

Stephan Weiss

Visierinstrumente zur Volumenbestimmung – ein Überblick

Erweiterte Fassung meines Vortrags am 17. Okt. 2015 in Beilngries
erschienen in Maß & Gewicht, Zeitschr. f. Metrologie, Nr. 116 (Dez. 2015), S. 2966-2974

Der Begriffsumfang für das Verbum visieren, ins Auge Fassen, ist gross. Gemeint sein kann das optische Anvisieren eines Zieles mittels einer Waffe oder das Anvisieren eines Geländepunktes mittels eines Instruments in der Landvermessung. Im Folgenden ist nur die dritte Bedeutung, nämlich das Bestimmen des Volumens eines Gefässes, gemeint.

Mit dem Begriff Visieren in diesem Sinne werden zumeist nur Fässer in Verbindung gebracht. Tatsächlich ist mit Visieren die Bestimmung des Volumens, seltener auch des Gewichts, aller Körper, also auch Kugeln, prismatische Körper, Zylinder usw. gemeint.

Visierinstrumente am Beispiel Kugelvisier

Die besonderen Eigenschaften der Visierinstrumente lässt sich am Besten an Hand eines besonderen Instruments erläutern.

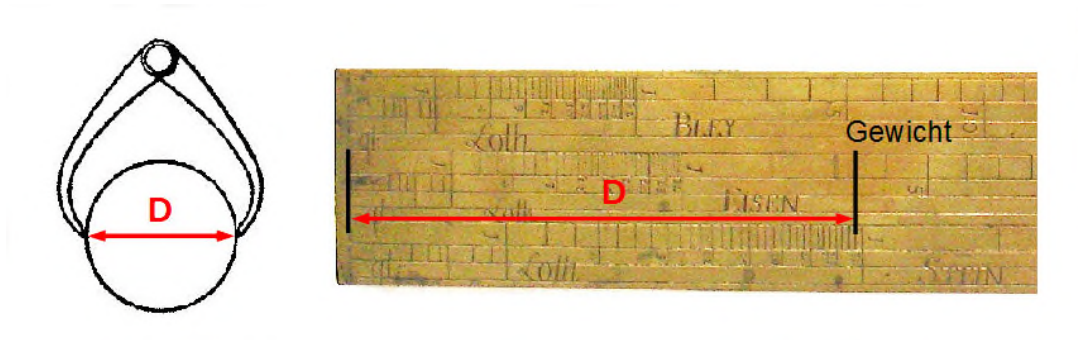


Bild 1: Ein Kugelvisier

Mit Hilfe eines Kugelvisiers (Bild 1) wird das Gewicht einer Kugel ermittelt. Man bestimmt dazu mit einem Taster den Durchmesser der Kugel und trägt ihn vom Skalenanfang beginnend an der Skala ab. Der zweite Endpunkt ergibt auf der Skala abgelesen sofort und ohne jede Berechnung das Gewicht. Der Zahlenwert des Durchmessers muss dabei nicht bekannt sein.

In diesem Fall wird das Gewicht bestimmt, nicht das Volumen. Das Gewicht ist jedoch unmittelbar über die Beziehung $\text{Gewicht} = \text{Volumen} \times \text{spezifisches Gewicht}$ definiert. Man könnte die Skala auch auf Volumeneinheiten einrichten. Am Prinzip ändert sich nichts. Dieses einfache Instrument zeigt die Eigenschaften aller Visierinstrumente:

- es sind kombinierte Mess- und Recheninstrumente,
- sie sind einfach anzuwenden, Vorkenntnisse sind nicht erforderlich,
- die Berechnung ist in die Skalen verlegt,
- die Anfertigung der Skalen gestaltet sich nicht einfach und setzt umfassende Kenntnisse voraus.

Noch einige Anmerkungen zum beschriebenen Instrument: es stammt aus dem 18. Jahrhundert und erlaubt mit drei Skalen die Bestimmung des Kugelgewichts für Kugeln aus Eisen, Stein und Blei. Das Gewicht ist in Nürnberger Pfund angegeben. Die Rückrechnung ergibt 509 Gramm für eine Gewichtseinheit, was der Überlieferung entspricht.

Verwendet wurden Instrumente dieser Art in der Artillerie der Heere. Üblicherweise hat man ab dem 16. Jahrhundert länderübergreifend das Gewicht von Kanonenkugeln nicht in den landesüblichen Gewichtseinheiten sondern in Nürnberger Pfund angegeben. Es handelt sich hierbei um eine sehr frühe und einfachen Form von Normierung, weil auf diesem Weg ein fester Zusammenhang zwischen dem Kaliber, d.h. dem Durchmesser des Kanonenrohres, und dem Gewicht der Kugel hergestellt werden konnte.

Den grössten Anwendungsbereich fand das Visieren bei der Bestimmung des Volumens von Fässern.

