

Maß & Gewicht

Zeitschrift für Metrologie

Nr. 124, Dezember 2017



Gewichte und Waagen
aus Afrika und Asien

Raritäten aus Museen
IX: Die Sammlung Schellenberg

Fälschung
von Kuhlmann Analysenwaagen

Messschieber
aus der Xin-Mang-Zeit

Analysenwaagen
Entwicklung

Visieren und Streiten
Falschmessungen am Fass....

100 Jahre Jubiläum
Int. Büro für Maß & Gewicht

Registrierung
von Hamburger Kornwaagen

Visieren und Streiten – Falschmessungen am Fass in der Frühen Neuzeit

Stephan Weiss



Dieser Beitrag stellt eine Fortsetzung meines Aufsatzes über Visierinstrumente dar.^{1,2} Dort bin ich nur summarisch auf die Genauigkeit der Messergebnisse beim Visieren von Fässern eingegangen. Hier soll dieses Thema ausführlich behandelt und durch historische und moderne Quellen ergänzt werden. Es wird sich zeigen, dass die Ausübung der Visierkunst mit allen Begleitumständen und Nebeneffekten nicht nur mit dem damaligen merkantilen Hintergrund verbunden war, sondern auch einen Teil der angewandten Mathematik darstellte.

Der zunehmende Handel ab dem 15. Jahrhundert brachte mit sich, dass Zölle und andere Abgaben auf die in Fässern transportierten Güter, zumeist Wein, erhoben wurden. Die Handelsstädte stellten Visierer an, die mit ihren Instrumenten das Volumen eines Fasses ermittelten. Handelszentren lagen in Süddeutschland – hier vor allem Regensburg, Nürnberg, Passau und Ulm – sowie in Österreich und entlang des Rheins über Köln bis Flandern.

Die verwendeten Visierstäbe, auch Visierruten genannt, habe ich bereits in einer früheren Ausgabe vorgestellt. Es handelt sich dabei um lange schmale Stäbe, die, je nach Bauart, nur eine kubisch geteilte Skala oder lineare und quadratisch geteilte Skalen in Kombination tragen.³ Mit der Quadratrute, der weit verbreiteten Bauart, hat man sowohl die innere Länge als auch den Mittelwert zwischen dem kleinen Bodendurchmesser und dem größten Durchmesser am Spund in der Mitte bestimmt und mittels einer Multiplikation der abgelesenen Zahlen das Volumen des Fasses ermittelt. Falls die Bodendurchmesser ungleich waren wurden auch diese gemittelt. In *Abb. 1* sind die notwendigen Messungen dargestellt. Eine dritte Bauart, die Wechselruten, sind dem Prinzip nach Quadratruten. Sie tragen mehrere Längenskalen, die für jeweils einen anderen Durchmesser gelten und unmittelbar auf das Volumen eingestellt sind. Abhängig von den Abmessungen des Fasses kann deren Gebrauch die Arbeit erleichtern oder auch erschweren.

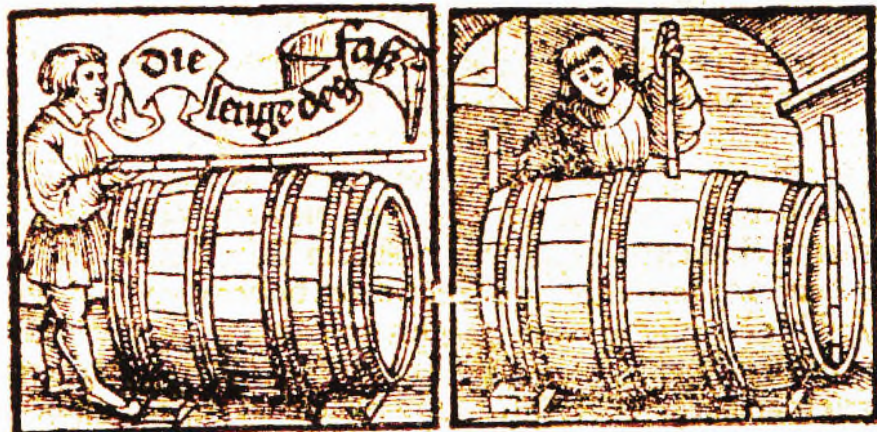


Abb. 1: Das Messen der Länge und der drei wesentlichen Durchmesser eines Fasses bei KÖBEL 1531⁴

