

2 TEXTE, SPEZIALISTEN UND MESSINSTRUMENTE: ZUM FORSCHUNGSSTAND

Es gibt eine ganze Reihe an einzelnen Texten unterschiedlicher Herkunft, die Methoden vorstellen, wie man den Inhalt von Fässern bestimmen kann (Kapitel 2.1). Sie beruhen auf der Idee, den Inhalt eines Fasses näherungsweise durch reguläre Körper zu bestimmen, deren Inhalt leichter als ein Fass als solches zu berechnen ist. Auf dieser Grundlage wurde ein Messtab entwickelt, die Visierrute. In den Städten des 15. Jahrhunderts wurden Fässer in der Regel von Spezialisten vermessen, den Visierern (Kapitel 2.2). Über erhaltene Messstäbe, die Visierruten, ist bislang wenig bekannt (Kapitel 2.3).

2.1 VISIERTEXTE UND IHRE VERFASSER

Heutiges Wissen über historische Methoden der Fassmessung gehen vor allem auf Studien von Texten aus der jeweiligen Zeit zurück. Über die Autoren weiß man im allgemeinen wenig; nur einige der zahlreichen Texte wurden bisher im Detail untersucht. Anhand der Texte konnten verschiedene Methoden rekonstruiert werden, wie man den Inhalt von Fässern ermittelte. Der Zugang vor allem zu den handschriftlichen Texten wird dadurch erschwert, dass bisher nur wenige Schriften als Editionen vorliegen.

2.1.1 Näherung durch Zylinder und Kegelstumpf

Die Frage, wie man den Inhalt eines Fasses bestimmen kann, ohne es vollständig zu leeren, und das mit seinen gewölbten Wänden in einer eher unregelmäßigen Form daherkommt, hat die Menschen seit langer Zeit beschäftigt. Vor allem als kurze Abschnitte in Texten zur Stereometrie und Geometrie findet man Vorschläge, ein Fass durch reguläre Körper anzunähern und deren Rauminhalt als Inhalt des Fasses zu verstehen.¹ Zwei Konzepte tauchen besonders häufig auf.

Der Idee, ein Fass durch einen Zylinder anzunähern, begegnet man nicht nur in einer Heron von Alexandria (gest. nach 62) zugeschriebenen Geometrie, sondern auch in zahlreichen weiteren Geometrietexten, darunter die Schrift *Quadrans vetus* aus dem 13. Jahrhundert, die *Practica Geometriae* von 1346 des Dominicus de Clavasio (vor 1349 – um 1360), die etwa zur gleichen Zeit entstandene

1 Man findet bis zum 14. Jahrhundert weder in der griechisch-römischen Antike noch im westlichen Mittelalter eigenständige Abhandlungen, die ausschließlich der Fassmessung gewidmet sind. Siehe [Folkerts 2008a, 7]. Einen Blick auf frühe Erwähnungen von Fässern und ihren Messmethoden erarbeitet derzeit Ad Meskens unter dem vorläufigen Titel „On the early history of the barrel and its measurement“.

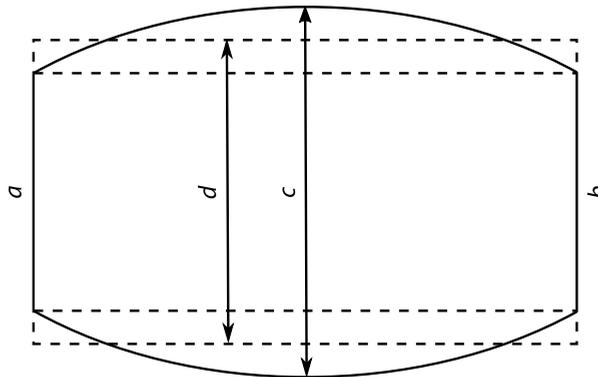


Abbildung 2.1: Näherung eines Fasses durch einen Zylinder (für die Durchmesser: a , b der Fassböden, c des Fassbauches, d des Näherungszylinders).

Schrift *De arte mensurandi* des Johannes de Muris (um 1300 – um 1360) und andere.² Die Grundfläche des Zylinders ist ein Mittelwert des kleinsten und größten Querschnitts des Fasses; die Länge des Zylinders entspricht der Länge des Fasses (Abb. 2.1).

Ein anderer Ansatz bestimmt den Inhalt eines Fasses, indem zwei Kegelstümpfe mit den kreisförmigen Grundflächen aneinander gelegt werden (Abb. 2.2). Solche Verfahren findet man zum Beispiel in der lateinischen Kompilation geometrischer Sätze *Geometria incerti auctoris*³ oder in der italienischen *Practica geometriae* des Leonardo Cremonese von Anfang des 15. Jahrhunderts.⁴ Auch im 16. Jahrhundert griff Valentin Mennher (1521–1570) dieses Konzept auf.⁵

In Texten aus dem Umfeld der italienischen Rechenlehrer, der *maestri d'abbaco*, schlugen die Verfasser außerdem ein Prisma als Näherungsfigur vor und fügten Korrekturfaktoren hinzu.⁶ Zahlreiche Zahlentafeln, die den italienischen Texten

2 Weitere Anmerkungen und Hinweise auf Editionen der genannten Texte liefern [Folkerts 1974, 3–4], [Leibowitz 1933, 29], [Thorndike 1949b, 107] und [Folkerts 2008a, 7–9]. [L'Huillier 1976, 580] nennt ebenso: (1) Geometrie aus der Picardie (anonym, Handschrift datierbar auf 1275/76), zur Fassmessung siehe [Henry 1882, 62–64], und (2) *Artis cuiuslibet consummatio*, siehe die Edition in [Victor 1979, 348–359]. Siehe auch die von Fra Giovanni Giocondo übersetzten Geometrietexte aus dem Französischen ins Lateinische und Italienische, editiert in [Tura 2008, 261–262, 264, 275–278].

3 [Folkerts 2008a, 7]. Außerdem nennt [L'Huillier 1976, 581] eine Geometrieschrift, die dem Epaphroditus und Vitruvius Rufus zugeschriebene Abschnitten umfasst, siehe [Mortet 1896, 549–550, par. 46].

4 [L'Huillier 1976, 581] verweist auf einen Abschnitt zur Fassmessung in [Curtze 1902, 406–411], der dort Leonardo Mainardi aus Cremona zugeschrieben wird. Zur Autorenfrage siehe [Favaro 1904b] und [Favaro 1904a].