Der geschichtliche Hintergrund der Fassmessung

Im 14. und besonders im 15. Jahrhundert nimmt der Handelsverkehr erheblich zu. Darin eingeschlossen ist auch der Transport von Wein. Handelszentren liegen in Süddeutschland – hier vor allem Regensburg, Nürnberg, Passau und Ulm – sowie in Österreich und entlang des Rheins bis Flandern. Neben Wein werden auch Honig oder Öl fast ausschliesslich in Fässern transportiert. Nicht nur Käufer und Verkäufer müssen sich über die Menge des Handelsgutes einig sein, auch Maut, Zoll und andere Abgaben entlang der Handelswege bemessen sich nach der Menge.

Fässer besitzen je nach Ursprungsort nicht nur verschiedene Grössen, sondern auch unterschiedliche Formen und Proportionen. Ein möglichst einfaches Verfahren zur Bestimmung des Fassinhaltes wird gesucht. Daraus entwickelt sich die Fassmesskunst, ein Teil der Visierkunst mit Hilfe von Visierstäben, auch Visierruten genannt.

Die Frage liegt nahe, warum man ein Fassvolumen nicht näherungsweise als Zylinder oder zwei Kegelstümpfe berechnet hat. Diesem Vorgehen stehen drei Gründe entgegen. Erstens hätten Berechnungen vor Ort, auf dem Markt, in der

Lagerhalle, von einem Fachkundigen umständlich mit einem Rechenbrett ausgeführt werden müssen – schriftliche Rechenverfahren setzen sich erst später durch. Für den Umgang mit einem Stab kann auch ein Assistent mit geringeren Kenntnissen angelernt werden. Zweitens existierten für gemessene Längen in den üblichen Einheiten Zoll, Fuss oder ähnlich keine zugehörigen Volumeneinheiten Kubikzoll oder Kubikfuss. Sie werden in anderen Einheiten gemessen. Eine weitere Umrechnung wäre notwendig geworden. Drittens schliesslich lässt sich das Problem auf eine einfachere Art und Weise lösen. Visierinstrumente umgehen Längenmessungen in ihren Einheiten, weil sie auf geometrischen Proportionen aufbauen.

Im Folgenden gehe ich auf die zwei gebräuchlichsten Visierinstrumente ein.

Kubische Visierruten

Die kubische Visierrute basiert auf einer geometrischen Beziehung, nach der sich die Volumina V ähnlicher Körper 1 und 2 verhalten wie die dritten Potenzen gleicher Strecken L , allgemein

$$V_1 / V_2 = (L_1 / L_2)^3.$$

Dazu ein einfaches Beispiel: verdoppelt man den Durchmesser einer Kugel, dann besitzt die grössere das $2 \times 2 \times 2 = 8$ -fache Volumen. Eine Kugel mit 10-fachem Durchmesser hat ein 1000-faches Volumen. Diese Tatsache ist auch Grundlage des oben beschriebenen Kugelvisiers. Wegen der dritten Potenz einer Länge sind die Werte auf der Skala ungleich verteilt und nehmen nach oben hin in immer kürzeren Abständen sehr schnell zu. Von der dritten Potenz leitet sich auch die Bezeichnung kubische Rute oder Kubikstab ab.

Für die Bestimmung des Fassinhalts genügt eine Messung. Gemessen wird, wie in Bild 2 gezeigt, die Diagonale vom mittig gelegenen Spundloch zur gegenüber liegenden Ecke zwischen Boden und Seitenwand. Eine grosse Länge verringert die Gefahr von Fehlmessungen und berücksichtigt geringfügige Variationen in Länge und Durchmesser am Fass. Am unteren Rand des Spundlochs kann das Volumen des Fasses unmittelbar auf der Skala der Visierrute abgelesen werden. In der Praxis wird nach beiden Seiten gemessen. Das zweimalige diagonale Messen dient der Prüfung des Fasses auf Symmetrie und vermindert den Messfehler.

Eine kubische Visierrute kann nur für eine Fassform ausgelegt sein, die der Benutzer bei ihrem Gebrauch kennen muss. An einem Fass mit anderen Proportionen eingesetzt liefert sie falsche Ergebnisse.

Die kubische Visierrute wird nicht in allen historischen Texten genannt. Nach dem örtlichen Auftreten ihrer Beschreibungen zu urteilen ist sie erstmals in Österreich verwendet worden.

In der Zeitschrift *Mass und Gewicht* 113 des Vereins haben Dirk Schmitz und ich ein Visierinstrument aus dem Grossherzogtum Baden beschrieben, das eine kubisch geteilte Skala trägt und als seltene Ausnahme wegen seiner Länge nicht als Stab sondern als Band ausgeführt ist.