- 1 WEISS, Stephan. 2015. Visierinstrumente zur Volumenbestimmung - Ein Überblick. In: *Maß & Gewicht, Zeitschrift für Metrologie* **116**, S. 2966-2974
- 2 WEISS, Stephan. 2017. Ausführungen und Gebrauch des Medials. In: *Maß & Gewicht, Zeitschrift für Metrologie* **122**, S. 3456-3461
- 3 Mit einem einfachen Beispiel lässt sich der Unterschied in den Skalen erklären. Trägt eine linear geteilte Skala in gleichen Abständen die Zahlen 0-1-2-3-4-5-6-7-8, dann stehen auf einer quadratisch geteilten Skala an den gleichen Stellen deren Quadratzahlen 0-1-4-9-16-25-36-49-64, auf einer kubisch geteilten Skala deren dritte Potenzen 0-1-8-27-64-125-216-343-512. Um allerdings auf einer Quadratskala die gewohnten Zahlen 1, 5, 10, 20, 30 usw. aufzubringen verwendeten die Hersteller entweder eine geometrische Konstruktion oder eine Tabelle der Quadratwurzeln, ganzer Zahlen, für eine Tabelle der dritten Wurzeln.
- 4 KÖBEL, Jacob. 1531. *Ein new geordenet künstlich Rechennbüchlin*. Frankfurt a. M.

Mit der Festlegung eines mittleren Durchmessers wird das Fass auf einen Zylinder reduziert, im Ergebnis handelt es sich demnach um einen Näherungswert. Das Messen des Volumens mittels einer Quadratrute ist ein Prozess in mehreren Schritten und keinesfalls mit einer Längenmessung oder dem einfachen Wiegen einer Ware vergleichbar.

Die Handhabung der Visierrute umfasst das Wissen, welche Abmessungen am Fass wie zu bestimmen sind, welche Volumeneinheit und Unterteilung der Skala zugrunde liegt, man muss schließlich die Ziffern beherrschen und multiplizieren können. Kenntnisse in der zu Grunde liegenden Theorie verleihen Sicherheit im Umgang, sind aber nicht erforderlich. Das Anfertigen der Rute hingegen, ihr Anpassen an die vorgegebene Volumeneinheit sowie das Teilen der nichtlinearen Skalen setzt ein tiefer gehendes Verständnis von Arithmetik und Geometrie voraus. Es wäre ein Fehler, die notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten mit den heutigen Maßstäben einer guten Ausbildung zu vergleichen. Der sichere Umgang mit den Sätzen der Arithmetik und der Geometrie gehörte zu jener Zeit zu den besonderen Befähigungen, die nur wenige beherrschten. Der Mathematiker Erhart HELM⁵ wirft ein Licht auf den Umgang mit Zahlen in der Mitte des 16. Jh:

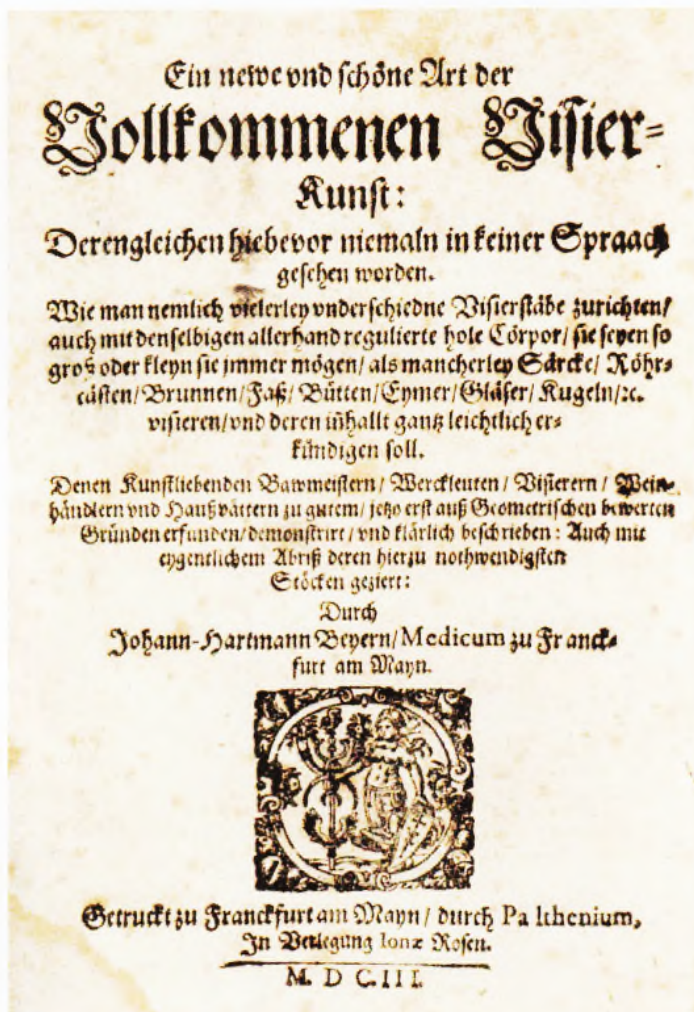


Abb. 2: Titelseite der Visier-Kunst von BEYER 1603

„... allein mann multiplicieret im sinn die tieffe mit der lenge / so hat mann auch wie vil das Vaß hellt. Es ist aber mühsam /und mag einer leichtlich irren / vorab so tieffe odder lenge / odder sie beide nit uff gerade puncten oder lengen fallen / welches gar schwer einem rechner / eim Leyen schier unmöglich ist.“⁶

Um dem steigenden Bedarf an Ausbildung in den Grundkenntnissen entgegen zu kommen nahmen in den Städten Schreib- und Rechenmeister ihre Tätigkeiten auf.