5 [Meskens 2013, 107].

6 [Simi 1993, 395–398] liefert eine Übersicht an edierten Texten solcher Beispiele.

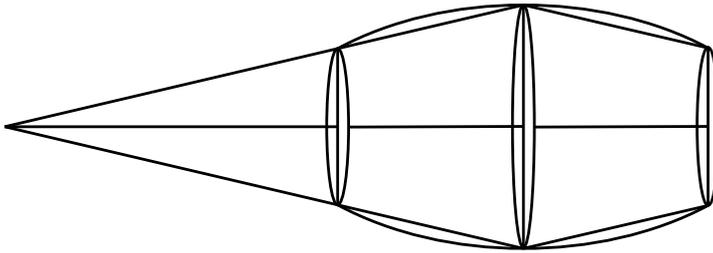


Abbildung 2.2: Näherung eines Fasses durch zwei Kegelstümpfe.

beigefügt sind, legen nahe, dass den Inhaltsformeln empirische Untersuchungen zugrunde lagen, vor allem bei der Herleitung von Methoden für teilweise gefüllte Fässer.⁷ Die bei den italienischen *maestri d'abbaco* angeführten Verfahren zur Fassmessung sind häufig eigenständige Überlegungen. Sie lassen sich nicht auf die von Leonardo von Pisa (1160/1170 – nach 1241), genannt Fibonacci, verfasste *Practica Geometriae* zurückführen, sondern eher mit den Methoden des Dominicus de Clavasio und Johannes de Muris vergleichen.⁸

2.1.2 Fassmessung mit Messstäben

Mit Beginn des 15. Jahrhunderts tauchten eine ganze Reihe schriftlicher Zeugnisse auf, die ein Messinstrument beschreiben, mit dem man den Inhalt von Fässern bestimmen kann: die Visierrute. Mit der Bezeichnung des „Visierens“ ist gemeint, Gefäße auszumessen und zu eichen;⁹ kaum beachtet wurde bisher, dass man in frühneuhochdeutschen Texten eine Visierrute auch „beile“ genannt hat.¹⁰ Im Lateinischen ist meist von einer *virga visoria* die Rede, während heutige Forschungsartikel zum Beispiel im Französischen oder Englischen die Bezeichnungen *jauge* oder *gauging rod* gebrauchen.

Bei der Visierrute handelt sich um einen langen Stab, der meist aus Holz oder Metall gefertigt ist und auf dem verschiedene Skalen angebracht sind. Dem Messverfahren liegt die Idee zugrunde, ein Fass durch einen Zylinder anzunähern.

7 [Simi 1993, 399–403] und [Simi 1992]. Zu teilweise gefüllten Fässern siehe Kapitel 2.1.4.

8 [Simi 2004, 32–37], [Folkerts 2008a, 9]. Zu Leben und Werk des Leonardo von Pisa siehe zum Beispiel [Peters 2015].

9 Die Bedeutung der Bezeichnung „visieren“ reicht von „zielen“ über „einen Entwurf festlegen“ bis hin zum „Eichen und Ausmessen“ von Fässern und anderen Gefäßen. Siehe [J. Grimm und W. Grimm 1991, 376–378]. Vergleiche auch [Leibowitz 1933, 4], [Folkerts 2008a, 2], [Werlin 1964, 162] und [Baufeld 1996, 90].

10 Man sagt: „die beile (oder beiel, beilen, beigel) in das fas/auf den wein stossen“. Entsprechend heißt der Visiermeister „beile“ (Urkundenbuch Thurgau, 1390). Siehe [Reichmann 2002, 919–921].

Die Skalen auf einer Visierrute sind auf ein bestimmtes Anfangsvolumen geeicht; die Beschriftungen der Skala geben Vielfache des Anfangsvolumens an.¹¹ Bei der Messung des Fasses sind nur noch wenige Handgriffe nötig, bei denen man mit nur wenigen oder sogar ohne Rechnungen den Inhalt des Fasses ermittelt.¹²

Einen der wohl frühesten schriftlichen Nachweise für einen (nicht erhaltenen) Text über Visierruten findet man in einem Bibliothekskatalog des Klosters St. Emmeram für das Jahr 1347.¹³ Vor das Jahr 1400 dürfte eine Pergamentrolle aus Damme zu datieren sein, die in niederländischer Sprache angibt, wie man eine Visierrute herstellt.¹⁴ Eine der ältesten deutschsprachigen Anleitungen zur Herstellung einer Visierrute findet man in den Aufzeichnungen *Von meim geslechet und von abenteur* des Nürnberger Weinhändlers Ulman Stromer (1329–1407) von Ende des 14. Jahrhunderts.¹⁵

Mit Beginn des 15. Jahrhunderts lässt sich eine Phase intensiver Textproduktion von lateinischen und deutschen Visiertraktaten feststellen, das heißt solchen Texten, die sich ausschließlich mit der Herstellung von Visierruten beschäftigen.¹⁶ Die ältesten Handschriften stammen aus der Zeit vor 1450 und entstanden im süddeutschen und österreichischen Raum.¹⁷ Viele der Dokumente sind als Einzel-exemplare überliefert. Nur selten gibt es mehrere Abschriften, wie im Fall einer Gruppe von vier kleineren Texten, die sich in einer Textsammlung zusammenfanden. Diese Sammlung von Visiertexten überliefert einige der ältesten Schriften über Fassmessung und bildet die Grundlage der vorliegenden Studie. Bislang sind zwölf Handschriften von Anfang des 15. bis Anfang des 16. Jahrhunderts bekannt, die die Sammlung von Visiertexten oder Teile davon enthalten. Die Texte sind anonym überliefert und zeugen bereits bei einer ersten Sichtung von fortgeschrit-

11 In mathematische Formeln zum Beispiel in [Meskens 2013, 104–105] gefasst; Illustration zum Beispiel in [Chlench 2014, 156].

12 Zu verschiedenen Visierrutentypen siehe Kapitel 2.1.3.

13 [Bockstaele 1970, 527], [Folkerts 1974, 13].

14 Eine Edition bietet [Meskens u. a. 1999].

15 [Gümbel 1926, 298], [Sarton 1947, 1112, 1318, 1580]. Für eine Edition und Übertragung anhand eines Teilfaksimiles siehe [Kurras 1990, 44–45]. [Hegel 1961, 105–106, Anm. 4] gibt die von Ulman Stromer dargestellte Methode kurz wider; für eine ausführliche Rekonstruktion siehe [Chlench 2014, 158–161].