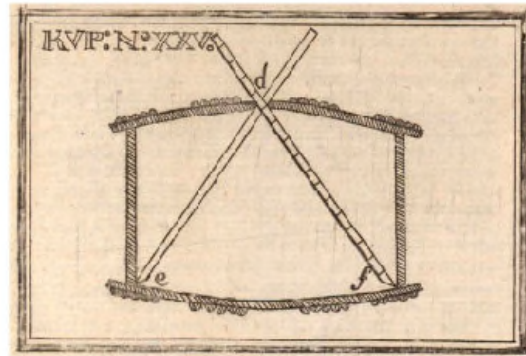


Bild 2: Die kubische Visierrute

Der berühmte Mathematiker und Astronom Johannes KEPLER (1571-1630) berichtet aus persönlichem Erleben von einer solchen Visierung. Er kaufte Wein für seine zweite Hochzeit im Jahr 1613 und der Händler bestimmte nach der Lieferung den Fassinhalt mit zwei diagonalen Messungen. Nach Keplers Beschreibung hat der Visierer eine kubische Rute verwendet. Diese Beobachtung veranlasste Kepler, die Bestimmung der Volumina von Rotationskörpern allgemein zu untersuchen. Was Keplers Braut dazu sagte als er sich schon während der Hochzeit Gedanken über das Ausmessen von Fässern machte ist nicht überliefert. Als Ergebnis seiner Überlegungen entstand das Werk *Nova stereometria doliorum vinariorum*, mit dem Kepler die Volumenbestimmung erstmals auf eine wissenschaftliche Ebene stellte.

Das Anfertigen der Skalen an Visierinstrumenten ist nicht einfach und setzt umfassende Kenntnisse in Arithmetik und Geometrie voraus, welche zu Beginn der Neuzeit nur wenige Sachkundige besaßen. In Bild 3 ist die Vorgehensweise für einen Kubikstab schematisch dargestellt.

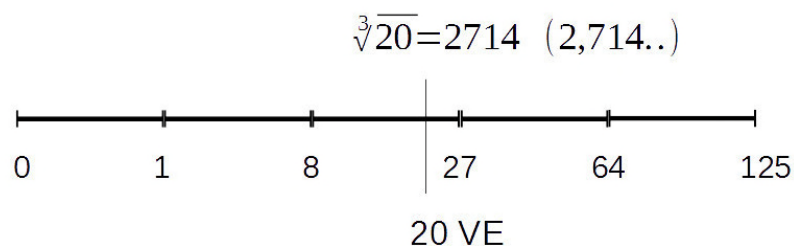


Bild 3: Anfertigen einer Kubikskala

Zunächst wird ein Normfass mit den gewählten Proportionen und mit einem zuvor bestimmten Volumen, ausgedrückt in der Anzahl ortsüblicher Volumeneinheiten VE, diagonal ausgemessen. Diese Strecke wird, an einem Ende beginnend, auf einem Stab markiert. Als ein Beispiel sei angenommen, dass das Volumen 20 VE beträgt. Als nächstes wird diese Strecke in soviel Teile geteilt wie die dritte Wurzel aus 20 angibt. Kubiktabellen geben hierzu gazzahlige 4-stellige Werte, also 2714 an Stelle des ungebräuchlichen Dezimalbruchs 2,714. Damit ist auch die Einheitslänge der Skala vom Anfang bis 1000 bekannt. Die Einheitslänge, mehrmals nacheinander aufgetragen, markiert die Skalenwerte 1 ($=1^3$), 8 ($=2^3$), 27 ($=3^3$), 64, 125 usw. Für Zwischenwerte auf der Skala wird wiederum die Kubikwurzeltabelle verwendet.

An dieser Konstruktion lässt sich erkennen, dass mit der Skala die Diagonale des Fasses nicht in Längeneinheiten gemessen wird, vielmehr gibt die Skala entsprechend der geometrischen Grundlage das Produkt aus dem Volumen des Normfasses multipliziert mit der dritten Potenz des Verhältnisses von der Diagonalen des Normfasses mit der Diagonalen des ausgemessenen Fasses, somit das gesuchte Volumen des ausgemessenen Fasses.

Visierriemen und Visierschnüre

Mit den kubischen Visierstäben eng verwandt sind die Visierriemen oder Visierschnüre. Sie tragen ebenfalls eine kubische Teilung, aufgebracht mit Tinte oder markiert mittels Knoten, und sie sind, wie der Name schon sagt, aus biegsamem Material gefertigt.

Für die Visierung eines Fasses bestimmt man zumeist das Mittel der Umfänge an beiden Böden sowie das Mittel dieser Länge mit dem Umfang am Bauch des Fasses in der Mitte und addiert dazu die Länge des Fasses. Der Endpunkt der addierten Strecken soll auf der Skala das Volumen des Fasses zeigen. Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass das Fass zur Volumenbestimmung nicht geöffnet werden muss. Die Visierschnur basiert auf der Ähnlichkeit der Fässer, soll jedoch zwei Variable, nämlich mittlerer Durchmesser und Länge, berücksichtigen. Damit widerspricht ihr Gebrauch der geometrischen Gesetzmässigkeit und kann allenfalls nur grobe Näherungswerte geliefert haben. Wahrscheinlich wird die Visierschnur deswegen nur in wenigen Schriften genannt.