Ab dem 15. Jahrhundert erschienen Lehrbücher der Visierkunde oder Visierkunst eigenständig oder als Anhänge zu Rechenlehrbüchern. Die umfassendsten ihrer Art sind das Visierbuch von Ulrich KERN 1531⁷ und die Visier-Kunst von Johann Hartmann BEYER 1603⁸. Alle Autoren waren zumindest in der Materie sachkundig oder sogar anerkannte Rechenmeister, manche vom Magistrat der Stadt angestellt als vereidigter Visiermeister, als Eichmeister, Waagmeister oder Ratgeber für andere mess- und rechentechnische Belange.

5 HELM, Erhart. 1551 u.ö. *Visierbuch*. Beigebunden zu einigen Ausgaben von RIES, Adam. *Rechenbuch auff Linien und Ziphren Inn allerley Hantierung, Geschefften und Kauffmanschafft*. Frankfurt. Faksimile d. Ausg. 1574. Darmstadt 1954

6 Das Zitat stammt aus HELM 1551, Ausg. 1574 fol. 88v. Er sieht vor allem das Multiplizieren von Ganzzahlen mit Brüchen und von Brüchen miteinander als sehr schwierig und fehleranfällig

7 KERN, Ulrich. 1531. *Eyn new künstlichs wolgegründts Visierbuch gar gewiß und behend...* Straßburg

8 BEYER, Johann Hartmann. 1603. *Ein neue und schöne Art der Vollkommenen Visier-Kunst*. Frankfurt/M.

Die Magistrate der Städte bemühten sich um ein hohes Niveau in der Ausübung des Visierens. Für die bedeutende Handelsstadt Nürnberg ist überliefert, dass Mitte des 17. Jahrhunderts zwei mal jährlich Visierproben durchgeführt wurden. Hierbei mussten die Volumina von bis zu 24 Fässern bestimmt werden. Die Veranstaltung diente der Selbstkontrolle. Georg WENDLER⁹, ein Visierer und Teilnehmer, schreibt dazu, dass den Teilnehmern nach ihrer Messung das tatsächliche, zuvor mit Wasser bestimmte Volumen mitgeteilt wurde, „...damit ein ieder der mit visiert sehen mag wieviel er Fehler habe, oder ob er gut Visiert.“¹⁰

Schreib- und Rechenmeister konnten eine Schule eröffnen und in Eigenregie leiten. In Nürnberg mussten sie neben anderen Voraussetzungen hierfür zunächst eine entsprechende Ausbildung nachweisen, später ein Examen ablegen. Die Fragenkataloge der Examina sind überliefert.¹¹ Der „*Rechenmeister und Visitor der deutschen Schreib- und Rechenschulen in Nürnberg*“, wie er sich selbst nennt, Johann HEERSEN, veröffentlichte im Jahr 1616 einen solchen Katalog¹². Der Rat von Nürnberg war hierüber nicht begeistert und verbot ihm Bücher privat drucken zu lassen.

HEERS Katalog behandelt die Wissensgebiete Arithmetik, daran gleich anschließend Visieren, sowie Buchhaltung, Geometrie und Textaufgaben. Der Abschnitt über Visieren betrifft nicht nur Fässer, sondern auch andere Körper, weil die Volumenbestimmung durch Visieren nicht auf Fässer beschränkt ist. Die Fragen zu den Fässern sind insofern interessant, als sie die notwendigen Kenntnisse beim Visieren abfragen. Nachfolgend einige Beispiele:

„VIII. Mehr ein Väßle / ist die tieff 14 Punct / hat 10 $\frac{1}{2}$ leng?“¹³

Diese Frage führt zu einer einfachen Multiplikation. Darauf folgende Aufgaben lassen sich nur mit der Multiplikation von gemischten Zahlen (Ganzzahl plus echter Bruch) lösen. Eine andere Aufgabe prüft nicht die Rechenkenntnisse des Visierers, sondern dessen Gewandtheit sofern unerwartete Probleme auftreten. Eine der vorgestellten Situationen ist direkt aus dem Leben gegriffen:

