unser tägliches Leben messtechnisch drastisch beeinflussen. Unser gewohnter Umgang mit Kreditkarten, elektronischen Autoschlüsseln, Mikroskopen und Registrierkassen, Feuermeldern, Heizungsanlagen, Kochplatten und Flachbildschirmen wären ohne die in ihnen verborgene feinste Messtechnik nicht denkbar.

Messgeräte entwickelten sich in kürzester Zeit zu einer unheimlichen Präzision. Von der Schneiderelle zum lasergesteuerten Zuschnitt eines Massanzugs sind gerade einmal ein paar Hundert Jahre vergangen. Im Alltag fällt das besonders bei Zeitmessern auf. Rein mechanische Armbanduhren verlieren höchstens einige Sekunden am Tag, je nach Preislage; *smart watches* verlieren keine. Die praktische Relevanz dieser Genauigkeit bleibt verborgen. Bei Skirennen unterscheiden sich die Podestplätze nur um Bruchteile von Sekunden und machen die Mutigen, die sich den Hang herabgestürzt haben, zu Siegerinnen und Verlierern. Man fragt sich nach dem Sinn der Präzision, weil ihre Bedeutung so sehr weit weg ist von den Fähigkeiten der normalen Bürger.

Diesen eher grotesken Auswüchsen stehen Messtechniken entgegen, die extrem hohe Genauigkeit für den Alltag verlangen. In fast allen Autos und sicher von allen *smart phones*

kann man sich den Weg weisen lassen. Das zugrunde liegende GPS (global positioning system) basiert auf Satelliten. Deren Signale kommen von weit her, haben eine beträchtliche Laufzeit und brauchen eine relativistische Korrektur. Ein Fehler von einer Milliardstel- (Nano-)Sekunde äussert sich in einer Missweisung von einem halben Meter. Das bedingt Referenzuhren, die wesentlich genauer sind, und heute definiert man die Sekunde über einen atomaren Vorgang im Cäsiumatom im Bereich zwischen Billionstel- (Femto-) und Trillionstel- (Atto-)Sekunden.

Messen begründet Ontologien

Wer misst und die Messungen interpretiert, erzählt eine Geschichte, eine Geschichte über eine gemessene Existenz, und er spekuliert meistens weiter über deren vermutliche Ursachen und Wirkungen. Der Messvorgang besteht, mathematisch ausgedrückt, darin, eine Menge Objekte, welche die Realität (Welt) repräsentieren, auf eine Menge von Zahlen abzubilden. Dafür benutzt man eine allgemein vereinbarte, anerkannte Vorschrift. Die Messung scheint also die Frage zu beantworten, welche Strukturen ursächlich waren und wie die Beziehungen zwischen den gemessenen Gegenständen sind. In den meisten Fällen benötigt die Messung eine Referenz, wie das Meter oder die Sekunde.

Aber auch bei Absolutmessungen (siehe oben) lege ich die «Naturkonstante», beispielsweise die Lichtgeschwindigkeit, als gegeben zugrunde, weil es nicht gelingt, eine andere unveränderliche oder nicht artifizielle Einheit zu finden, und diese Konstante stimmig mit der Wahrnehmung der uns zugänglichen Wirklichkeit ist. Das heisst aber nicht, dass es nicht eine andere Konstante gibt, die aber vollständig alienistisch ist. Damit entfällt aber auch die Notwendigkeit, weiter darüber nachzudenken.

Die gemessenen Werte sind vielleicht zufällig. Das zu eruieren, dafür sorgt die Statistik. Sie ist die Wissenschaft vom korrekten Umgang mit gesammelten quantitativen Informationen, also Daten. Ihre mathematischen Verfahren verknüp-

fen die Vermutung über Zusammenhänge, die Theorie mit der tatsächlichen Erfahrung, der Messung. Leider wird sie heute mit dem allgegenwärtigen Begriff der «Signifikanz» stark überstrapaziert.