16 Ein unverzichtbares Verzeichnis von 86 handschriftlichen und 46 gedruckten Visiertexten hat [Folkerts 2008a, 13, 24–34] zusammengestellt. Darunter befinden sich die Hinweise auf Handschriften und Drucke aus [Thorndike 1949b], [Sarton 1947, 1580–1581] und [Bockstaele 1970]. Vier der aufgeführten, in Bamberg aufbewahrten Texte werden genauer in [Folkerts 2008b] betrachtet. Zu den deutschen „Visierbüchlein“ siehe auch [Keil 1999]. Einige weitere Titel nennt [Mertens 1990]. Für Schriften seit dem 17. Jahrhundert ergänzen die Angaben in [Leibowitz 1933, 28] diese Verzeichnisse. Es liegen drei Editionen kurzer lateinischer Erläuterungen vor: Ein Textstück aus einem Wiener Kodex (Wien, ÖNB, Ms. 3083, fol. 161v) aus dem 15. Jahrhundert hat [Werlin 1964, 163–164] ediert; einen Visiertraktat aus der Kartause Grünau im Spessart stellt [Hellmann 2017] mit Edition und Übersetzung ins Deutsche vor. Auch ein von Fra Giocondo übertragener Text ist auf Lateinisch verfasst; eine Edition liefert [Tura 2008, 177–179].

17 [Folkerts 2008a].

tenen mathematischen Kenntnisse der Verfasser. Auf ihre Aufbewahrungsorte und Datierungen werde ich später ausführlich eingehen.¹⁸ Etwa zeitgleich zu dieser Textsammlung entstand in Köln der Traktat des Peter von Jülich, der als einer der wenigen Verfasser jener Zeit die Visiermethoden grundsätzlich in Frage stellte und auf fundamentale methodische Fehler hinwies.¹⁹

Da gerade die Handschriften über das Visieren oft anonym und ohne Datierung überliefert sind, müssen Nachrichten zu Besitzern, Schreibern und Überlieferungszusammenhängen zusammengetragen werden, um die Herkunft der frühen Visiertexte einordnen zu können. Man findet Hinweise auf unterschiedliche Umfelder und Personen, die Visiertexte besaßen oder verfasst haben könnten. Mehrere Handschriften lassen sich mit Klöstern aus dem süddeutsch-österreichischen Raum in Verbindung bringen, wie St. Emmeram, Tegernsee oder das Schottenkloster Würzburg.²⁰ Da einige Professoren und Studenten Visiertexte besaßen, ist naheliegend, dass das Visieren in der universitären Lehre aufgegriffen wurde, zum Beispiel in Köln, Erfurt, Wien, Wittenberg und Leipzig.²¹ Unter den Besitzern von Visiertraktaten findet man nicht nur herausragende Mathematiker wie Johannes Regiomontanus (1436–1476), der Visiermethoden wohl in Wien kennenlernte und mehrere Schriften über Fassmessung besaß.²² Ebenso sind Instrumentenbauer wie Johann Schöner (1477–1547), Theodor Ruffi (15. Jh.), Michiel Coignet (1549–1623) oder William Oughtred (1574–1660) als Autoren von Visiertexten nachweisbar oder kommen als solche in Frage.²³

Im 16. und 17. Jahrhundert traten mehrere Rechenmeister als Verfasser handschriftlicher und gedruckter Visiertexte hervor.²⁴ Oft waren die Rechenmeister selbst als Visierer tätig, wie zum Beispiel Jakob Köbel²⁵ (um 1462–1533), Adam Ries²⁶ oder Heinrich Schreyber (vor 1496–1525/1526), genannt Grammateus,²⁷ dessen Rechenbuch *Ayn new kunstlich Buch* der namhafte Nürnberger Künstler Erhard Schön (um 1491–1542) illustrierte (Abb. 2.3).²⁸ Bisweilen lässt sich nachweisen, dass das Wissen um das Visieren weitergetragen wurde. So bezog sich der Antwerpener Visierer Michiel Coignet auf die Schriften des Ulrich Kern.²⁹

18 Siehe Kapitel 3.

19 Für einen kurzen Einblick in diese bemerkenswerte Schrift siehe 2.1.5.

20 [Folkerts 2008a, 18].

21 [Folkerts 2008a, 14–18]. Zum Visieren an der Universität Erfurt siehe [Folkerts 1996, 18].

22 [Leibowitz 1933, 29], [Folkerts 1980, 186–197].

23 [Folkerts 2008a, 17, 18, 22]. Zu Michiel Coignet siehe [Meskens 2013, 113–137]. In dieser Liste ist der Name des Jean Fusoris nicht genannt, da eine lange Zeit unter seinem Namen geführte Abhandlung über Geometrie, die auch einen Abschnitt über einen Visierstab enthält, ihm fälschlicherweise zugeschrieben wurde. Siehe dazu [Pouille 1963a, 85] und die Edition in [Tura 2008, 119–171]. Zu Leben und Werk des Jean Fusoris siehe [Pouille 2008a].

24 [Folkerts 2008a, 19–22].

25 [Hergenhahn 1995, 13, 22] und [Schuppener 2008, 75–76].

26 [Bitterlich 2006] (1452/1453–1559) und der ergänzende Kommentar von Menso Folkerts in [Wufsing 2009, 162].

27 [Röttel 1996, 67–80].

28 [Röttinger 1925, 42–43] und [Strauss 1984, 74]. Zu Leben und Werk siehe [Mielke 2007].

29 [Meskens 2013, 106]. [Leibowitz 1933, 32–34] fasst den Inhalt zusammen.



Abbildung 2.3: „Kunstlich zubereitung visier ruten durch den quadrat und triangel.“ Heinrich Schreyber, Ein new künstlich ... Rechenbüchlin, Nürnberg, 1521. Bayerische Staatsbibliothek München, Res/Math.p. 182 m, fol. 108r.