„XXVI. Wie wolte man sich verhalten / wann man von einem F.F.E.H.W. Raht / in ihrem Gebiet / zu Visieren gesandt / und war unterwegs vonn der Ruten ein theil verlorn / oder daheim ligen blieben / damit die Reiß [Reise] nicht vergeblich?“

Die Antwort wird nicht gegeben, sie ist einfach: man verwendet eine Schnur und nimmt mit ihr und mit Hilfe eines einfachen Stabes die notwendigen Abmessungen. Die Längen auf der Schnur kann man später zuhause an einer Visierrute abtragen. Der Fragesteller sieht diese Antwort bereits voraus und fragt weiter:

„XXVII. Wie dem / so man kein schnur haben möchte?“

An dieser Stelle ist mir bis jetzt aus der Literatur kein Ausweg bekannt.

Die geschilderten vereinzelt Bemühungen um Fachwissen und Präzision im Messen sind die eine Seite. Eine Frage bleibt zunächst unbeantwortet, nämlich wie genau die Visierer gemessen haben. Wie bereits erwähnt stellt das Verfahren, das sie mit der Quadratrute ausführen, eine Näherung dar. Es gibt Versuche, in Vergleichsrechnungen nachträglich den maximalen Fehler einzugrenzen. Die Resultate sind m.E. wenig realistisch, weil sie Ablesefehler, im Besonderen an nichtlinear geteilten Skalen im hohen Zahlenbereich, nicht berücksichtigen, obwohl dabei leicht Probleme auftreten können. Letztendlich stellte das Multiplizieren von ganzen und Bruchzahlen hohe Anforderungen an manche Visierer und die Fehler hierbei sind nicht reproduzierbar.

9 WENDLER, Georg. 1646. *Georg Wendlers von Burglengenfeld Schreib- und Rechenmeisters, Geometers und Visierers zu Regensburg Memorial oder Handbuch* - BSB Cgm 3788

10 WENDLER 1646, fol. 360r, zitiert nach FOLKERTS, Menso. 2003. Die Ausbildung von Rechenmeistern, dargestellt an ausgewählten Beispielen. In: *Acta Academiae Scientiarum* 8 (2003), S. 89-129, S. 120

11 Über die Ausbildung von Rechenmeistern und ihre Prüfungen s. FOLKERTS 2003.

12 HEER, Johann. 1616. *Arithmeticae et geometricae quaestiones Für die Jenigen / so sich inns EXAMEN, und folgents zu dem Teutschen Schulstandt zu begeben gesinnt...* Nürnberg

13 HEER 1616, hier der Abschnitt „Visiern“. Gesucht ist das Volumen aus den Abmessungen. Mit Tiefe ist der Durchmesser gemeint. Man weiß nicht auf welche Volumeneinheiten die Skalen eingerichtet sind. Naheliegender ist die Antwort: $14 \times 10 \frac{1}{2} = 147$ Volumeneinheiten.

Die Zweifel bleiben bestehen, und das umso mehr als in den Archiven zahlreiche Beschwerden und Eingaben über Falschmessungen liegen, die leider noch niemand ausgewertet hat.¹⁴ Das verwundert nicht wenn man im Visierbuch von KÖBEL¹⁵ aus dem Jahr 1515 von Klagen der Kaufleute liest, dass einmal zu viel, dann wieder zu wenig visiert wird. Vom „*ungelerten oder unfleissigen Visierer*“ oder vom „*ungerechten rech(n)en*“ ist dort die Rede.¹⁶ In gleichem Sinne äußert sich BEYER 1603 in der Widmung (Dedication) seines Werkes:

"Wann aber von denen Weinhändlern / sonderlich in jetzigen Jahren / da der Wein hohes werths / täglich vielfaltige klage / der irrigen und ungewissen Visierung halben / einkommen thut: auch in warheit nicht ohne / daß bißweilln / theyls auß fahrläsigkeit und unwissenheyte etlicher unachtsamen visierer / theyls auß ubel und fälschlich zubereytete visierruthen / grosse mängel dißfals entstanden: ..."

Letztendlich sind die genannten unbefriedigenden Zustände für BEYER der Anlass, „*die gantze Kunst des Visierens*“ darzustellen. Er sieht die Fehler aus mathematisch-technischer Sicht. Nicht vollständig ausschließen lassen sich Fehleinschätzungen seitens der Käufer und Verkäufer oder absichtliche Falschmessungen um Umsätze oder Abgaben zu manipulieren. Niemand weiß das so genau.

