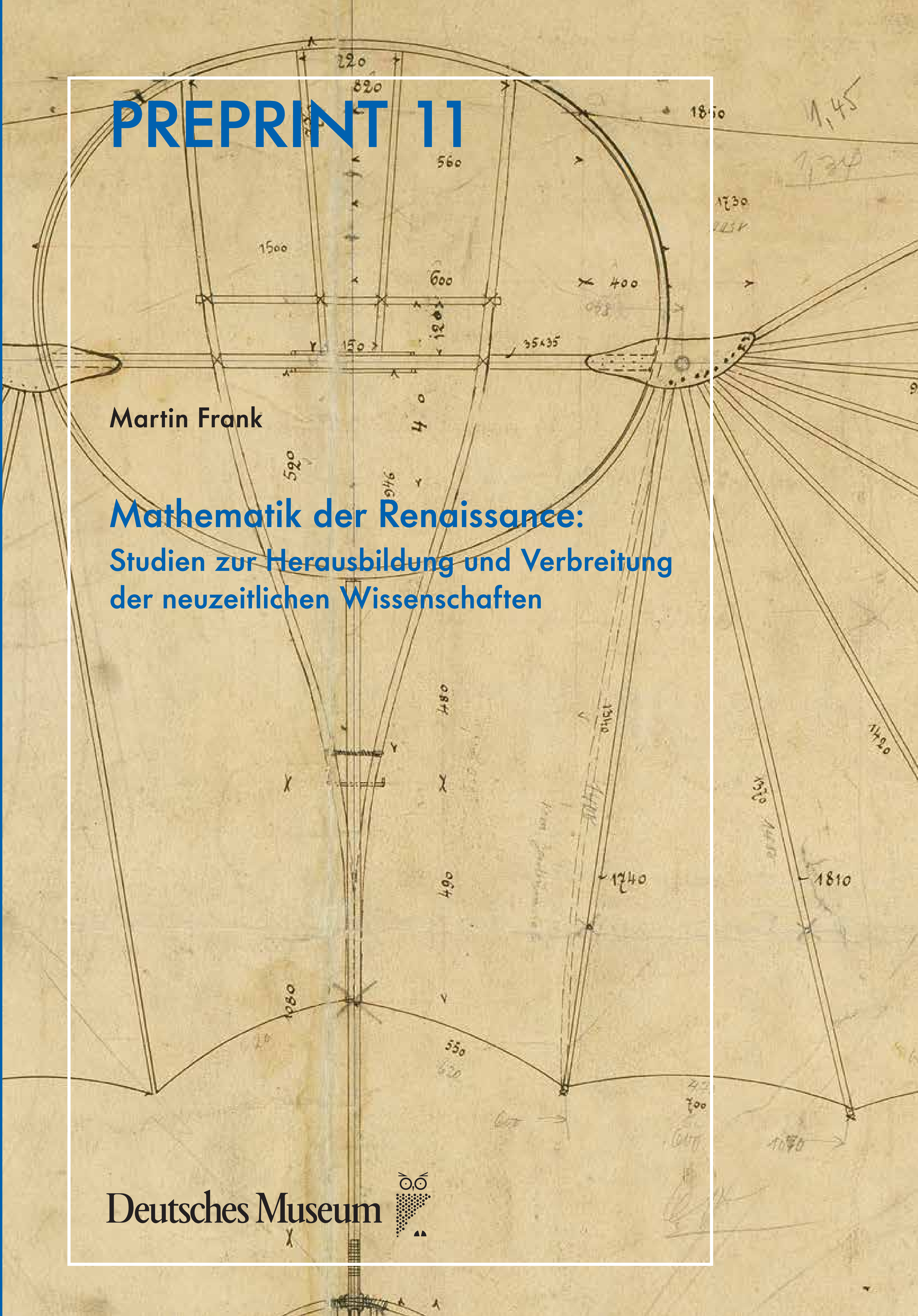


PREPRINT 11

Martin Frank

Mathematematik der Renaissance:

Studien zur Herausbildung und Verbreitung der neuzeitlichen Wissenschaften

Deutsches Museum

Mathematik der Renaissance:
Studien zur Herausbildung und Verbreitung
der neuzeitlichen Wissenschaften

Deutsches Museum Preprint
Herausgeber: Deutsches Museum

Heft 11

Martin Frank studierte Mathematik und Physik in München, promovierte an der Università di Pisa in Wissenschaftsgeschichte und forschte in der Folgezeit als Post-Doc in Frankreich, Deutschland und Italien. Er arbeitet auf dem Gebiet der Mathematik und Mechanik in der Renaissance sowie über die höfische Kultur der Frühen Neuzeit, worüber er eine Monographie und zahlreiche Artikel in Fachzeitschriften veröffentlicht hat.

Martin Frank

Mathematik der Renaissance: Studien zur Herausbildung und Verbreitung der neuzeitlichen Wissenschaften

Deutsches Museum

MV-WISSENSCHAFT

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Frank, Martin, »Mathematik der Renaissance: Studien zur Herausbildung und Verbreitung der neuzeitlichen Wissenschaften«

© 2016 der vorliegenden Ausgabe: Edition MV-Wissenschaft
Die Edition MV-Wissenschaft erscheint in der Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG Münster
www.mv-wissenschaft.de
© Deutsches Museum Verlag, 2016
Alle Rechte vorbehalten
Redaktion: Dorothee Messerschmid, Andrea Lucas
Satz, Layout, Umschlaggestaltung: Jutta Esser
Umschlagbild: Ausschnitt aus der Zeichnung des Normalsegelapparats von Otto Lilienthal, 1895, DMA, BN 62779
Druck und Bindung: Monsenstein und Vannerdat, Münster
ISBN 978-3-940396-67-9

Inhalt

Abstract

This article examines the reception of Archimedean mechanics in the work of Federico Commandino and Guidobaldo dal Monte, in particular their interpretation of a key passage in the treatise *The Quadrature of the Parabola.* Confronted with the problem of determining what definition of balance Archimedes uses in his theory of mechanics, the two mathematicians do not seem to have been particularly interested in establishing the most accurate reconstruction of the relevant passage based on the textual evidence. This throws doubt on the conventional understanding of the central objectives of what is known as "mathematical humanism", for it is precisely these two prominent representatives of the Urbino School and the so-called Archimedean Revival who are generally considered a classic example of the philological approach to the reconstruction of ancient mathematical texts.