Wer Rechenmeister werden wollte, wurde auch im Visieren geprüft: Georg Wendler (1619–1688) notierte 1646 in Nürnberg die Fragen aus seiner Rechenmeisterprüfung, in der er sein Wissen zu Visierruten und die Anwendung anhand konkreter Messaufgaben unter Beweis stellen musste.³⁰ Die beiden Ärzte Buchard Mithob³¹ (1501–1564) und Johann Hartmann Beyer³² (1563–1625) fallen hinsichtlich ihres Berufes unter den Autoren gedruckter Visiertexte kaum ins Gewicht.

30 Für eine Edition des Fragenkataloges mit Kommentar siehe [Folkerts 2003, 101–103, 118–120]. Zur Vita des Georg Wendler siehe [Folkerts 1999].

31 [Kästner 1970, 646], [Günther 1969, 261–262, Anm. 1 IX] und [Cantor 1907, 449].

32 Eine Inhaltsangabe des Visierbuches und eine sprachliche Analyse findet man in [Špotáková 2014].

Daher ist die Einschätzung verlockend, die Visierkunst bis zu Keplers Beiträgen ausschließlich als eine Domäne der Rechenmeister zu betrachten.³³

Damit lassen sich jedoch Studien zu den Rechenlehrern in Antwerpen kaum in Einklang bringen. Zwischen Rechenlehrern, Verfassern von Visiertexten und aktiven Visierern gab es in der bedeutenden Handelsstadt des 16. Jahrhunderts kaum personelle Übereinstimmungen. Von den nachweisbaren Rechenlehrern in Antwerpen war einzig Michiel Coignet als offizieller Visierer der Stadt angestellt. Daher lässt sich aus dem Befund, dass sich unter den Autoren der Visiertexte viele Rechenmeister befinden, im allgemeinen nicht schließen, dass die Visierer überwiegend Rechenmeister waren.³⁴

Entsprechend der so unterschiedlichen Verfassergruppen von Visiertexten fällt die Einschätzung der Visiertexte hinsichtlich ihres Schwierigkeitsgrades sehr unterschiedlich aus. Von einem „dürftigen Zustand der Geometrie“³⁵ und davon, dass die „theoretische Durchdringung der Thematik in der Regel nur eine geringe Tiefe erreicht“³⁶, reicht die Bewertung bis zu einer durchaus „wissenschaftlichen“³⁷ Betrachtung. Es dürfte sehr davon abhängen, welcher konkrete Text zur Untersuchung vorliegt. Man findet einerseits Schriften, die in lehrbuchartiger Form oder als kurze Notizen „von Praktikern für Praktiker“³⁸ geschrieben wurden und daher als Gebrauchsliteratur eingeschätzt werden können.³⁹ Andererseits fällt auf, dass die Autoren der Visiertexte durchaus um saubere geometrische oder arithmetische Herleitungen der Messverfahren bemüht waren und daher verschiedene Stufen der Gelehrsamkeit ansprachen.⁴⁰ Häufig findet man Zeichnungen innerhalb oder am Rande der Texte und lange Zahlentafeln, die die Herstellung oder den Gebrauch mit den Visierruten vereinfachen sollen.⁴¹ Schließlich spiegeln die Visiertexte wirtschaftliche Verhältnisse bestimmter Regionen wider, zum Beispiel durch die Verwendung regionaler Maßeinheiten.⁴² Womöglich handelte es sich bei der Visierkunst um ein „Mittelding zwischen wissenschaftlicher und gewerblicher Tätigkeit“.⁴³

33 [Folkerts 1974, 21]. Eine Vortragsfassung dieses Artikels findet man in [Folkerts 1975].

34 [Meskens 2013, 45 und Anm. 52].

35 [Cantor 1907, 449].

36 [Schuppener 2008, 73] folgt [Müller 1999, 2370].

37 [Leibowitz 1933, 6].

38 [Folkerts 1974, 15].

39 Weitere Beispiele: (1) Visierbuch von 1485 eines gewissen Bynzendorffer, [Folkerts 2008b, 104], (2) Abschnitt aus Wiener Kodex zwischen 1460 und 1470, [Chlench 2014] oder (3) Visierbuch des Christian Knödel von 1675: langjährige Erfahrung als Visierer, kein Universitätsbesuch. Siehe [Gebhardt 2014].

40 [Leibowitz 1933, 6]. Zum Beispiel: Johannes Preu, Visierschrift „Pithometria“ von 1577. Siehe [Folkerts 2008b, 106].

41 Die Funktion der Zahlentafeln in den Visiertexten ist nicht systematisch erforscht. Einen ersten Versuch findet man in [Storeck 2014].

42 [Folkerts 1986b, 137–138].

43 [Günther 1969, 327].

Über die Einordnung der Visiertexte innerhalb verschiedener Fachdisziplinen gibt es unterschiedliche Meinungen. Zum Beispiel greifen seit Ende des 18. Jahrhunderts Einführungswerke in die Mathematikgeschichte die Visierkunst (mit Visierruten) auf, wenn es um praktische Geometrie und ihre Veranschaulichung geht.⁴⁴ Nur selten wird am Rande der Aspekt berücksichtigt, dass gerade die gedruckten Texte ebenso als Anhänge zu Rechenbüchern veröffentlicht wurden und manche Visierbücher eine Einführung in die Arithmetik geben.⁴⁵ In der Sprachforschung stehen für die Einordnung und Abgrenzung vor allem der frühneuhochdeutschen Visiertexte als Fachprosa die genauen Kategorisierungsprinzipien und die Merkmale einer Fachsprache der Geometrie in der frühen Neuzeit zur Debatte.⁴⁶

Neben den lateinischen und deutschen Texten über die Fassmessung mit einem Messstab sind auch Texte in anderen Sprachen bekannt. Die bereits erwähnte Pergamentrolle aus dem Sint-Janshospitaal in Damme überliefert einen flämischen Text. Das Wissen um Visierstäbe kursierte auch in Brügge.⁴⁷ Seit dem 16. Jahrhundert machten sich mehrere flämische Autoren um die Visierkunst verdient, darunter die Rechenmeister Michiel Coignet, Martin Van den Dijcke (um 1549–1600) oder Adriaan Metius (1571–1635).⁴⁸

Auf Französisch liegen die Jean Fusoris (um 1365–1436) zugeschriebene Geometrie und die 1484 verfasste Abhandlung über Geometrie des Nicolas Chuquet (1445/1455–1487/1488) vor, die beide auf die Fassmessung mit einem Messstab eingehen.⁴⁹ Dass es weitere französische Texte über die Fassmessung mit einem Messstab gegeben haben muss, machen die Übersetzungen des Fra Giovanni Giocondo (1434–1515) deutlich, in denen unter anderem vom Gebrauch eines Messstabes (*chantillon*) für die Fassmessung die Rede ist.⁵⁰

In italienischer Sprache sind die Übersetzungen des Fra Giocondo aus dem Französischen die einzigen bislang bekannten Texte, die sich ausschließlich der Herstellung und dem Gebrauch von Visierruten widmen. Sonst findet man Abschnitte über die Inhaltsbestimmung von Fässern in Texten aus dem Umfeld der *maestri d'abbaco*. Meistens handelt es sich dabei um Traktate über Geometrie, in

44 [Kästner 1970, 646–647], [Günther 1969, 327–329], [Cantor 1907, 449], [Folkerts, Knobloch und Reich 1989, 126, 133–134], [Gericke 1990, 197–198].