Zweifel und Auseinandersetzungen in Bezug auf die Messergebnisse sind uns auch aus Antwerpen überliefert. Die Stadt war im 15. und 16. Jahrhundert eine der größten Städte der Welt und zeitweise das wichtigste Handelszentrum Europas. In Antwerpen waren zwei offizielle Wein-Visierer bei der Steuerbehörde angestellt. Sie wechselten nur, wenn einer von ihnen verstarb oder sein Amt niederlegte. Die Vertreter der Behörde wussten zwar, dass zwei Messungen nie zum selben Ergebnis führten, trotzdem verteidigten sie ihre angestellten Visierer. Deren Verhältnis zu den Händlern bzw. Abgabepflichtigen kann nicht ganz entspannt gewesen sein.

Michiel COIGNET, ein flämischer Instrumentenmacher, Militäringenieur, Mathematiker und Kartograph und ab 1572 ein angesehener Visierer, schlug 1596 vor, Visierer erst nach einer Prüfung anzustellen. Er argumentierte, dass manche Visierer „*das Volumen eines Fasses mehr als ein Aam*¹⁷ *höher ansetzen als das tatsächliche*“ und dass sie „*ihr Handwerk nicht im Griff haben*“. In gleichem Sinn äußert sich Martin vanden DYCKE. Er schreibt: „*manche Visierer verstehen die Grundlagen der Arithmetik nicht und wissen nicht wie man eine Multiplikation richtig ausführt, im besonderen wenn große Zahlen vorkommen.*“¹⁸ Letzterer zählte ebenfalls zu den Sachkundigen, denn er veröffentlichte ein Buch über das Visieren.¹⁹

Die Beschwerden der Händler verstummten über Jahrzehnte nicht. Sie behalfen sich, indem sie nach einer Messung durch einen angestellten Visierer einen anderen mit der nochmaligen Überprüfung des Ergebnisses beauftragten. Der bereits zitierte Michiel COIGNET schrieb hierüber „*Die Händler sind irritiert, denn wenn einer visiert hatte, ließ der andere Händler das Fass nochmals visieren, weil einer den anderen überprüfen wollte.*“²⁰ Obwohl sich die Steuerbehörde hinter ihre Visierer stellte eskalierte der Streit im September 1605 dahingehend, dass einige Händler einen offiziellen Visierer mit der Androhung von Schlägen von den Messungen abhielten. Die Gründe für all die Auseinandersetzungen lagen nicht nur in den unterschiedlichen Messergebnissen sondern auch in der Tatsache, dass es kein zuverlässiges Verfahren zur Bestimmung des Restinhaltes eines teilgefüllten Fasses gab. Ich komme auf diese Problematik weiter unten zurück.

14 Diesen Sachverhalt merkte Prof. em. Dr. Menso FOLKERTS, ehemals Ludwig Maximilians Universität München, während eines persönlichen Gesprächs an.

15 KÖBEL, Jacob. 1515. *Eyn new geordnet Vysirbuch*. Oppenheim

16 KÖBEL 1515, fol. 2v

17 Eine Aam umfasst 155 bis 157 Liter.

18 Die Zitate sind aus MESKENS 1994, S. 131, entnommen und vom Verfasser übersetzt. (MESKENS, Ad. 1994. Wine Gauging in Late 16th- and Early 17th-Century Antwerp. In: *Historia Mathematica* 21 (1994))

19 DYCKE, Martin vanden. 1600. *Instructie om de wijn-roede ende peghelstock te maken*

20 frei zitiert nach MESKENS 2013, S. 45, Übersetzung vom Verfasser; (MESKENS, Ad. 2013. *Practical mathematics in a commercial metropolis. Mathematical life in late 16th century Antwerp*)

Wie bereits erwähnt wechselten die offiziellen Visierer nur, wenn einer von ihnen verstarb oder sein Amt niederlegte. Der neue Visierer wurde in einem öffentlich ausgeschriebenen Wettbewerb bestimmt. Die Unterlagen zweier Wettbewerbe aus den Archiven der Stadt Antwerpen sind gesichtet und veröffentlicht worden, sodass man sich ein Bild von den Fähigkeiten der Teilnehmer und ihren Messergebnissen machen kann.²¹ Einer der Wettbewerbe fand im Jahr 1567 statt, ein anderer lässt sich nicht genau datieren, er muss zwischen 1564 und 1576 stattgefunden haben.

Die Bewerber sind namentlich bekannt. Weitere biographische Informationen über sie gibt es kaum. Sie stammten aus Antwerpen oder aus der umliegenden Region. Keiner von ihnen war als Lehrer tätig, keiner hatte also das arithmetisch-geometrische Grundwissen als Hauptberuf gegenwärtig.

Die Teilnehmer mussten zunächst ihre Visierruten unter Aufsicht mit geometrischen Konstruktionen selbst anfertigen. Aus dieser Vorbedingung lässt sich folgern, dass sehr wahrscheinlich quadratisch geteilte Ruten zur Anwendung kamen. Diese erste Aufgabe setzte bereits umfassende Kenntnisse der Materie voraus und muß zwangsläufig einen großen Einfluss auf die Qualität der späteren Messergebnisse gehabt haben.