Der »Mathematische Humanismus« zwischen Texttreue und Interpretation. Die Rezeption von Archimedes' *Quadratur der Parabel* durch Federico Commandino und Guidobaldo dal Monte

Der »Mathematische Humanismus« und die Schule von Urbino[1]

Wiederentdeckung, Studium und Verbreitung der antiken griechischen Schriften waren wesentliche Merkmale der Renaissance-Mathematik, innerhalb weniger Jahrzehnte wurden wichtige Werke der Antike gedruckt. Mehrere Ausgaben von Euklids *Elementen* auf Latein oder Griechisch (Ratdolt 1482; Zamberti 1505; Grynaeus 1533), die Übersetzung der ersten vier Bücher der *Kegelschnitte* des Apollonius (Memmo 1537) und die *Editio princeps* des archimedischen Korpus (Gechauff 1544) sind nur einige Beispiele dafür. Dadurch wurden den Mathematikern Texte zugänglich, die zuvor nicht oder nur schwer verfügbar waren.

Obwohl die Verbreitung der antiken Schriften durch diese editorische Leistung wesentlich unterstützt wurde, blieb ein ernstes Problem dieser Renaissance der griechischen Mathematik weiter ungelöst, nämlich das der Konstituierung verständlicher Texte, so nah wie möglich an denen der jeweiligen Autographen.[2] Die meisten alten Schriften enthielten nicht nur viele korrupte Textpassagen; noch schwerer wog, dass sie die Kenntnis von Theorien aus verlorenen bzw. in Vergessenheit geratenen Werken voraussetzten. Somit waren auch zahlreiche Argumente und Demonstrationen in den überlieferten Schriften im Rahmen der Renaissance-Mathematik nicht selten unverständlich geworden.

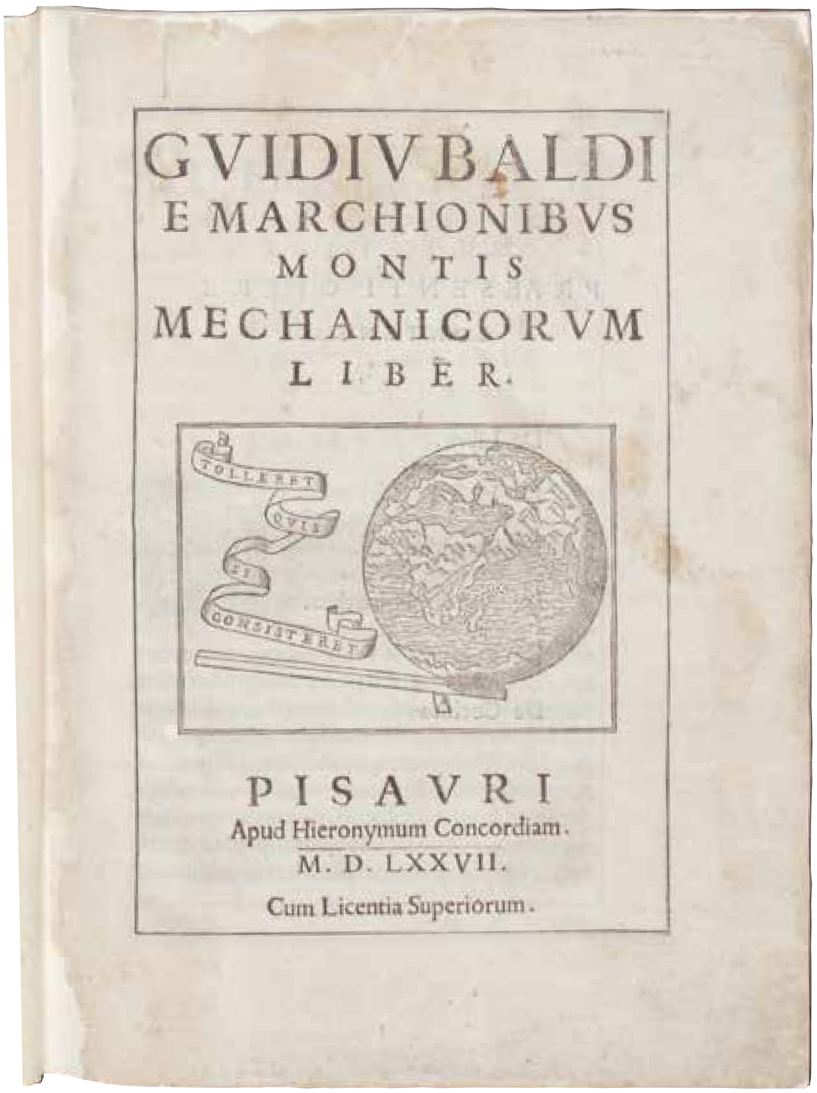
Die Auswirkungen dieser Situation waren nicht nur von philologischer Tragweite. Vielmehr hatten sie großen Einfluss auf die Arbeit der Mathematiker, wie das grundlegende Beispiel der *Elemente* des Euklid verdeutlicht: Bis in die 1570er Jahre standen die Renaissance-Gelehrten vor dem Dilemma, zwischen (im Wesentlichen) Campanus' und Zambertis Ausgaben wählen zu müssen, die ganz unterschiedliche Textversionen darboten, ohne dass sie als Rekonstruktionen des euklidischen Textes vollständig überzeugt hätten.[3] Als weiteres Beispiel könnte man Tartaglias Ausgabe von Archimedes' *Über schwimmende Körper* (1543) nennen, dessen zweites Buch der Brescianer Mathematiker nicht edierte, um sich die immensen Anstrengungen zu ersparen, die für eine befriedigende Rekonstruktion seines mathematischen Kontextes und Inhalts erforderlich gewesen wären.

1 Ich möchte Paolo d'Alessandro, Carlo Maccagni, Pier Daniele Napolitani und Sabine Rommevaux herzlich für ihre wertvollen Anregungen und Ratschläge (nicht nur) zu diesem Aufsatz danken. Auch Menso Folkerts und Bernard Vitrac bin ich verbunden, deren Bemerkungen eine Bereicherung dieser Arbeit darstellten. Was die im vorliegenden Aufsatz enthaltenen Übersetzungen betrifft, stammen diese von mir selbst, sofern nicht anders vermerkt.

2 Es handelt sich um eine weitverbreitete Meinung, die Vertreter des Mathematischen Humanismus hätten den Text ihrer Editionen so nah wie möglich an der zu rekonstruierenden »Originalversion« erstellt. Die vorliegende Arbeit versucht dabei (unter anderem) zu zeigen, dass diese Vorstellung nicht uneingeschränkt den Tatsachen entspricht.