45 [Schuppener 2008, 75].

46 [Schuppener 2008, 73–75] führt inhaltliche und formale Kriterien an, während [Chlench 2014, 165–166] auf Chronologie, Verfasser/Adressaten und Vermittlungsstrategien verweist. Zur Fachsprache in der Geometrie siehe [Müller 1999].

47 [Verlé 1960] studiert eine flämischen Handschrift über die Konstruktion von Skalen einer Visierrute für Brügger Maße.

48 [Meskens u. a. 1999, 58] verweist für eine Übersicht flämischer Texte auf die Verzeichnisse in [Bockstaele 1970] und [Folkerts 1974]. Metius schlug zum Beispiel einen Proportionalzirkel als Hilfsmittel beim Visieren vor; siehe [Meskens 2013, 111].

49 Die wichtigsten Argumente beider Verfahren nennt [L'Huillier 1976, 583]. Zur Fassmessung in der sogenannten Fusoris-Geometrie siehe [Tura 2008, 162–171]; für Nicolas Chuquet siehe [Chuquet 1979, 421–430].

50 [Tura 2008, 265–270, 275–278].

denen die Inhaltsbestimmung von Fässern in kleineren Aufgaben behandelt wird. Als eigenständige Abhandlungen sind bislang keine Visiertexte nachweisbar.⁵¹

Es gibt bisher ebenso keine Hinweise auf eine vergleichbare Texttradition zu Visierstäben im englischen und spanischen Sprachraum.⁵² Die bisher bekannte Zahl der Visiertexte dürfte jedoch eine zu niedrige Schätzung sein, da das Thema nicht nur in Geometrietexten, sondern auch in Abhandlungen über Arithmetik aufgegriffen wurde, wenn auch nur in kurzer Form.⁵³ Immer wieder findet man weitere Texte und Handbücher, die Abschnitte zur Visierkunst anführen.⁵⁴

2.1.3 Visierrutentypen

Anhand der bisher studierten Texte kann man drei Haupttypen von Visierruten unterscheiden, die sich durch ihre Skalen klassifizieren lassen. Da alle Arten von Visierrutentypen in der später zu untersuchenden Visiertextsammlung vorkommen und dort im Detail rekonstruiert werden, nenne ich hier nur einige Merkmale. Wenn ich in der vorliegenden Arbeit von der Länge oder Höhe eines Fasses spreche, meine ich den Abstand der beiden Bodenflächen zueinander; die Tiefe eines Fasses bestimmt man durch den Durchmesser oder die Flächen der Fassböden.

Der bei weitem am häufigsten auftretende Typ ist die Quadratrute.⁵⁵ Eine Quadratrute ist mit zwei Skalen versehen, nämlich einer Längen- und einer Tiefenskala. Man ermittelt den Inhalt eines Fasses, indem man seine Länge und mittlere Bodenfläche bestimmt und beide Zahlen miteinander multipliziert. Die Längenskala ist linear eingeteilt, die Tiefenskala quadratisch. Für die Tiefenskala gibt es ein vorgegebenes Einheitsmaß oder es wird anhand eines Normgefäßes ermittelt.⁵⁶ Die Vielfachen konstruiert man mithilfe geometrischer Methoden⁵⁷ oder auf arithmetischem Wege, wie es zum Beispiel Michiel Coignet in seinem Arithmetikbuch vorstellte.⁵⁸ In einigen Visiertexten findet man zu diesem Zweck Quadratwurzeltabellen beigefügt.⁵⁹ Bei manchen Quadratruten werden mehrere Tiefenzeichen zu sogenannten „Prinzipalen“ zusammengefasst; gelegentlich werden Methoden beschrieben, wie man für eine gegebene Längenskala eine

51 [Simi 1993].

52 [Sarton 1947, 1581]. Mit der Visierkunst in Großbritannien vor allem im 19. Jahrhundert beschäftigt sich [Martin 2009].

53 [Meskens u. a. 1999, 58].

54 Darunter befindet sich eine Handschrift des Mathias von Kemnat (Handschrift Vat. Pal. lat. 1381, fol. 87v). Siehe [Schuba 1992, 119]. Siehe auch gedruckte Texte wie [Kaukol 1666], [Beutel 1690], [Pickel 1782], [Wurster 1786] oder [Gauging Manual 1941]. In Schriften aus dem Weinhandel dürften ebenso Abschnitte über das Visieren zu finden sein, wie im „Rechenbüchlein des Weinkauffs“ von 1562, auf das [Wirtler und Schäfke 2003, 137] hinweisen.

55 Eine kurze Beschreibung liefert zum Beispiel [Folkerts 2008a, 10–11, 21–23].

56 [Folkerts 2008a, 11], [Leibowitz 1933, 7–8].

57 Details in [Leibowitz 1933, 9–10], [Meskens u. a. 1999, 63–67] und [Folkerts 2008a, 21–23].

58 [Meskens 2013, 106–107].

59 [Meskens u. a. 1999, 60–62].