Quadratische Visierstäbe und Varianten

Universeller verwendbar als Kubikstäbe sind sogenannte quadratische Visierstäbe, weil sie zwei unabhängige Variable, nämlich den Durchmesser und die Länge des Fasses, berücksichtigen. Wegen der bauchigen Form des Fasses wird dieses mit dem sogenannten mittleren Durchmesser auf einen Zylinder reduziert.

Für das Verhältnis der Volumina V zweier Zylinder 1 und 2 mit ihren Durch-

messern D und Längen L gilt

$$V_2 / V_1 = (D_2 / D_1)^2 \times (L_2 / L_1).$$

In Worten: das Verhältnis der Volumina zweier Zylinder bestimmt sich aus dem Quadrat des Verhältnisses der Durchmesser multipliziert mit dem Verhältnis ihrer Längen. Deshalb tragen quadratische Visierstäbe auch zwei Skalen, eine Durchmesserskala, auch Tiefenskala genannt, und eine Längenskala. Die Bezeichnung Tiefenskala kommt von der zuweilen verwendeten Bezeichnung Tiefe für den Durchmesser.

Zur Bestimmung des mittleren Durchmessers eines Fasses wird das arithmetische Mittel aus dem grössten Durchmesser in Fassmitte am Spundloch mit dem kleinsten Durchmesser am Boden gebildet. Das arithmetische Mittel ist einfach zu bestimmen, kann allerdings nur einen Näherungswert für den tatsächlichen Durchmesser des volumengleichen Zylinders geben. Sind die beiden Bodendurchmesser ungleich werden auch diese gemittelt. Man benötigt demnach mindestens drei Messungen, ist jedoch nicht wie beim kubischen Visierstab an eine vorgegebene Proportion des Fasses gebunden und kann somit Fässer aller Formen ausmessen. Spund- und Bodendurchmesser sowie Länge müssen so bestimmt werden, dass sie die inneren Abmessungen im Fass wiedergeben. Der Bodendurchmesser und die Länge werden aussen am Fass gemessen, der Spunddurchmesser in der Mitte innen im Fass. Dabei müssen Daubenüberstände und Bodenstärken berücksichtigt werden. Hierzu können zusätzliche Messmittel hilfreich sein (Bild 4).

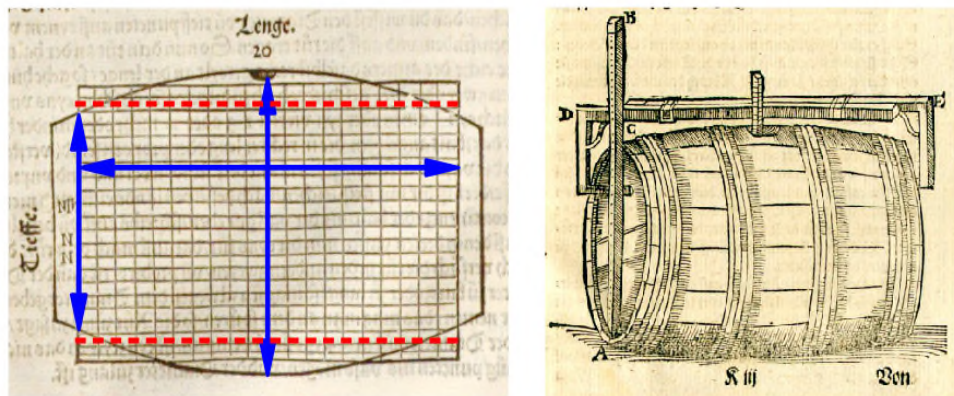


Bild 4: Die wesentlichen Abmessungen des Fasses und ihre Bestimmung

Nachdem Boden- und Spunddurchmesser auf dem Visierstab vom Skalenanfang her markiert sind dient ein Medial für die Festlegung der Mitte zwischen beiden Enden. Das Medial trägt parallele Linien mit gleichmässigen Unterteilungen in Hälften und Viertel. Die Skalen können symmetrisch (Bild 5 oben) oder unsymmetrisch mit gleichem Nullpunkt aufgetragen sein (Bild 5 unten). Durch Verschieben des Medials entlang der beiden markierten Enden der Durchmesser lässt sich die Mitte leicht und vor allem ohne jede Rechnung festlegen. Am sym-

metrischen Medial ist die Mitte gefunden, wenn rechts und links von ihr gleiche Abstände zu den Enden der Durchmesser gegeben sind. Am unsymmetrischen Medial wird der Zahlenwert für den Abstand der beiden Enden der Durchmesser abgelesen und auf der Skala mit halber Teilung aufgesucht.