3 Campanus' Textfassung, etwas nach 1250 verfasst, war nicht nur in handschriftlicher Form weit verbreitet, sondern wurde von Ratdolt 1482 auch gedruckt. Zambertis Übersetzung wurde 1505 wie Ratdolts Ausgabe in Venedig veröffentlicht. Weitere Informationen zu diesen beiden Versionen finden sich in Gavagna, *Tradizione,* 2009. Über die in Mittelalter und Renaissance verfügbaren unterschiedlichen Fassungen der *Elemente* im Allgemeinen siehe Folkerts, *Euclid,* 2006, und Rommevaux, *Réception,* 2003.

Es ist eines der wichtigsten Verdienste der sogenannten Schule von Urbino,[4] insbesondere des Federico Commandino (1506–1575), ausgehend von umfangreichen Studien verfügbarer Textzeugen anspruchsvolle Ausgaben der antiken Hauptschriften ediert zu haben. Nach Jahren intensiver Quellenarbeit erstellte er Editionen mehrerer archimedischer Schriften (*Archimedis opera nonnulla 1558; De iis quae vehuntur in aqua [Über schwimmende Körper], 1565*), sowie von Ptolemäus' *De analemmate* (1562), den ersten vier Büchern von Apollonius' *Kegelschnitten* (1566), den *Elementen* des Euklid (1572) und von Pappus' *Collectio mathematica* (1588, posthum), um nur die bedeutendsten zu nennen.



Das Frontispiz von Guidobaldos Werk *Mechanicorum Liber* von 1588.
Quelle: ETH-Bibliothek, Alte und Seltene Drucke.

4 Der Begriff »Schule von Urbino« wurde von Paul Lawrence Rose im Zusammenhang seines *The Italian Renaissance of Mathematics* geprägt, wo sich unter anderem nähere Informationen zu den Mathematikern aus Urbino und deren Werk finden (Rose, *Renaissance,* 1975). Eine detaillierte Studie zum wissenschaftlichen Umfeld des Herzogtums Urbino ist Gamba/Montebelli, *Scienze,* 1988. Untersuchungen über die Organisation der Schule von Urbino wurden auf dem nationalen Kongress der Société Française d'Histoire des Sciences et des Techniques (Lyon, 28.–30. April 2014) unter dem Titel »Some Considerations on the Mathematical Instruction at the Urbino School« vorgestellt.

Commandinos qualitativ hochwertige Übersetzungen, Kommentare und Vervollständigungen leiteten eine neue Phase der Auseinandersetzung mit der antiken Mathematik ein, wie sich anhand der vorgenannten Beispiele veranschaulichen lässt. So setzte seine Euklid-Edition, die (zusammen mit Clavius' Ausgabe von 1574) einen verlässlichen Text der *Elemente* herstellte, dem Konflikt zwischen den Befürwortern der Campanus- bzw. Zamberti-Version ein Ende. Im Falle der Schrift *Über schwimmende Körper* wird seine Bedeutung für die Wiederherstellung der griechischen Mathematik noch deutlicher. Im Zusammenhang mit dieser Edition musste er nicht nur eingehende Studien zur Theorie der Kegelschnitte durchführen, auf der die archimedische Abhandlung beruht, was den Anlass zu seiner Ausgabe von Apollonius' *Kegelschnitten* darstellte. Er musste sich noch dazu auch mit der Schwerpunkts-Theorie der dreidimensionalen Körper auseinandersetzen (auf die sich *Über schwimmende Körper* ebenfalls stützt), was zur Veröffentlichung einer unabhängigen Abhandlung zu diesem Thema, *Liber de centro gravitatis solidorum* (1565), führte. Dass Studium und Interpretation einer alten Schrift Commandino zu der Neuauflage der *Kegelschnitte* veranlassten, eines der komplexesten Werke der griechischen Mathematik, und ihn darüber hinaus dazu zwangen, Archimedes' verlorene Schwerpunkts-Theorie der dreidimensionalen Körper »neu zu erfinden«, gibt eine Vorstellung von der Schwierigkeit seines Unternehmens. Noch allgemeiner führen diese Beispiele vor Augen, welche Herausforderungen im Rahmen des »Mathematischen Humanismus« zu bewältigen waren.

Nach Commandinos Tod im Jahre 1575 wurden seine Bemühungen zur Renaissance der griechischen Mathematik von seinen Schülern Guidobaldo dal Monte (1545–1607) und Bernardino Baldi (1553–1617) fortgesetzt, die er von etwa 1568 an Mathematik gelehrt hatte.[5] Im *Mechanicorum Liber* (1577) griff Guidobaldo Herons Theorie der Einfachen Maschinen wieder auf,[6] die in Pappus' *Collectio mathematica* überliefert war, und entwickelte sie weiter (siehe Abbildung linke Seite).

Er überarbeitete ferner Commandinos noch unveröffentlichte Übersetzung dieses Werks des Pappus und gab sie heraus (1588); darüber hinaus veröffentlichte er im gleichen Jahr eine Paraphrase zu Archimedes' Werk *Über das Gleichgewicht ebener Flächen,* das in einem problematischen Zustand überliefert war.[7] Er stellte damit nicht nur eine konsistente Auslegung von Archimedes' mechanischer Hauptschrift vor, sondern wandte dessen Theorie auch auf »echte« mechanische Objekte wie Winden oder Flaschenzüge an, was in den überlieferten archimedischen Abhandlungen nicht vorgekommen war. Baldi seinerseits schrieb einen Kommentar zu den *Mechanischen Problemen* des Aristoteles (oder eines seiner Schüler), der unter dem Titel *In mechanica Aristotelis problemata exercitationes* posthum im Jahre 1621 erschien, und übersetzte unter anderem noch Herons *Automata* (Venedig, 1589) und *Belopoeeca* (Augsburg, 1616).[8]

Obwohl die zur Schule von Urbino existierende Literatur allgemein herausstellt, dass zwischen der Methodik und thematischen Ausrichtung des Meisters und seiner Schüler tiefe Übereinstimmung herrschte, insbesondere zwischen Commandino und Guidobaldo, würde ihre jeweilige Herangehensweise an die *constitutio textus* der antiken Schriften eine genauere Analyse verdienen. Diese könnte, wie in der vorliegenden Studie an einem Beispiel belegt werden soll, bisher ungeahnte Divergenzen zu Tage fördern. Es zeigt sich nämlich, dass die beiden Mathematiker bei der Rezeption der archimedischen Mechanik, genauer gesagt einer Textpassage im sechsten Theorem der *Quadratur der Parabel* (QP.6), zu ganz unterschiedlichen Interpretationen gelangen.