Tiefenskala anhand eines geeichten Gefäßes ermitteln kann und andersherum.⁶⁰ Man findet Nachweise für den Gebrauch von Quadratruten vor dem Jahr 1400 in Flandern und in Nürnberg;⁶¹ im 16. Jahrhundert dürfte sie in Europa weit verbreitet gewesen sein.⁶² Nicht immer wurden die Messstäbe als Quadratruten bezeichnet, wie bei Peter von Jülich (1390/1391–1446), Nicolas Chuquet, Jean Fusoris oder Ulman Stromer.⁶³

Möchte man die Rechnung vermeiden, die bei der Messung mit einer Quadratrute anfällt, so kann man sich einer Wechselrute bedienen.⁶⁴ Sie verfügt neben einer Längen- und einer Tiefenskala über mehrere weitere Skalen, auf denen der Inhalt direkt abgelesen werden kann. Die Zahlen auf einer Inhaltsskala werden für eine bestimmte Fasstiefe und variierende Fasslängen berechnet. Man findet Beschreibungen von Wechselruten sowohl in deutschsprachigen Texten als auch in Antwerpen und dem niederländischen Raum.⁶⁵

Eine weitere Vereinfachung ermöglicht die Kubikrute, mit der nur eine Aktion anfällt, nämlich die Messung des Fassinneren. Das Ergebnis lässt sich direkt auf der Skala ablesen. Eine Kubikrute verfügt über eine kubische Skala, das heißt die in linearen Abstände eingeteilte Skala erhält als Beschriftungen die Kubikzahlen 1, 8, 27 und so weiter. Mit einer Kubikrute können jedoch nur solche Fässer vermessen werden, deren Form zum Eichfass ähnlich ist.⁶⁶ Für die Beschriftung der kubischen Skala wurde einigen Texten Kubikwurzeltabellen beigefügt;⁶⁷ andere Texte bestimmen die Zahlen der Skala auf geometrischem Weg, zum Beispiel durch Würfelverdopplung.⁶⁸ Man findet ebenso Kubikruten, deren Skala gleichmäßig beschriftet ist: Man misst drei Dimensionen und multipliziert die erhaltenen Werte, so dass die Visierute eher wie ein Zollstock verwendet wird.⁶⁹ Womöglich entwickelte man die Kubikrute in Österreich.⁷⁰ Man begegnet in keinem der niederländischen Texte aus dem 16. Jahrhundert einer Konstruktionsanleitung dieses Messstabes.⁷¹

Der von den Visierern ermittelte Inhalt eines Fasses wurde häufig auf das Fass geschrieben. Ich werde später zeigen, dass die Nürnberger Visierer dazu Kreide verwendeten. Man geht davon aus, dass die Visierer in manchen Gegenden

60 [Leibowitz 1933, 10–12].

61 [Folkerts 2008a, 13–14].

62 Sicher in Frankreich, in Flandern, im Rheintal und in Süddeutschland. Siehe [Meskens u. a. 1999, 72]. Zu Antwerpen siehe [Meskens 1994, 123–124].

63 Siehe für die genannten Verfasser jeweils [Hellmann 2011, 253], [Chuquet 1979, 421–430], [L’Huillier 1976, 583–584] und [Chlench 2014, 161–165].

64 Man findet eine Abbildung in [Leibowitz 1933, 14–16] und [Folkerts 1974, 24–26].

65 [Leibowitz 1933, 13–17] illustriert Erläuterungen aus einem Kodex aus Gotha. Auf niederländische Autoren verweist [Meskens 1994, 124–125], [Meskens u. a. 1999, 62] und [Meskens 2013, 107–108].

66 [Leibowitz 1933, 8], [Bockstaele 1970, 537] und [Folkerts 2008a, 12].

67 Eine Kubikwurzeltabelle bildet [Folkerts 2008b, 105] ab.

68 [Leibowitz 1933, 21–24], [Folkerts 1974, 30].

69 [Folkerts 1974, 30].

70 [Folkerts 2008a, 12].

71 [Meskens 2013, 109].

spezielle Zahlzeichen gebrauchten, die wegen ihrer Form leicht in Holz eingeritzt werden konnten.⁷² Es handelte sich um ein Zeichensystem aus horizontalen Strichen oder mehreren Dreiecken, die zu einem einzigen Zeichen zusammengesetzt werden, so dass alle Zahlen von 1 bis 9999 darstellbar waren.⁷³ Auf Fässern sind diese speziellen Zeichen jedoch bislang nicht belegt.⁷⁴

2.1.4 Inhaltsbestimmung teilweise gefüllter Fässer

Die Visiertexte über die Herstellung und den Gebrauch von Visierruten setzen in der Regel voraus, dass die zu messenden Fässer vollständig gefüllt sind und sich daher sinnvoll durch das Volumen eines Zylinders approximieren lassen. Deutlich seltener geben die Visiertexte Methoden an, wie man den Inhalt teilweise gefüllter Fässer bestimmt. Bemerkenswerte Ansätze findet man zum Beispiel in Texten über Geometrie: Dominicus de Clavasio bestimmte in der *Practica Geometriae* den vollen Teil des Fasses, indem er den Querschnitt des Fasses als Kreis auffasste, die Fläche des Kreisabschnittes im gefüllten Teil bestimmte und diese Fläche mit der Länge des Fasses multiplizierte. Die Fläche des Kreisstückes errechnete er, indem er es stückweise approximierte.⁷⁵ Auf ähnliche Weise teilte der Verfasser in der französischen, Fusoris zugeschriebenen Geometrie den als Kreis aufgefassten Querschnitt eines Fasses in horizontale Streifen ein. Jeder Streifen entsprach einem gewissen Anteil der Querschnittsfläche und stellte eine bestimmte Menge im Fass dar.⁷⁶ Johannes de Muris unterschied in *De arte mensurandi* drei geometrische Formen, durch die er ein Fass annäherte. Schließlich gab er ein allgemeines Verfahren an, mit dem er den im Fass fehlenden Teil bestimmt. Dazu benötigt er Sehnentabellen und berechnet eine geeignete Fläche zwischen Kreisbögen. Für die Herleitung dieser Methode bezog sich Johannes de Muris auf die Schrift *De sphaera et cylindro* des Archimedes (um 287 v. Chr.–212 v. Chr.) und betrachtete geometrische Körper, die durch Rotation entstanden sind.⁷⁷

Im 16. Jahrhundert führte der Antwerpener Visierer Michiel Coignet für seine Messmethode den Inhalt eines teilweise gefüllten Fasses auf ein ähnliches, volles Fass zurück.⁷⁸ Er korrigierte eine Formel, die er bei Willem Raets (1540–1576) fand, und schlug den Gebrauch eines Proportionalzirkels vor. Im Jahr 1573 kündigte Coignet eine allgemeine Regel zur Inhaltsbestimmung teilweise gefüllter Fässer mit geometrischen Methoden an, die er aber nicht ausführte.⁷⁹ In den

72 Eine ausführliche Darstellung bietet [King 2001, 164–171].

73 [King 2001, 239–242, 335–341] und [Meskens u. a. 1999, 67–72]. Ähnlich wie die Kölner „Röderzeichen“ sehen die vom Kloster Nivelles bei Brüssel verwendeten Zeichen aus. Siehe [Hoebanx 1971, 160–163] und [Hoebanx 1990].