Im zweiten Abschnitt mussten die Teilnehmer an sechs Fässern deren Volumina bestimmen. Die tatsächlichen Werte waren zuvor durch Befüllen und Entleeren ermittelt worden. Sie lagen beim Test 1567 zwischen 815 und 313 Antwerpener Potten (ca. 1140 und 438 Liter), im zweiten Test mit unbekanntem Datum zwischen 773 und 152,5 Potten (ca. 1080 und 213 Liter). Mit den Verhältnissen 1:2,6 und 1:5,1 differierten die Fässer markant in ihrer Größe. Welche Hilfsmittel die Teilnehmer, abgesehen von der Visierrute, sonst verwendeten oder ob sie Korrekturen aus der Erfahrung vorgenommen haben ist unbekannt.

Im dritten Abschnitt schließlich sollten die Teilnehmer den leeren Anteil nicht voller Fässern bestimmen.

Nachfolgend sind die Ergebnisse beider Wettbewerbe für das volle Fass zusammengefasst und basierend auf den Tabellen bei MESKENS grafisch ausgewertet. Der Messfehler ist nicht absolut sondern relativ, d.h. in Prozent des tatsächlichen Volumens, angegeben.

Ein einzelnes Ergebnis sei vorweg genommen. Der Visierer mit den schlechtesten Ergebnissen liegt im Bereich -48%, -41%, -36%... und +17% Fehler. Sie finden hier im weiteren keine Berücksichtigung, weil solche Ergebnisse völlig aus dem Rahmen fallen und keineswegs repräsentativ sind. Sie ließen sich meines Erachtens auch durch geübtes Schätzen finden.

In Abb. 3 ist die Verteilung der Messfehler aller Messungen dargestellt. Die Grafik zeigt in der horizontalen Achse die Anzahl der Messfehler in Abhängigkeit von der Größe des Messfehlers, gestuft um jeweils 1%, in der vertikalen Achse. Größere Fehler als +9% und -8% sind vereinzelt aufgetreten, in diesem Diagramm jedoch nicht mit aufgeführt.

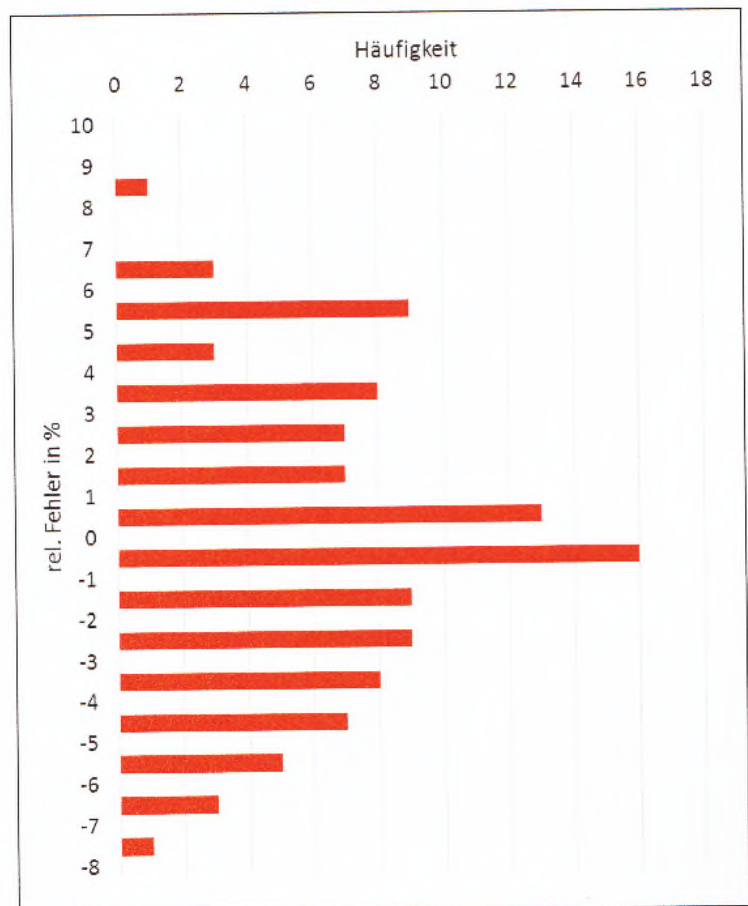


Abb. 3: Die Verteilung der Messfehler für das volle Fass

21 MESKENS, Ad. 1994. S. 132ff

Zunächst fällt auf, dass das Maximum der Zahl an Messfehlern in dem kleinen Bereich $-1\% \dots +1\%$ liegt. Dieses Ergebnis überrascht, denn der Quadratrute liegt der näherungsweise Ersatz des Fasses durch einen Zylinder zugrunde. In Richtung auf zunehmende Fehler, negativ wie positiv, verringert sich die Anzahl der Messungen. Diese Tatsache spricht dafür, dass das Messverfahren keinen systematischen Fehler aufweist. Im Bereich $+5\% \dots +6\%$ kommt es zu einer Häufung des relativen Fehlers, dessen Ursachen nicht bekannt sind.