5 Zur Datierung von Commandinos Lehrtätigkeit in Urbino siehe Frank, *Dating Federico Commandino's Teaching,* 2014.

6 Nähere Informationen zu Guidobaldos Leben und Werk finden sich in Frank, *Guidobaldo dal Monte's Mechanics,* 2011/12.

7 Wie Berggren, *Theorems,* 1976, überzeugend nachwies, ist die Schrift in der überlieferten Form nicht genuin und wohl unvollständig (siehe auch Fußnote 11).

8 Für weitere Informationen zu Baldis Leben und Werk, siehe Baldi/Nenci, *Mechanica Aristotelis,* 2010. Die Debatte, ob Aristoteles selbst oder einer seiner Schüler der Autor der mechanischen Probleme war, ist noch offen. Im vorliegenden Aufsatz wird die Schrift der Einfachkeit halber als »aristotelisch« bezeichnet.

Die Überlieferungsgeschichte des sechsten Satzes der *Quadratur der Parabel*

Bevor wir näher auf den betreffenden Passus eingehen, scheint es angebracht, die Überlieferungsgeschichte der Textstelle, bzw. generell der archimedischen Schriften, in allgemeinen Linien nachzuzeichnen. Wie die bahnbrechenden Arbeiten des dänischen Philologen Johan Ludvig Heiberg (1854–1928) zeigten, wurde der Korpus in drei Hauptsträngen tradiert, deren griechische Archetypen mit den Siglen A, B und C bezeichnet werden. Diese wahrscheinlich um das 9. Jahrhundert in Konstantinopel verfassten Codices unterschieden sich in ihren Inhalten deutlich voneinander: *Über schwimmende Körper* ist beispielsweise nur in B und C, *Sandzahl* und *Über Konoide und Sphäroide* dagegen nur in A enthalten, während *Die Quadratur der Parabel* in C fehlt. Während dieser letztgenannte Archetyp keine Auswirkungen auf die in der Folge weiterüberlieferten Textzeugen gehabt zu haben scheint, wurden A und B 1269 von dem Dominikanermönch Willem van Moerbeke (ca. 1215–1286) verwendet, um eine lateinische Übersetzung des archimedischen Korpus zu erstellen. Die Spuren des Codex B verlieren sich nach 1311, doch da Moerbeke das Original unter anderem durch die Bildung zahlreicher das Griechische nachempfindender Neologismen sehr textgetreu ins Lateinische übertrug, ermöglicht seine Übersetzungsweise eine Rekonstruktion von Teilen von B. Während Moerbekes Übersetzung für das Studium der Archimedesüberlieferung heute somit von entscheidender Bedeutung ist, scheint sie in der Renaissance nur eine sehr begrenzte Verbreitung gefunden zu haben.

Aufgrund dieser kurz geschilderten Sachlage war die Überlieferung der archimedischen Schriften in der Renaissance untrennbar mit Codex A verbunden. Auch dieser ging dann Mitte des 16. Jahrhunderts verloren, nicht ohne aber vorher mehrere Kopien hervorgebracht zu haben. Die Übersetzung von Iacopo da San Cassiano spielte dabei eine besondere Rolle: Zusammen mit dem griechischen Text einer weiteren Kopie von A bildete sie die Grundlage für die *Editio princeps,* die 1544 von Thomas Gechauff alias Venatorius in Basel veröffentlicht wurde.[9]

Was die archimedische Mechanik im Besonderen anbelangt, ist *Über das Gleichgewicht ebener Flächen* das Hauptwerk unter den überlieferten Schriften. Es enthält den ersten mathematischen Beweis des Hebelgesetzes, und ferner dessen Anwendung zum Finden des Schwerpunkts bestimmter ebener Figuren (Parallelogramm, Trapez, Dreieck, Parabel). Der Schwerpunkts-Begriff ist die konzeptionelle Basis von Archimedes' Mechanik, ebenso wie Gleichgewicht und *aequeponderare.*[10] Unglücklicherweise sind Archimedes' Definitionen dieser Begriffe jedoch nicht überliefert,[11] weder in *Über das Gleichgewicht ebener Flächen,* noch in den anderen beiden archimedischen Schriften, die mechanische Überlegungen enthalten, nämlich *Über schwimmende Körper* und *Quadratur der Parabel.* Ähnlich problematisch, und mit dieser Gegebenheit verbunden ist die Unklarheit, welche Auffassung von Gleichgewicht der archimedischen Theorie zugrundeliegt.

In der letztgenannten Abhandlung zeigt Archimedes, dass (in moderner Sprechweise ausgedrückt) die Fläche einer Parabel, in die ein Dreieck mit gleicher Basis wie Höhe eingeschrieben ist, vier Drittel von der des Dreiecks beträgt. In diesem Zusammenhang stützt er sich unter anderem auf mechanische Überlegungen (in der Annahme, die geometrischen Figuren seien mit homogener Schwerkraft

9 Detaillierte Informationen über das archimedische Korpus und dessen Überlieferung finden sich in Clagett, *Archimedes,* 1964–1984, Napolitani, *Scienza,* 2004, sowie in den von W. Noel geschriebenen Kapiteln in Netz/Noel, *Archimedes Codex,* 2007. Zur wichtigen Rolle von Iacopo siehe d'Alessandro/Napolitani, *Iacopo da San Cassiano,* 2012.

10 Erläuterungen von diesen drei Begriffen und ihrer Bedeutung in der archimedischen Gleichgewichts-Theorie finden sich im Folgenden auf S. 16–17.

11 Schmidt, *System,* 1975, behauptet, diese Konzepte seien implizit definiert. Die Gegenargumente von Berggren, *Theorems,* 1976, scheinen überzeugender: *Über das Gleichgewicht ebener Flächen* ist wohl nicht in seiner ursprünglichen Form überliefert worden, unter anderem scheinen Teile davon verloren gegangen zu sein, wie beispielsweise ein Kapitel über dreidimensionale Figuren und der einleitende Teil mit Definitionen und Beschreibungen der Grundbegriffe.

versehen, so dass deren Flächen als direkt proportional zu den Gewichten realer Körper angesehen werden können und das Hebelgesetz angewendet werden kann).[12] Interessanterweise scheint der sechste Satz der _Quadratur der Parabel_ (QP.6) einen Hinweis darauf zu enthalten, was Archimedes' Gleichgewichts-Auffassung gewesen sein könnte (und wie dieser Begriff logisch mit dem des Schwerpunkts verknüpft war). Der betreffende Textabschnitt lautet (siehe Abbildung S. 14):