Galileos Messungen in Padua, wo er Kugeln eine schiefe Ebene herunterrollen liess, um Beschleunigung und Fallgesetze zu finden, waren schon dadurch getrübt, dass er keine Uhr besass. Wissenschaftler benutzten ihren Puls, um zeitabhängige Messungen zu machen, unter der Annahme, dass sie keine Erregung beim Experimentieren störe. Galileo scheint auf der schiefen Ebene eine Art Glöckchenbahn verwendet zu haben, um die von den verschiedenen Kugeln zurückgelegten Strecken zeitlich zu messen. Seine Versuche folgen natürlich der «wissenschaftlichen Methode», eine Hypothese zu haben, danach ein Experiment aufzubauen und Ausreissern besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Diese Experimente erwiesen sich als fundamental. Aber auch in weniger mechanistisch reduzierten Umgebungen liessen sich fundamentale Aussagen treffen. James Linds «klinischer Versuch» an zehn Matrosen, mit dem er an Bord eines Kriegsschiffes 1747 eine Therapie des Skorbutus fand, wäre heute statistisch nicht mehr akzeptabel.

Der Siegeszug der Signifikanz begann in der Guinness-Brauerei. Um die Qualitätsabweichungen von Gerstenmalz zu beurteilen, erfand William Gosset ein Verfahren, das den «wahrscheinlichen Fehler der Mittelwerte» bei kleinen Stichproben bestimmt. Je kleiner die Stichprobe ist, umso grösser wird in seinem Test der Fehler und entsprechend geringer die Signifikanz des Messwerts der Malzqualität. Gosset publizierte seinen Test anonym als «Student». Seitdem heisst er *Student's t-test*. Allerdings bleibt offen, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, aus purem Zufall eine Probe zu erwischen, die höchste Qualität anzeigt. Darüber hatte sich zur gleichen Zeit Karl Pearson Gedanken gemacht und den p-Wert entwickelt. Einfach gesagt, beschreibt der die Wahrscheinlichkeit, ein völlig zufälliges positives Messergebnis ausserhalb der Verteilung zu erhalten, wo sich alle anderen positiven Werte versammeln. Da niemand wusste, wie gross der p-Wert ist, führte ein Freund und Statistiker, Ronald Fisher, im Jahr 1925 einfach

eine Konvention ein (etwas, was wir beim Messen noch häufig sehen werden): Eine Messung soll als «signifikant» erachtet werden, wenn nur einmal in zwanzig Versuchen «zufällig» die positive Messung, in diesem Fall höchste Malzqualität, auftritt. Damit errechnet sich der p-Wert zu 0,05 und wird zum Schrecken aller jungen Forschenden, die ihre Ergebnisse publizieren müssen. Denn inzwischen, im Trend der Ökonomisierung und des «managements» der Wissenschaft, gilt ein Signifikanzniveau von 0,05 als Mindestanforderung für eine «gute» Fachzeitschrift. Die sogenannten Topjournals, wie *Nature*, *Science* etc., sehen lieber 0,001 als Grenze.

Jede Regel birgt bereits ihre eigene Umgehung. Und da Publikationen die Währung der akademischen Karriere sind, wird «P-Hacking», die Manipulation der eigenen Daten, zum Sport ernannt. Es ist Betrug und Fälschung. Aber ein niedriger p-Wert vergoldet die Ergebnisse, er macht sie glaubhafter, er unterstützt «wilde» Interpretationen, er festigt die ganze Geschichte. Die «Härte» ihrer Experimente mag Physik und Chemie und molekulare Wissenschaften noch einigermaßen schützen, bei den *life sciences*, den Sozial- und Kulturwissenschaften, die sich zunehmend und fast vollständig der messenden Forschung verschrieben haben, ist die Gefährdung höher.

Wie sehr selbst genau gemessene Daten und ihre Interpretation von der Wirklichkeit abweichen können, zeigt die Himmelsmaschine des Kurfürsten August von Sachsen von 1568, die nach aufwendiger Instandsetzung wieder in seinem mathematisch-physikalischen Salon zu bewundern ist. Mit fast unglaublicher Präzision bildet die Uhr die Bewegung der damals bekannten Himmelskörper ab und sagt den Mondaufgang ebenso genau voraus wie die Position des Morgensterns oder die Jupiterbahn. Ihr Schöpfer, der Schneider, Baumeister und Astronom Ebert Baldewein aus Marburg, erklärte allerdings alle Daten im Sinne des ptolemäischen Weltbildes und damit geozentrisch. Mit raffiniertester Mechanik erzeugt die Uhr Schleifenbewegungen der Planeten, die ihren von der Erde aus wahrgenommenen partiellen Rückwärtslauf simulieren. Von der Sonne aus gesehen findet das alles nicht statt. Die Richtigkeit des Modells lässt sich durch hohe Genauigkeit eben nicht beweisen, sondern