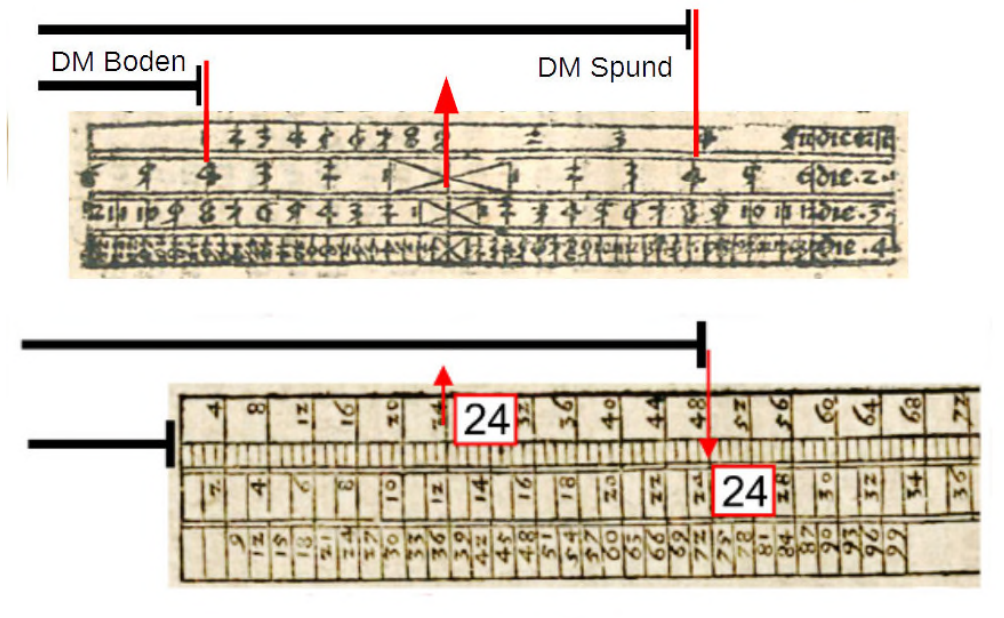


Bild 5: Zwei Mediale: symmetrisch (oben) und unsymmetrisch (unten)

Ein weiterer Verwendungszweck des Medials besteht darin, dass man damit Strecken aufnehmen und woanders hin übertragen kann. Diese Operation wird in besonderen Fällen bei der Arbeit mit dem Visierstab notwendig.

Die Teilungen auf dem Medial müssen keiner Längeneinheit entsprechen, sie sind allein zweckdienlich gewählt. Man kann das Medial leicht mit einem Massstab für Längenmessung verwechseln.

Mit dem Übergang vom Messen des Fassinhalts über Proportionen auf die rechnerische Lösung verliert das Medial seine Bedeutung.

Wie bereits erwähnt wird der mittlere Durchmesser zweckmässig gleich auf der Durchmesserskala bestimmt. Diese Skala ist quadratisch geteilt, d. h. an Stelle von fortlaufenden gleichen Teilungen sind deren Quadratzahlen eingeschrieben (auf Bild 6 an der Seite vorn). Wegen dieser Quadratskala und nicht wegen seines quadratischen Querschnitts bezeichnet man diese Bauart eines Visierstabes als quadratisch.

Die Ablesung ergibt einen Zahlenwert. Als nächstes wird die innere Länge des Fasses auf der linear geteilten Längenskala (auf Bild 6 nach oben zeigend) abgetragen und ergibt ebenfalls einen Zahlenwert. Beide Zahlenwerte benennen keine Längeneinheiten. Sie folgen vielmehr aus der Methode der Skalenanfertigung. Die beiden Werte multipliziert ergeben schliesslich das Volumen des Fasses, ausgedrückt in den Volumeneinheiten, für die der Visierstab eingerichtet ist.