> Stellen wir uns vor, die betrachtete Ebene sei senkrecht zum Horizont und alles, was sich hinsichtlich der Linie AB auf der gleichen Seite wie Δ befinde, werde als unterhalb betrachtet, das übrige als oberhalb. Das Dreieck BΔΓ sei rechtwinklig bei B und seine Seite BΓ gleich der Hälfte eines Waagebalkens. Es werde das Dreieck in den Punkten B und Γ daran aufgehängt. Auf der anderen Seite des Waagebalkens hänge eine andere Fläche Z, so dass Z in A dem Dreieck BΔΓ in der Position, in der es sich nun befindet, »gleichwiegt«.[13] Ich behaupte, dass die Fläche Z ein Drittel der Fläche BΔΓ ist.[14]

Der Hinweis auf Archimedes' mögliche Auffassung von Gleichgewicht findet sich zu Beginn der zugehörigen Demonstration: Da die Waage »gleichwiegen« soll, ist die Strecke AΓ horizontal.[15]

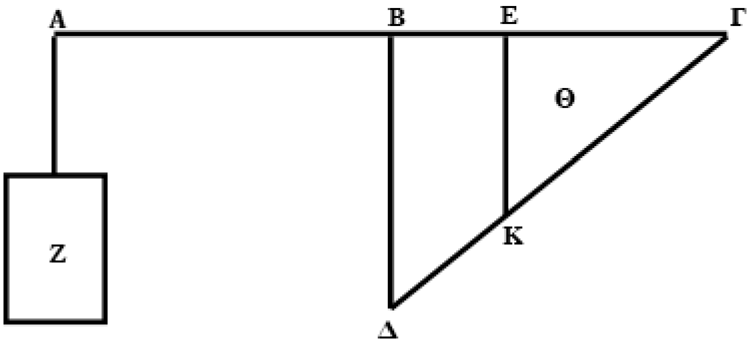
Diese Textstelle impliziert einen Bezug auf *stabiles* Gleichgewicht: Wenn eine Waage, die sich zunächst in der horizontalen Position in Ruhe befindet, in Schieflage gebracht wird, kehrt sie in den anfänglichen Gleichgewichts-Zustand (das heißt in die Horizontale) zurück. Diese Eigenschaft einer bestimmten (und weit verbreiteten) Art Waage ermöglicht es offensichtlich, die horizontale Position des Waagebalkens mit dem Gleichgewichts-Zustand des mechanischen Systems der Waage zu identifizieren.

12 Um das oben genannte Verhältnis zwischen Parabel und einbeschriebenem Dreieck nachzuweisen, genügt es zu zeigen, dass die beiden als Gewichte betrachteten Figuren im Gleichgewicht sind, wenn die Abstände ihrer Aufhängungspunkte zum Drehpunkt der Waage im Verhältnis 3:4 stehen. Mit dem Hebelgesetz kann dann geschlossen werden, dass sich die »Gewichte« (genauer: die Flächen) der Figuren wie 4:3 verhalten. Neben dieser Argumentationsweise, die offensichtlich auf mechanischen Überlegungen basiert und als heuristisch bezeichnet werden könnte, stellt Archimedes noch ein weiteres, streng geometrisches Verfahren vor, das den formalen Kriterien der griechischen Geometrie genügt.

13 Der Neologismus »gleichwiegen« gibt das lateinische Wort *aequeponderare* bzw. *aequilibritatem servare* wieder (das seinerseits die lateinische Übersetzung des griechischen ἰσορροπεῖν ist). Wie an anderer Stelle (S. 16–17) erläutert, wäre es tatsächlich nicht unproblematisch, »aequeponderare« mit »im Gleichgewicht sein« zu identifizieren, obwohl dies in fast allen modernen Archimedes-Übersetzungen geschieht (»Pondera aequeponderant« wird beispielsweise oft mit »die Gewichte sind im Gleichgewicht« übersetzt; siehe dazu auch Fußnote 14). In Wirklichkeit soll der ἰσορροπεῖν/*aequeponderare*-Begriff aber die Bedingungen für Gleichgewicht klären. Auch andere übliche Übersetzungen scheinen seine Bedeutung nicht in befriedigender Weise wiederzugeben, weswegen die Benutzung eines Neologismus ratsam erschien.

14 Der griechische Text lautet in Heibergs kritischer Ausgabe (Archimedes/Heiberg, *Opera Omnia,* Bd. II, 1913, S. 272): »Νοείσθω δὲ τὸ [ὅτε ἐστὶν τὸ ἐν τᾷ θεωρίᾳ] προκείμενον [δρώμενον] ἐπίπεδον ὀρθὸν ποτὶ τὸν ὁρίζοντα, καὶ τᾶς AB γραμμᾶς [ἔπειτα] τὰ μὲν ἐπὶ τὰ αὐτὰ τῷ Δ κάτω νοείσθω, τὰ δὲ ἐπὶ θάτερα ἄνω, τὸ δὲ ΒΔΓ τρίγωνον ἔστω ὀρθογώνιον ὀρθὰν ἔχον τὰν ποτὶ τῷ Β γωνίαν καὶ τὰν ΒΓ πλεθγὰν ἴσαν τᾷ ἡμισείᾳ τοῦ ζυγοῦ [δηλονότι ἴσης οὔσης τᾶς AB τῇ ΒΓ], κρεμάσθω δὲ τὸ τρίγωνον ἐκ τῶν Β, Γ σαμείων, κρεμάσθω δὲ καὶ ἄλλο χωρίον τὸ Ζ ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρεος τοῦ ζυγοῦ κατὰ τὸ Α, καὶ ἰσορροπείτω τὸ Ζ χωρίον κατὰ τὸ Α κρεμάμενον τῷ ΒΔΓ τριγώνῳ οὕτως ἔχοντι, ὡς νῦν κεῖται. φαμὶ δή, τὸ Ζ χωρίον τοῦ ΒΔΓ τριγώνου μέρος τρίτον εἶμεν.« Die lateinische Version ist (ibid., S. 273): »Fingatur autem planum suppositum ad horizontem perpendiculare, et quae in eadem parte rectae AB sunt, in qua est punctum Δ, infra esse fingantur, quae in altera supra, triangulus autem BΔΓ sit rectangulus angulum ad B positum rectum habens et latus BΓ dimidiae librae aequale, suspendatur autem triangulus ex punctis B, Γ et in altera parte librae aliud spatium Z ex puncto A suspendatur, spatiumque Z ex A suspensum cum triangulo BΔΓ ita se habenti, uti nunc positus est, aequilibritatem servet. Dico igitur, spatium Z tertiam partem esse trianguli BΔΓ.« Die deutsche Übersetzung aus dem Lateinischen stammt von mir. Czwalina-Allenstein, *Abhandlungen,* 1996, dagegen unterscheidet nicht zwischen *aequeponderare/aequilibritatem servare* und Gleichgewicht (siehe Fußnote 13). Die betreffende Textstelle gibt er folgendermaßen wieder (S. 157): »Auf der anderen Seite des W[a]agebalkens hänge eine andere Fläche Z, und es herrsche in dem so beschriebenen System Gleichgewicht. Ich behaupt[e], daß die Fläche Z ein Drittel der Fläche BDC ist. Da nämlich unserer Voraussetzung nach Gleichgewicht herrscht, so liegt die Gerade AC horizontal (...).«