Das Diagramm in *Abb. 4* zeigt für jeden geprüften Visierer den Fehlerbereich seiner Messergebnisse. Die Größe der Fehler sind in der horizontalen Achse oben, die Visierer rechts von oben nach unten mit den Buchstaben A bis U markiert. Den Bereich vom kleinsten zum größten Fehler deckt ein horizontaler Strich ab.

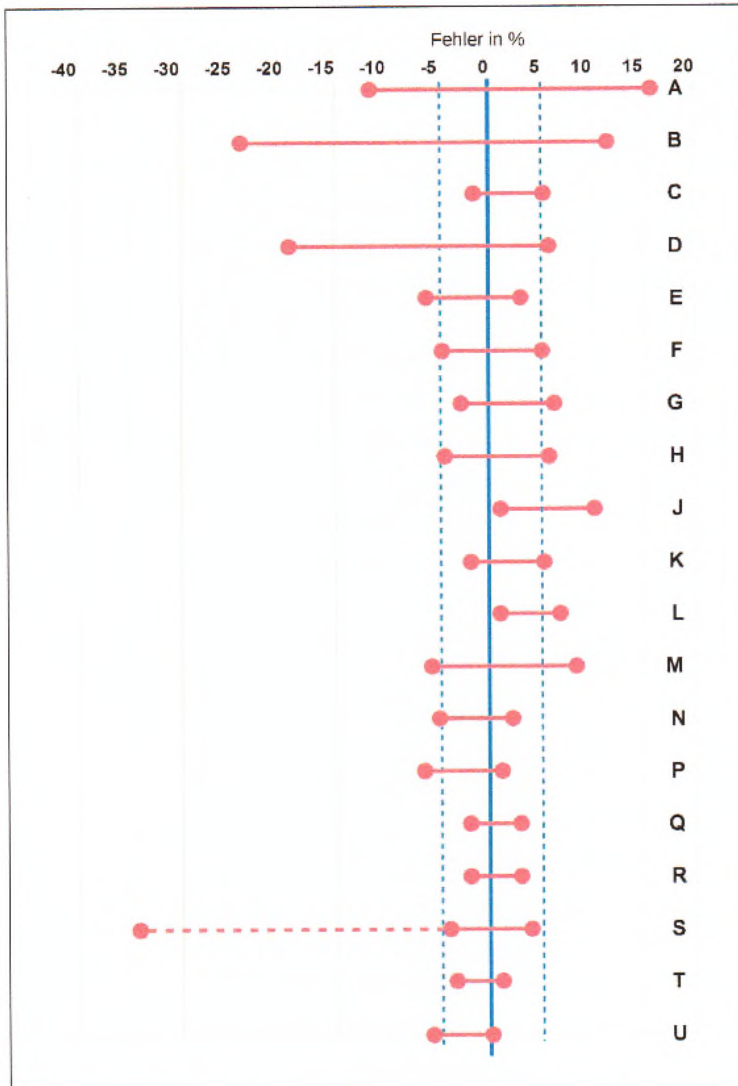


Abb. 4: Die Fehlerbereiche für jeden Visierer am vollen Fass

Das Diagramm macht einige Besonderheiten in den Ergebnissen sichtbar. Die drei Visierer A, B und D arbeiten mit nicht hinnehmbar großen Fehlern. Das Ergebnis des Teilnehmers S ist hervorgehoben, weil er in nur einer einzigen Messung von seinem sonst engen Fehlerbereich erheblich abweicht. Dies weist auf nur eine falsche Ausführung oder Handhabung hin, während er seine übrigen Messungen richtig ausgeführt hat. Sieht man noch von J oder M ab, deren Fehlerbereiche schon geringer, aber im Vergleich zu den übrigen noch zu groß sind, liegen alle anderen, das sind fast drei Viertel, in einem Bereich von ca. $\pm 5\%$. Dies ist offensichtlich ein Fehlerbereich, der von der Mehrzahl erreicht wird und den man deshalb auch hätte in der Praxis generell fordern können. Die beiden Besten sind Q und R, sie liegen sogar in den Bereichen $-2,0\% \dots +2,9\%$ bzw. $-2,0\% \dots +3,2\%$. Obwohl wir nicht genau wissen, wie die Visierer gemessen haben, lässt sich dennoch die erzielbare Fehlerrate recht genau eingrenzen.