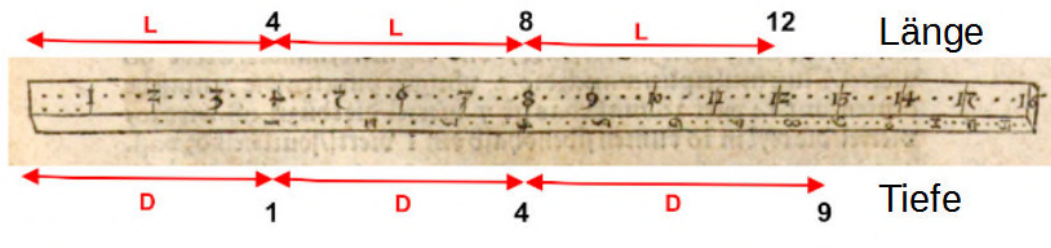


Bild 6: Eine Quadratrute mit Durchmesser- und Längenskala

Die Herstellung der Skalen einer Quadratrute orientiert sich entweder an den Abmessungen eines Fasses mit bekanntem Volumen oder an den Abmessungen eines zylindrischen Gefäßes mit dem Inhalt einer Volumeneinheit. Die Abmessungen des Gefäßes für eine Volumeneinheit, Länge und Durchmesser, werden mehrfach auf den Skalen abgetragen und auf der Längenskala nacheinander mit 1, 2, 3 usw. bezeichnet, auf der Tiefenskala mit 1, 4, 9 und so fort. Geht man von einem ganzen Fass mit bekanntem Volumen aus, gibt es mehrere Möglichkeiten die Skalen zu fertigen. Eine besteht darin, den Zahlenwert des Fassinhaltes in zwei ganzzahlige Produktfaktoren zu zerlegen, beispielsweise $20 \text{ VE} = 5 \times 4$. Die Länge des Fasses wird durch den ersten Produktfaktor 5 geteilt und dieser Teil wird nacheinander auf der Längenskala aufgetragen und mit 1, 2, 3 usw. markiert. Den mittleren Durchmesser des Normfasses trägt man auf der Tiefenskala ab, bezeichnet diese Stelle mit dem zweiten Produktfaktor 4, und teilt weiter quadratisch. Für die Teilungen zwischen den Quadratzahlen werden geometrische Konstruktionen nach dem Satz des Pythagoras gelehrt oder Tabellen mit Werten für Quadratwurzeln gegeben. In manchen Visierbüchern wird darauf hingewiesen, dass die Tiefenskala auch linear geteilt sein kann. Dann muss man rechnen $\text{Volumen} = \text{Tiefenzahl} \times \text{Tiefenzahl} \times \text{Längenzahl}$. Auf andere Verfahren, ähnlich den beiden oben beschriebenen, gehe ich hier aus Platzgründen nicht näher ein.

Man muss sich immer wieder vor Augen halten, dass die Skalen der Visierstäbe nicht in Längeneinheiten geteilt sind sondern die Proportionen des ausgemessenen Fasses zu dem zu Grunde liegenden Normgefäß bzw. Normfass geben.

Man hat es bei dieser Ausgestaltung der Quadratruten nicht belassen. Andere sind komfortabler ausgestattet. Die Längenskala trägt dort keine Zahlen für Vielfache. Stattdessen ist das Volumen direkt aufgetragen. Damit erspart man sich die Multiplikation. Allerdings gilt dann jede Volumenskala nur für eine bestimmte Tiefe. Deshalb tragen diese Quadratruten mehrere Volumenskalen, auch Wechsel genannt. Die Quadratskala zeigt an, für welche Tiefen Wechsel eingerichtet sind. Wegen dieser Wechsel nennt man diese Bauart der quadratischen Rute auch Wechselrute (Bild 7). Eine weitere Bauart der Wechselrute fasst mehrere Tiefenpunkte zu einem Hauptzeichen zusammen und passt die Wechsel entsprechend an.



Bild 7: Wechselrute mit Durchmesserskala (oben) und Wechseln (darunter)

Trotz der einfachen Anwendung der Quadratrute können komplizierte Fälle auftreten, nämlich wenn die Rute für die Fasslänge zu kurz ist oder kein Wechsel für die gemessene Tiefe vorhanden ist. Auf solche Besonderheiten muss der Visierer vorbereitet sein, sie werden in den Visierbüchern behandelt.

Die rechnerische Lösung des Problems

Gegen Ende des 17. Jahrhunderts ging man dazu über, die Skalen nicht mehr über Proportionen zu fertigen, sondern zu berechnen. Ausgangspunkt dieser Entwicklung war England. Im Jahr 1614 wurde in Edinburgh, Schottland, die erste Logarithmentafel veröffentlicht. Darauf aufbauend erschien wenige Jahre später der logarithmische Rechenschieber. England war lange Zeit führend in der Konstruktion von Rechenschiebern für ganz unterschiedliche Zwecke, darunter auch für die Fassmessung. Mitte des 17. Jahrhunderts brauchte England viel Geld für die neuen Eroberungen in Übersee. Deshalb wurden Steuern und Zölle auf alles Mögliche erhoben, darunter auch auf Alkohol. Dazu musste der Inhalt von Fässern genau bestimmt werden können.

Die Fässer wurden nach ihrer Form und der Methode ihrer Berechnung in 4 Typen unterteilt, genannt *1st* bis *4th variety*. Das Einheitensystem wurde vereinfacht. Zumindest setzte sich allmählich die Einsicht durch, dass sich Volumeneinheiten auch als dritte Potenz einer Längeneinheit darstellen lassen. Es entstanden Rechenschieber, mit deren Hilfe sich Berechnungen des Volumens leicht nach einer vorgegebenen Abfolge von Einstellungen ausführen lassen (Bild 8). Sie tragen die Bezeichnung *Excise Officer's Slide Rule*, weil Steuerbeamte solche Instrumente benutzten oder *Gauging Slide Rule* (Eich-Rechenschieber) oder *Customs Slide Rule* (Zoll-Rechenschieber), ihrem Verwendungszweck entsprechend.