15 Archimedes/Heiberg, *Opera omnia,* Bd. II, 1913, S. 272: »Nam quoniam suppositum est, libram aequilibritatem servare, recta AΓ horizonti parallela erit«. Die griechische Version der Textstelle ist im folgenden Unterkapitel wiedergegeben.



Die 6. Proposition der *Quadratur der Parabel.*

Der Bezug auf stabiles Gleichgewicht schließt gleichzeitig die beiden anderen möglichen Gleichgewichts-Arten aus: das indifferente und das instabile Gleichgewicht. Ersteres bezeichnet jene Konfiguration, in der die Waage, aus der Horizontalen in eine beliebige Schräglage ausgelenkt und sodann losgelassen, in ebendieser Position verharrt; instabiles Gleichgewicht bedeutet, dass die Waage, aus ihrem Gleichgewichts-Zustand entfernt, nicht in die horizontale Ausgangsposition zurückkehrt, sondern sich noch weiter davon entfernt (Waagen, an denen sich diese drei unterschiedliche Arten von Gleichgewicht einstellen, sind in der Abbildung auf S. 20 dargestellt).

Unterschiedliche Textfassungen von QP.6

In Wirklichkeit ist die Überlieferungssituation des betreffenden Passus komplexer, als es zunächst den Anschein haben mag.[16] So zeigt der Apparat von Heibergs kritischer Ausgabe, dass die oben angeführte Fassung die Interpretation einer korrupten Textstelle darstellt. Der lateinische und griechische Text lauten nämlich mit zugehörigem Apparat:

> Latein: Nam quoniam suppositum est, libram aequilibritatem servare, recta ΑΓ horizonti parallela erit et rectae ad ΑΓ perpendiculares in plano ad horizontem perpendiculari ductae ad horizontem perpendiculares erunt.
>
> Griechisch: ἐπεὶ γὰρ ὑπόκειται ἰσορροπέων ὁ ζυγός, εἴη κα ἁ ΑΓ γραμμὰ παρὰ τὸν ὁρίζοντα, αἱ δὲ ποτ ʽὀρθὰς ἀγόμεναι τᾷ ΑΓ ἐν τῷ ὀρθῷ ἐπιπέδῳ ποτὶ τὸν ὁρίζοντα καθέτοι ἐσσοῦνται ἐπὶ τὸν ὁρίζοντα.
>
> Zugehöriger kritischer Apparat:
> εἴη κα] scripsi, εηκα A, B assimilatur;
> παρὰ τὸν ὁρίζοντα, αἱ] Torellius; αυτον οριζονται A; ipsi orizonti B [17]

16 Mein Dank geht an Paolo d’Alessandro und Pier Daniele Napolitani, die während ihrer Arbeit an Iacopo da San Cassianos Archimedes-Übersetzung auf die problematische Überlieferungssituation von QP.6 stießen und mich auf die betreffende Textstelle hinwiesen. Die in diesem Zusammenhang auftretenden philologischen Probleme werden in d’Alessandro/Napolitani, *Iacopo da San Cassiano,* 2012, S. 153–155, diskutiert.

17 Archimedes/Heiberg, *Opera Omnia,* Bd. II, 1913, S. 272–274; eigene Hervorhebung. Hierbei gilt zu beachten, dass Heiberg mit »Siglum B« Moerbekes Autograph bezeichnet, das hier nach Clagett (1976) als Codex O bezeichnet wird (siehe dazu Fußnote 20). Dagegen bezog sich der dänische Philologe auf das griechische Manuskript mit dem Siglum *B*.

Der entscheidende Passus »recta AΓ horizonti parallela erit« ist die Übersetzung von »εἴη κα ἁ AΓ γραμμὰ παρὰ τὸν ὁρίζοντα«, wo Heiberg das »εηκα« des Codex A und das »assimilatur« des Codex B mit »εἰη κα« ersetzt[18] Mit der Wahl der *lectio* »παρὰ τὸν ὁρίζοντα, αἱ« folgt Heiberg der Text-*constitutio* von Giuseppe Torelli (1792), während die Codices A und B die Lesarten »αυτον οριζονται« bzw. »ipsi orizonti« enthalten.

Zugegebenermaßen fällt es nicht leicht, den Sinn der Codex-A-Version nachzuempfinden, die etwas aussagt wie »Da angenommen wurde, dass die Waage ›gleichwiegen‹ soll, stellt das Segment AC eine Waage dar«. Wichtig für unsere Zwecke ist jedoch die Tatsache, dass sich der Bezug auf die Horizontalität der Waage (und damit auf die Auffassung stabilen Gleichgewichts) nur in einem Überlieferungszweig des Textes findet, während sich das »οριζονται« des Codex A von dem Verb »ὁρίζειν (ὁρίζω)« ableitet, das etwa »beschränken«, »bestimmen« oder »definieren« bedeutet. Es kann damit also nicht als gesichert gelten, dass Archimedes' Abhandlung auf einer Auffassung stabilen Gleichgewichtes fußte. Die Version des Codex B könnte vielmehr den Versuch eines späteren Schreibers darstellen, eine korrupte Textstelle zu emendieren.