74 [King 2001, 171].

75 [Busard 1965, 565–566, 575].

76 [Tura 2008, 162–171, 275–278].

77 [Johannis de Muris 1998, 16–17, 388–390] und [Folkerts 2008a, 8–9].

78 [Meskens 1994, 124–127].

79 [Meskens 2013, 108–111].

deutschsprachigen Visierbüchern gaben zum Beispiel Bucharth Mithob, Ulrich Kern, Erhart Helm oder Johann Neydlein Messmethoden für teilweise gefüllte Fässer an.⁸⁰ Johannes Kepler erläuterte in der deutschen Ausgabe seiner Schrift zur Fassmessung von 1616 eine Methode für teilweise gefüllte Fässer, für die er sich auf Michiel Coignet bezog.⁸¹

Empirisch hergeleitete Formeln in italienischen Texten beruhten darauf, den im Fass fehlenden Teil (*scemo*) zu bestimmen. Dazu maß man die Höhe des fehlenden Teils mit einem mit Kerben versehenen Stab (*stagia*) und errechnete mithilfe geometrischer Sätze die Menge der nicht vorhandenen Flüssigkeit. Einige dieser Regeln waren recht verbreitet und wurden in mehreren Texten erwähnt, während man andere Verfahren nur in bestimmten Regionen verwendete und auf einzelne *maestri d'abbaco* zurückführte. Häufig sind den Darstellungen umfangreiche Zahlentafeln beigelegt, die empirische Messreihen wiedergeben.⁸² Auf italienische Zahlentafeln bezog sich später Michiel Coignet und stellte Abweichungen zu Antwerpener Fassformen fest.⁸³

2.1.5 Visiermethoden auf die Probe gestellt

In nur wenigen Texten findet man kritische Bemerkungen, die die Güte der Messverfahren anzweifeln.⁸⁴ Manche Texte warnen vor Betrug und davor, das Wissen um die Visierkunst an Unbefugte weiterzugeben.⁸⁵ Ein Vergleich der Messmethoden der flämischen Visierer des 16. Jahrhunderts mit den Resultaten, die sich ergeben, wenn man den Inhalt eines Fasses mit Methoden der Integralrechnung ermittelt, hat gezeigt, dass der relative Fehler bei der Inhaltsbestimmung voller Fässer unter leichten Normalisierungsannahmen bei nur 8 % liegt. Deutlich schlechter fällt der Vergleich aus, wenn es um teilweise gefüllte Fässer geht: Die Visiermethoden lieferten hierfür nur sehr ungenaue Messergebnisse.⁸⁶

Einer der ersten Texte, der die bekannten Visiermethoden grundlegend in Frage stellte und fundamentale Fehler aufdeckte, stammt aus der Feder des Peter von Jülich aus Köln. In der bislang unbeachteten Schrift *Incipit tractatus Magistri*

80 Zu Kern und Mithob siehe Textauszüge bei [Leibowitz 1933, 21–24]. Das Verfahren Erhart Helms ist mit demjenigen Coignets vergleichbar. Siehe [Folkerts 1974, 33]. Auf Methoden des Johann Neydlein verweist [Folkerts 2008b, 105].

81 [Kepler 2000, 457–461]. Siehe auch [Leibowitz 1933, 24–25], [Folkerts 1974, 34] und [Meskens 1994, 127].

82 [Simi 1993, 403–411] führt acht verschiedene Methoden vor. Zu Orbetano da Montepulciano siehe auch [Simi und Toti Rigatelli 1993, 464–466].

83 Ich danke Ad Meskens für diesen Hinweis. Siehe auch [Meskens 1994, 125] und [Meskens 2013, 103].

84 Siehe die Anmerkungen von [Folkerts 2008a, 15, 19]. So zweifelte zum Beispiel Coignet die Genauigkeit bei Raet an, siehe [Meskens 2013, 106] und [Meskens 1994, 125]; für die Kritik Valentin Mennhers an der Herstellungsmethode der Quadratrute siehe [Meskens 2013, 107].

85 [Leibowitz 1933, 5] verweist auf einen Kodex in Gotha.

86 [Meskens 1994, 137–146].

Petri de Juliacho von Anfang des 15. Jahrhunderts erläuterte der Verfasser in 27 Kapiteln seine Zweifel und benannte Verbesserungsvorschläge.⁸⁷ Dabei stellte er zunächst zwei verschiedene Messmethoden vor, die jedoch systematisch entweder zu kleine oder zu große Messwerte lieferten. Peter von Jülich schlug deshalb eine dritte Methode vor, die die beiden ersten vereinte: Er näherte den Inhalt des Fasses zunächst durch zwei geschickt gewählte Pyramidenstümpfe an und bildete schließlich einen gewichteten Mittelwert dieser beiden Rauminhalte. Nachdem er in diesem ersten Teil der Abhandlung eine einheitliche Fasstiefe bestimmt hatte, widmete er sich im zweiten Teil der Einteilung der Skalen auf der Quadratrute und der Frage, wie man aus mittlerer Fasstiefe und der Faslänge den Inhalt des Fasses berechnet. Seine Überlegungen schloss er mit allgemeinen Bemerkungen zum Messen und zu Maßeinheiten ab: Er plädierte dafür, dass nur fachkundige Spezialisten die Messungen durchführen und dass einheitliche Maßeinheiten verwendet werden sollten. Man merkt dem Text an, dass sich Peter von Jülich im universitären Umfeld bewegte. Nachdem er sich 1401/1402 an der Universität Köln immatrikuliert hatte, wurde ihm nicht nur mehrfach das Amt des Dekans der Artistenfakultät übertragen, sondern wirkte ebenso als Rektor der Universität. Im Jahr 1434 trat der Kartause Sankt Barbara bei. In der Visierschrift verband Peter von Jülich mathematische Begründungen immer wieder mit Verweisen auf Schriften des scholastischen Lehrbetriebs, wie zum Beispiel Aristoteles' Ethik. Auch biblische Zitate führte er an.