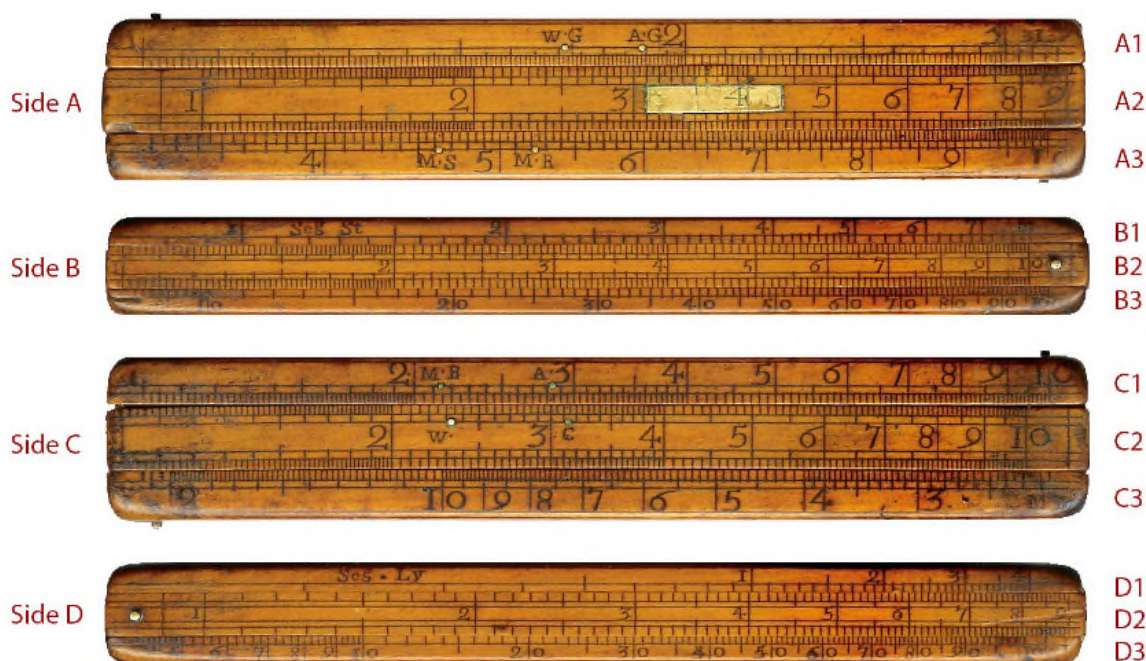


Bild 8: Ein englischer Rechenschieber zur Bestimmung von Fassinhalten

Der erste Vorschlag für einen Rechenschieber dieser Bauart stammt von Thomas Everard in seiner Schrift *Stereometry, or the art of gauging made easy*, London 1685 u.ö. Weitere Verbesserungen folgten. Ron MANLEY (s. Lit.) gibt auf seiner Webseite umfassende Informationen zu Rechenschiebern dieser Bauart und zu ihrer Verwendung.

Visierstäbe, sowohl nach dem kubischen als auch nach dem quadratischen Prinzip, waren in England ebenfalls nach wie vor in Gebrauch. Ihre Skalen basieren jetzt unmittelbar auf Längen- und Volumeneinheiten und nicht mehr auf Proportionen. Ein Beispiel hierzu: ein quadratischer Visierstab in meinem Besitz kommt aus England Anfang des 19. Jahrhunderts. Er gibt auf der Quadratskala die Zahlenwerte Volumen in *Imperial Gallons* eines Zylinders mit diesem Durchmesser und der Länge 1 Zoll. Die Längenskala ist in Zoll geteilt. Das Produkt beider Messwerte gibt das gesuchte Volumen.

Im Laufe des 19. Jahrhunderts wurde in Deutschland und Österreich der Gebrauch der Visierstäbe im öffentlichen Verkehr untersagt. Andere Messmethoden traten an ihre Stelle. Dazu gehörten das Auslitern mit Wasser oder das Wiegen, leer und befüllt mit Wasser. Zu dieser Zeit des Übergangs ist derzeit nur wenig bekannt, Eichvorschriften und Patentschriften müssten erst noch ausgewertet werden. In der Werkstatt und im Lager blieben die Stäbe offensichtlich weiter in Verwendung. August LANGE weist in seiner *Kunst des Böttchers oder Küfers* von 1894 auf diesen Umstand hin und gibt Anweisungen, wie Visierstäbe auf Liter anzufertigen sind.

Aus meiner Erfahrung sind Visierstäbe bei Winzern und Küfern heute in Vergessenheit geraten.

Die erzielte Genauigkeit unter historischem Aspekt

Die Frage nach der Genauigkeit der Messverfahren ist nicht nur theoretischer Natur. Sie muss auch mit einem Blick auf die Historie gesehen werden.