Commandino und Guidobaldo sahen sich beide dieser Textpassage gegenüber. Doch welche Quellen hatten sie zur Verfügung, insbesondere Commandino, der im Jahre 1558 *Archimedis opera nonnulla* herausgab? Bekanntlich entlieh er 1555 aus der Biblioteca Marciana (Venedig) eine Kopie des Codex A, die dort immer noch als »Gr. Fondo Antico ms. 305, 732« aufbewahrt wird und von Heiberg als Codex E bezeichnet wurde. Wie neuere Studien zeigen, kannte und verwendete Commandino auch die Übersetzung des Iacopo da San Cassiano[19], und zweifelsohne war er ebenso mit dem griechischen Text der Basler *Editio princeps* (1544) vertraut. In Anbetracht von Commandinos enger Beziehung zu Marcello Cervini, dem späteren Papst Marcellus II., der in Besitz des Moerbekschen (von Heiberg als Codex O bezeichneten) Autographs war, kann ferner nicht ausgeschlossen werden, dass ersterer auch die Textfassung des flämischen Mönchs kannte.[20]

Die komplizierte Überlieferungsgeschichte der QP.6 wird auch von diesen Textzeugen widergespiegelt, die ein noch breiteres Spektrum möglicher Varianten zeigen (Auflistung gemäß chronologischer Reihenfolge ihrer Erstellung bzw. Veröffentlichung; eigene Hervorhebungen):[21]

> Codex O (1269): Quoniam enim supponitur equaliter repere libra, assimilatur linea ag ipsi orizonti, producte autem ad angulos rectos ipsi ag in recto plano ad orizontem erunt catheti ad orizontem.
>
> Iacopo da San Cassiano (um 1450): Quoniam igitur suppositum est libram aequeponderare, ac linea ipsi librae assimilatur. Terminantur autem lineae ad angulos rectos ex ipsa ac ductae in plano erecto super orizontem, et erunt perpendiculares super orizontem.
>
> Codex E (ca. 1460): ἐπεὶ γὰρ ὑπόκειται ἰσορρόπων ὁ ζυγός εηκα ἁ αγ γραμμὰ αὐτον. ὁρίζονται δέ ποτ᾽ὀρθὰς ἀγόμεναι τᾷ αγ ἐν τῷ ὀρθῷ ἐπιπέδῳ ποτὶ τὸν ὁρίζοντα, καθέτοι ἐσσοῦνται ἐπὶ τὸν ὁρίζοντα.
>
> Basler *Editio princeps* (1544): ἐπεὶ γὰρ ὑπόκειται ἰσορρόπων ὁ ζυγός εκ καί ἁ αγ γραμμὰ αὐτον. ὁρίζονται δέ ποτ ʻὀρθὰς ἀγόμεναι τᾷ αγ ἐν τῷ ὀρθῷ ἐπιπέδῳ ποτὶ τὸν ὁρίζοντα, καθέτοι ἐσσοῦνται ἐπὶ τὸν ὁρίζοντα.

18 Da, wie oben geschildert, Codex C die *Quadratur der Parabel* nicht enthält, sind nur die *Codices* A und B für diesen Fall relevant.

19 D'Alessandro/Napolitani, *Iacopo da San Cassiano,* 2012, S. 132–134, S. 152–153, S. 240.

20 Nähere Informationen über Commandinos Quellen und seine Übersetzung von Archimedes finden sich in Napolitani, *Federico Commandino,* 2001; Napolitani, *Scienza,* 2004.

21 Codex O wird in der Biblioteca Apostolica Vaticana (Vatikanstadt) als Ottob Lat. 1850 aufbewahrt und wurde in Clagett, *Archimedes,* 1976, ediert. Codex E befindet sich noch heute in der Biblioteca Marciana (Venezia), als MS Gr. Fondo Antico 305, S. 732; der betreffende Absatz ist auf f. 101r/v. In der Basler *Editio princeps* findet er sich in Archimedes, *Opera,* 1544, S. 129. Schließlich ist Iacopos Text (mit italienischer Übersetzung) in d'Alessandro/Napolitani, *Iacopo da San Cassiano,* 2012, S. 292–293, veröffentlicht.

Willem van Moerbekes und Iacopo da San Cassianos Textfassungen spiegeln im Wesentlichen die zwei unterschiedlichen Lesarten der *Codices* B und A (mit bzw. ohne Bezug auf stabiles Gleichgewicht) wider. Die Lesarten von Iacopo und Codex E entsprechen sich, was nicht verwundert, da beide auf Codex A zurückgehen. Der griechische Text der Basler Ausgabe stellt schließlich eine weitere, dritte Version dar, in der von einer Waage εκ die Rede ist, was in den anderen Texten nicht der Fall ist. Der entsprechende, unvollständige Passus kann übersetzt werden mit »da wir angenommen haben, dass die Waage εκ ›gleichwiegt‹, und dieses Segment AC [Verb fehlt]«.

Die Implikationen der QP.6 für die archimedische Gleichgewichts-Theorie

Zweifelsohne ist QP.6 eine philologisch interessante Passage, doch darüber hinaus ist sie eng mit der Frage verbunden, wie eine der grundlegenden Theorien der Mechanik formalisiert werden kann: die Gleichgewichts-Theorie, ihrerseits Grundlage dessen, was im Kontext der Renaissance-Mechanik oft anachronistisch als »Statik« bezeichnet wird.

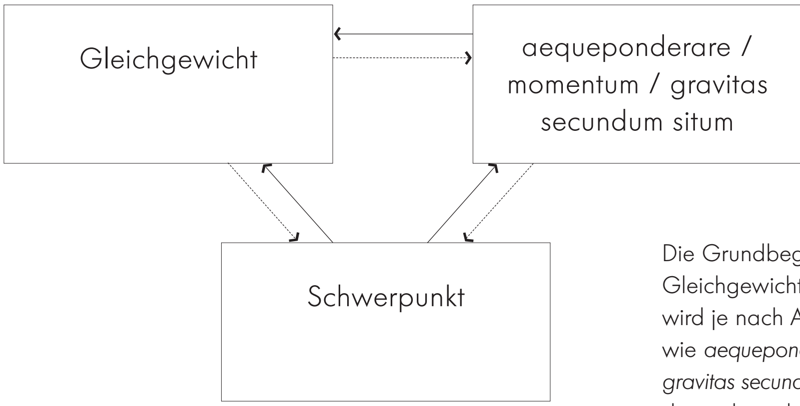
Im Zusammenhang mit der Erfindung und Verbreitung der Waage mit ungleichen Armen suchten Gelehrte der Mechanik nach der Erklärung (oder Beschreibung), warum bzw. wann zwischen zwei ungleichen Gewichten Gleichgewicht herrschen könne – die Tatsache, dass ein kleines Gewicht ein größeres überwiegen konnte, wurde in Aristoteles' *Mechanischen Problemen* in diesem Zusammenhang als »wundersam« bezeichnet. Eine neue Größe musste eingeführt werden – der Begriff *Gewicht* allein war offensichtlich unzureichend –, um die entsprechend der Position am Waagebalken (oder am Hebel) variable Effizienz eines Gewichts (oder, wiederum anachronistisch, einer »Kraft«) zu beschreiben.