Unter den erhaltenen Schriften über Fassmessung fallen die beiden Schriften Johannes Keplers auf: die lateinische *Nova Stereometria Doliorum Vinariorum* von 1615 und der deutsche *Außzug auß der uralten Messe Kunst Archimedis* von 1616.⁸⁸ Kepler zweifelte grundsätzlich daran, dass die Visierer mit bisherigen Messmethoden gute Messergebnisse erhielten. Seine Antwort waren tiefgründige Überlegungen, an die keiner der früheren und späteren Visiertexte heranreichte. Im ersten Teil der *Stereometria Doliorum*, die der Verfasser in die Tradition des Archimedes stellte, konstruierte er durch die Drehung von Kegelschnitten zahlreiche Körper verschiedener Form, zum Beispiel einer Pflaume oder einer Zitrone. Im zweiten Teil stellte er seine Überlegungen zu österreichischen Fässern vor, um im dritten Teil auf die kubische Visierrute einzugehen. Kepler kam schließlich zu dem Ergebnis, dass dieser Visierrutentypus für österreichische Fassformen gute Messergebnisse liefere. In einer bekannten Anekdote schilderte er im Widmungsschreiben zur *Nova Stereometria*, wie er nach seiner zweiten Heirat die Visierer

87 Das vollständige Incipit lautet „*Incipit tractatus Magistri Petri de Juliacho de modo virgulando sive mensurandi vasa*“. Einen Überblick über diese Schrift ermöglicht [Hellmann 2011]. Menso Folkerts und Martin Hellmann erarbeiten derzeit eine textkritische Edition des lateinischen Textes mit einer Übersetzung ins Deutsche. Ich danke ihnen für die Einsicht in das noch zu veröffentlichende Manuskript, dem ich für die Darstellung in diesem Absatz folge.

88 [Kepler 1615] und [Kepler 1616]. Es liegen Editionen beider Texte vor in [Kepler 2000]; eine deutsche jedoch nicht vollständige Übersetzung der *Nova Stereometria Doliorum Vinariorum* fertigte [Kepler 1908] an. Zur Entstehungsgeschichte beider Texte siehe [Kepler 2000, 430–436]. Mit den mathematischen Inhalten beschäftigen sich [Wieleitner 1930] und [Kepler 2000, 436–461].

bei der Fassmessung beobachtet hatte und auf das Thema gestoßen sei.⁸⁹ Die deutsche Ausgabe über die *Messekunst* fasst einige Ergebnisse aus der lateinischen *Stereometria* zusammen, führt weniger Beweise vor, erklärt keine Kegelschnitte und ergänzt einen Anhang über Maße und Gewichte.

Ob und inwiefern die Schriften Johannes Keplers spätere Visiertexte geprägt haben, wurde bisher nicht im Detail untersucht, doch würdigte man Keplers Schriften sowohl aus historischer wie mathematischer Perspektive. So hielt zum Beispiel Margaret Brusstor am 7. Februar 1912 im Göttinger Seminar bei Felix Klein (1849–1925) einen Vortrag über Keplers *Stereometria doliorum*.⁹⁰ Franz Maria Feldhaus (1874–1957) dokumentierte in seinem umfassenden Karteikarten-Archiv neben einer Notiz zu Johannes Kepler mehrere Hinweise zur Visierkunst und verwertete einige dieser Notizen in seinen Publikationen.⁹¹ Wie die Schriften Keplers über Fassmessung innerhalb mathematischer Teilgebiete zu verorten ist, wird unterschiedlich bewertet.⁹² Seine Texte haben wohl Arbeiten anderer Verfasser über Rauminhalte angeregt.⁹³

Schließlich hielten jüngere mathematische Konzepte Einzug in die Theorie der Fassmessung. Die Näherungsformeln zur Fassmessung aus verschiedenen Jahrhunderten wurden miteinander verglichen⁹⁴ und mit unterschiedlichen Werkzeugen der Mathematik geprüft und weiterentwickelt. Zum Beispiel stützten sich Überlegungen des Geheimen Oberbaurats Eytelwein zum in Berlin gebräuchlichen Visierstab auf Rechnungen zu Differentialverhältnissen. Er trug seine Ergebnisse im Jahr 1803 in der Königlich Akademie der Wissenschaften und schönen Künste vor, nachdem er im Auftrag des *Königlichen Accise-Departements* Messungen mit verschiedenen Fassformen durchgeführt hatte, um unter den bekannten Näherungsformeln die für gängige Fassformen am besten geeignete Regel zu ermitteln.⁹⁵ Die historischen Beispiele wurden aber auch um neue Vorschläge ergänzt, die auf Rotationsintegralen beruhen und die die Erzeugendenfunktionen variieren (kubisches Polynom, trigonometrische und biquadratische Funktion).⁹⁶

89 [Kepler 2000, 9] oder auch [Kepler 1908, 99–100].

90 Sie orientierte sich eng an Klugs Übersetzung. Das handgeschriebene Protokoll des Vortrags findet sich unter <http://www.uni-math.gwdg.de/aufzeichnungen/klein-scans/klein/V29-1909-1912/V29-1909-1912.html> (besucht am 12.02.2018), S. 223–225. Ich danke Moritz Firsching für diesen Hinweis.

91 [Feldhaus 1970, 1245]. Das Karteikarten-Archiv des Technikhistorikers Franz Maria Feldhaus befindet heute im Deutschen Technikmuseum, Historisches Archiv, Berlin.

92 Keplers Schriften gelten als Beitrag zur (1) Theorie der Maxima und Minima, siehe [Wieleitner 1930, 301], (2) zur Untersuchung einer Funktion von zwei unabhängigen Veränderlichen in einem Sattelpunkt, siehe [Weiß 1940, 262], oder auch (3) Entwicklung und Verbreitung infinitesimaler Methoden, siehe zum Beispiel [Kaiser und Nöbauer 1984, 181–183] und [Wußing 2008, 437–439].

93 [Kepler 2000, 431, Anm. 17.22] verweist auf Arbeiten von Paul Guldin (1577–1643), Bonaventura Cavalieri (1598–1647) und anderen.

94 Einen Vergleich verschiedener Approximationsformeln aus jüngeren Texten unternahm zum Beispiel [Verlé 1960, 42].

95 [Eytelwein 1806].

96 [Jongmans 2008].