Theoretisch liesse sich bei guter Ausführung des Messinstruments und dessen richtiger Anwendung um 5 Prozent Genauigkeit erzielen. Die Praxis muss zuweilen anders ausgesehen haben. Prof. Menso FOLKERTS, der Autor mehrerer Artikel über die Entwicklung und Bedeutung der Visierkunst, hat in einem privaten Gespräch von zahlreichen Eingaben und Beschwerden bezüglich Falschmessungen beim Visieren berichtet, die noch nicht ausgewertet in den Archiven liegen.

Aus zeitgenössischer Sicht spricht Johann Hartmann BEYER das Problem der Falschmessungen ausführlich in der Widmung seiner *Visier-Kunst* 1603 an. Er berichtet von Klagen der Weinhändler über Falschmessungen, aber auch über Fahrlässigkeit oder Unwissenheit unachtsamer Visierer und nicht zuletzt von falsch eingerichteten Visierruten. Absichtliche Falschmessungen werden sich wohl, aus welchen Gründen auch immer, ebenfalls nicht ausschliessen lassen. Für BEYER waren diese Feststellungen Anlass, "die gantze Kunst des Visierens" in einem Buch darzustellen. Sein Visierkunst von 1603 gehört neben KERNs Visierbuch 1531 zu den historischen Standardwerken über dieses Thema.

Ad MESKENS 1994 berichtet, dass der Rat von Antwerpen nach Streitigkeiten über die Genauigkeit der Messungen Mitte des 16. Jahrhunderts Überprüfungen der angestellten Visierer abhielt. Zudem mussten sich neue Bewerber einer solchen Prüfung unterziehen. Die Ergebnisse zweier Wettbewerbe sind bei MESKENS wiedergegeben und geben einen guten Einblick in die erzielten Genauigkeiten, die je nach Visierer, erheblich voneinander abweichen.

Möglichkeiten der Rückrechnung

Für Wissenschaftler und Sammler gleichermassen interessant ist die Frage nach der Rückrechnung auf die Grösse der Volumeneinheit an einem vorhandenen Visierstab. Kein grosses Problem stellt diese Aufgabe mit Visierstäben dar, die aus späterer Zeit stammen und deren Skalen bei der Herstellung auf der Basis gängiger landesüblicher Einheiten gerechnet worden sind. Auch bei geometrisch konstruierten Quadratruten ist eine Rückrechnung der Volumeneinheit möglich, sofern man für Durchmesser und Länge wesentliche Skalenpunkte findet, mit deren Hilfe sich der volumengleiche Zylinder berechnen lässt.

Kubikruten setzen ein Fass mit bestimmten Proportionen voraus, die nicht mehr bekannt sind. Eine genaue Rückrechnung auf die Volumeneinheit scheidet genau an diesem Punkt. Man kann sich dann nur noch mit variablen Annahmen behelfen und die Ergebnisse auf einen wahrscheinlichen Bereich eingrenzen.

Bildnachweis

Bild 2: links SCHREIBER (Grammateus), 1523. *Rechenbuch*. Rechts MEYER, 1675. *Stereometria*.

Bild 4: links KERN, 1531. Rechts GALGEMAIR, 1655. *Organon logikon*.

Bild 5: oben HELM, 1551. *Visierbuch*. Unten Beyer, 1603.

Bild 6 u. 7: KERN, 1531.

Bild 8: ZELDES, Nathan. URL <http://www.nzeldes.com/HOC/Everard.htm> mit freundlicher Genehmigung.

Alle anderen Bilder sowie Ergänzungen zu den historischen Darstellungen sind vom Verfasser gefertigt.

Quellenangaben

BARFUSS, Friedr. Wilh. 1894. *Die Kunst des Böttchers oder Küfers in der Werkstatt wie im Keller*. 9. Aufl. v. August Lange.

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

EVERARD, Thomas, 1685 u. ö. *Stereometry, or the art of gauging made easy, by the help of a sliding-rule...* London.

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).

KEPLER, Johannes, 1615. *Nova stereometria doliorum vinariorum*. Linz. Dt.

KLUG, R., 1908. *Neue Stereometrie der Fässer*. Leipzig. Dt. auch in

KNOBLOCH, Eberhard, 2000. *Nova Stereometria Doliorum Vinariorum. Zur Fassrechnung Johannes Keplers*.

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

MANLEY, Ron. *Gauging*. URL <http://www.sliderules.info/a-to-z/gauging.htm>

MESKENS, Ad, 1994. Wine Gauging in Late 16th- and Early 17th-Century Antwerp. In: *Historia Mathematica* 21. pp. 121-147.

SCHMITZ, Dirk u. WEISS, Stephan, 2015. Ein Visierband aus dem Großherzogtum Baden. In: *Maß u. Gewicht, Zeitschr. f. Metrologie*, 113 (3/2015)

Mehr Quellen mit weiterführender Literatur sowie mit den wichtigsten historischen Visierbüchern sind auf meiner Webseite <http://www.histvol.mechrech.info> im Abschnitt Fassmessung/Literatur aufgeführt.