Die Ergebnisse nach dem Ausmessen des leeren Teilvolumens eines nicht vollständig gefüllten Fasses kann man der Einfachheit halber summarisch zusammenfassen. Die relativen Fehler sind entweder sehr hoch, positiv wie negativ, oder sie differieren stark in den Ergebnissen eines jeden Teilnehmers. Maximale Fehler sind $+128,6\%$, $-44,2\%$, eine beispielhafte Messreihe lautet $+69,4\%$, $+7,1\%$, $-42,6\%$.

Zwei Visierer weigerten sich sogar, am Wettbewerb im Jahr 1567 für das teilgefüllte Fass teilzunehmen. Wenn ihre Begründungen, sie hätten die notwendigen Messgeräte nicht mitgebracht, keine Ausreden waren, könnte man daraus schließen, dass es solche spezielle Instrumente gab. Falls dies zutrifft handelte es sich mit Sicherheit um Messinstrumente, die nur für eine spezielle Fass-

form oder Fassgröße eingerichtet waren und auch nur hierbei brauchbare Ergebnisse lieferten.

Das teilgefüllte Fass ist ein geometrisches Problem, das die Mathematiker und Visierer der beginnenden Neuzeit allgemein gültig nicht lösen konnten. Nachrechnungen mit modernen Methoden zeigen, dass das auch nicht möglich war, weil für diese Art der Aufgabenstellung keine einfache Lösung existiert, auch nicht in Näherung.

Die Ergebnisse der zwei Wettbewerbe sagen uns viel über die Fähigkeiten der Visierer in der Region Antwerpen im 16. Jahrhundert. Daraus folgt unmittelbar die Frage, ob die Ergebnisse qualitativ auch auf andere Handelsstädte mit angestellten Visierern, etwa Nürnberg, Frankfurt, Regensburg oder andere, übertragbar sind. Ich halte diese Annahme für zulässig. Drei Argumente lassen sich anführen. Mit dem Handel über Grenzen hinweg findet auch ein kultureller Austausch statt, der die Messmethoden beim Visieren mit einschließt. Zudem sind in den Rechen- und Visierbüchern des 16. und 17. Jahrhunderts die gesammelten und dargestellten Verfahren des Visierens nahezu identisch, unabhängig vom Ort ihres Erscheinens. Letztendlich setzte das Anfertigen der Visierruten und ihr Gebrauch Kenntnisse voraus, die in allen Regionen nur wenige fehlerfrei beherrschten. Andere mögen in Verkennung der Problematik trotzdem versucht haben, in die Kunst des Visierens einzusteigen. Daraus folgert, dass die Visierer in den anderen Handelsstädten mit ähnlichen Fehlergrößen und -häufigkeiten gearbeitet haben müssen wie sie sich in den Ergebnissen von Antwerpen widerspiegeln.

Eine letzte Frage wartet noch auf ihre Antwort: wo liegen die Gründe für die oben zitierten Beschwerden, gemessen an der jetzt bekannten Qualität der Ergebnisse?

Die oben zitierten Autoren KÖBEL, BEYER und HELM zählen die Gründe auf, nämlich falsch geteilte Ruten, fehlende Kenntnisse im Umgang mit ihnen und im Multiplizieren von Zahlen. Hier finden wir das Äquivalent zu den sechs oder sieben Visierern mit nicht tolerablen Ergebnissen in Antwerpen wieder.

Ein weiterer Grund wird ebenfalls der Anlass für Beschwerden gewesen sein. Aus der Sicht der Händler war das Visieren ein Vorgang mit nicht nachvollziehbarem Handlungsablauf bis zum Ergebnis. Man verschätzt sich leicht bei dem Versuch, Volumina unterschiedlich großer Körper nur durch Betrachten anzunehmen. Angebliche und tatsächliche Fehlmessungen in der Vergangenheit sprechen sich schnell herum und der Argwohn gegen ein undurchschaubares Messverfahren mag die Zweifel genährt haben.

Die überwiegende Zahl der Messungen wird in einem akzeptablen und gleichbleibenden Toleranzbereich ausgeführt worden sein, das zeigen die vorgestellten Auswertungen. Wie bekannt, von zufriedenen Kunden hört man nie etwas.

weitere Quellen

FOLKERTS, Menso. 1974. Die Entwicklung und Bedeutung der Visierkunst als Beispiel der praktischen Mathematik der frühen Neuzeit. In: *Humanismus und Technik* Bd. 18. S. 1-41

FOLKERTS, Menso. 2008. Die Fassmessung (Visierkunst) im späten Mittelalter und in der frühen Neuzeit. In: GEBHARDT, Rainer (Hrsg.). *Visier- und Rechenbücher der frühen Neuzeit* (Schriften des Adam-Ries-Bundes Annaberg-Buchholz Bd. 19)