allenfalls widerlegen, was Kopernikus tat. Er publizierte sein heliozentrisches Weltbild in *De revolutionibus orbium coelestium* im Jahr 1543 und fand kaum Beachtung und wenn überhaupt, dann Widerspruch. Galileo wurde kurz vor der Vollendung der Uhr in Pisa geboren.

In ihrer essayistischen Form enthalten die Geschichten zu den einzelnen Messgeräten neben den enzyklopädisch verbrieften Fakten natürlich ein gerüttelt Mass an fiktiven Ausschmückungen. Ich habe deshalb hie und da auch Literatur zitiert, die einen erweiterten Einblick in die zeitlichen und örtlichen Umstände gibt, und nicht nur über das Messgerät referiert.

Übersetzendes Messen

Die Herausforderung der Physik und der Messtechnik sind Absolutmessungen. Für die tägliche Praxis werden zwar präzise, aber auch schnelle und direkt interpretierbare Ergebnisse gefordert. Daran sind wir in unsrer hochdigitalisierten Umgebung gewöhnt. Das *smart phone* misst die Windgeschwindigkeit über die Akustik des Strömungsabrisses an seinem Mikrofon und präsentiert eine Zahl. Es enthält ja kein Anemometer, wo sich ein Windmühlchen dreht. Der Kamerachip misst die einfallenden Photonen und reguliert die Belichtung; Touristen müssen kein Fotopapier mehr vor dem Petersdom ausbreiten, um die Schwärzungszeit zu stoppen. Die Laserkamera der Verkehrskontrolle liefert per E-Mail noch ein Porträtfoto zur Rechnung für die Geschwindigkeitsüberschreitung. Die Miniaturcomputer in all unsren Begleitern übersetzen komplizierte Messungen in Symbole, die wir direkt interpretieren und nach denen wir direkt handeln können. Das war zwar zur Blütezeit der Feinmechanik aufwendiger, aber genauso beabsichtigt.

Das Faustmann'sche Hypsometer hat den Tangens eingebaut und liefert direkt die Höhe des Baums. Am Ebullioskop liest man Alkoholgrade ab, anstatt Siedepunkte und Negretti & Zambra's Forecaster verkündet «einige Schauer», nachdem man die elfenbeinernen Skalenräder auf Windrichtung und Barometerdruck eingestellt hat.

Die eingebauten Algorithmen waren schon immer geschütztes Eigentum der Erfinder. Neben der Konstruktion lag hier das wirtschaftliche Potenzial der Erfindung. Das ist heute umso mehr der Fall, als im Digitalisierten die Auswertungsalgorithmen primär für den Erfolg sind. Da war und ist kritische Haltung gefragt.

Zur «Methode»

Bis auf wenige Ausnahmen sind alle Geräte, wenn nicht extra vermerkt, Bestandteil meiner Sammlung und funktionsbereit. Mit den meisten habe ich experimentiert, aber aus momentanem Mangel an Dampflokomotiven beispielsweise nicht mit dem Dampfindikator. Die jüngst restaurierte Dampfmaschine der Gasi Schlieren fasse ich als Möglichkeit ins Auge. Wenn immer möglich stammen Beschreibungen und Zitate aus der Originalliteratur. Übersetzungen aus der Originalliteratur erfolgten mit DeepL Pro.

Natürlich verwende ich mit grosser Begeisterung Wikipedia. Es ist die grossartige Möglichkeit virtuell zu reisen, Bibliotheken, Museen und Kirchen zu besuchen und physische Reisepläne abzuändern, weil ein besonderes Messgerät etwas abseits zu bestaunen ist. Und es vereinfacht in vieler Hinsicht das Aufspüren von Originaldokumenten. Es soll auch mal etwas Positives über das Internet und seine Gefolgschaft gesagt werden. Viele Bücher würden ohne es nie geschrieben und kaum verbreitet.