Die einzelnen Strömungen der Mechanik, die in der Renaissance zusammenkamen – insbesondere die durch Archimedes begründete, dann die auf die *Mechanischen Probleme* zurückgehende, sowie die auf Jordanus Nemorarius' Schriften fußende – schlugen jeweils unterschiedliche Ansätze und Begriffe für diese zweite Größe vor, etwa *aequeponderare,*[22] *momentum*[23] oder *gravitas secundum situm*. Neben dem des Gewichts berücksichtigten diese Theorien jeweils unterschiedliche Parameter: die Entfernung der Gewichte zum Drehpunkt, ihre Geschwindigkeit (unter der Annahme einer potenziellen Abwärtsbewegung), die Neigung ebendieser potenziellen Abwärtsbewegung. Zu dieser zweiten Größe gesellt sich in der archimedischen Mechanik eine dritte, gewissermaßen als Hilfskonzept: die des Schwerpunkts (siehe Abbildung rechts). Sie verbindet geometrische Elemente (in symmetrischen Körpern liegt dieser Punkt auf der Symmetrieachse) mit physikalischen Eigenschaften (ein Körper, der in seinem Schwerpunkt gehalten wird, bleibt in Ruhe) und erlaubt es somit, die physische Realität in eine geometrische Beschreibung zu »übersetzen«.[24]

22 Zum Begriff »aequeponderare« siehe Fußnote 13.

23 Die maßgebliche Studie über den Begriff »Moment« und seine verschiedenen Bedeutungen in und vor Galileo ist Galluzzi, *Momento,* 1979.

24 Für weitere Informationen über die Gleichgewichts-Theorie, insbesondere über Guidobaldos Ansatz und die Schwierigkeiten, eine logisch kohärente Theorie aufzustellen, siehe Frank, *Guidobaldo dal Monte's Mechanics,* 2011-12, Kapitel B.II, S. 331-390.



Die Grundbegriffe der Theorie des Gleichgewichts. Dieser letztere Begriff wird je nach Ansatz durch Konzepte wie *aequeponderare, momentum* oder *gravitas secundum situm* erklärt. In der archimedischen Mechanik spielt zudem die Notion *Schwerpunkt* eine grundlegende Rolle.

Trotz der Bemühungen der Renaissance-Gelehrten, sich Archimedes' Werk geistig wiederanzueignen, war es nicht einfach, die überlieferten Elemente zu einer logisch intakten Gleichgewichts-Theorie zu verbinden – wie bereits erwähnt, enthielten die erhaltenen archimedischen Schriften keine Definition der Grundbegriffe Gleichgewicht, Schwerpunkt und *aequeponderare,* noch waren deren logische Verknüpfungen offensichtlich. Eine der größten Herausforderungen für die Mathematiker, die im 16. Jahrhundert Archimedes' Schriften kommentierten – bzw. eigene Theorien entwickelten, die von dessen Ansatz inspiriert waren –, war es, eine kohärente und vollständige Theorie zu rekonstruieren. An Versuchen mangelte es nicht: Franciscus Maurolico (1494–1575), Niccolò Tartaglia (1499–1557), Federico Commandino, Guidobaldo, Simon Stevin (1548–1620) und Galileo (1564–1642) gingen alle dieses Problem an.[25]

Auf den ersten Blick mag es ziemlich trivial erscheinen, eine Gleichgewichts-Theorie aufzustellen. Tatsächlich besteht jedoch die Gefahr, in einen Zirkelschluss zu geraten, nach dem Motto: »Wenn zwei Gewichte dasselbe Moment haben (bzw. wenn sie ›gleichwiegen‹), sind sie im Gleichgewicht« (denn es ist ja schließlich die Funktion dieses Begriffs, die Gleichgewichtsbedingungen zu klären); und umgekehrt, »wenn zwei Gewichte im Gleichgewicht sind, haben sie gleiche Momente« (hätten sie ungleiche Momente, hätte eines der Gewichte ein größeres Moment und würde sich daher nach unten bewegen). Eine solche Argumentation, so intuitiv sie erscheint, stellt offensichtlich einen Kreisschluss dar.

Vor diesem Hintergrund könnte QP.6 fundamental für ein besseres Verständnis von Archimedes' Gleichgewichts-Theorie sein. Sie scheint Aufschluss zu geben über dessen Auffassung dieser letzteren Größe sowie über die logische Verknüpfung mit dem archimedischen Konzept des *aequeponderare* (oder der *aequilibritas)*, einer Art »Proto-Moment«.

25 Einige Wissenschaftshistoriker haben versucht, die archimedische Gleichgewichts-Theorie zu rekonstruieren; siehe beispielsweise Vailati, *Concetto,* 1911, und Knorr, *Archimedes,* 1978; Knorr, *Treatise,* 1978.

Commandinos und Guidobaldos Auffassung der QP.6

Commandinos Interpretation

Kommen wir nun zu Commandinos Übersetzung des sechsten Satzes der *Quadratur der Parabel*. Er gab ihn in *Archimedis opera nonnulla* folgendermaßen wieder (eigene Hervorhebung):

> Quoniam enim est positum, libram aequiponderare: *erit AC linea ipsi horizonti aequidistans*. Linea autem ad rectos angulos ductae ipsi AC, in plano erecto super horizontem et ipsae ad horizontem perpendiculares erunt.[26]

Obwohl Commandino die *Editio princeps* und den Codex E kannte, schloss er sich offensichtlich nicht deren Textfassung an, sondern interpretierte den Passus im Gegenteil als Bezug auf stabiles Gleichgewicht. Überraschend ist ferner, dass jeglicher Hinweis auf die komplexe Überlieferungssituation des Textabschnitts, wie auch auf deren Wichtigkeit im Rahmen der archimedischen Gleichgewichts-Theorie fehlt. Während Commandino im Kommentar ausführlich zu Archimedes' unbewiesener Aussage zur Position des Dreiecks-Schwerpunkts Stellung bezieht (und diese geometrisch herleitet), findet sich dort kein Wort über jene Interpretation des Passus in anderen Übersetzungen, die die Horizontalität des Waagebalkens nicht ins Spiel brachte – und auch nicht über die Möglichkeit, dass die Vorstellung des stabilen Gleichgewichts der Schrift des Archimedes vielleicht gar nicht zugrundegelegen haben könnte.

Dass Commandino die Passage eventuell einfach nur »überlesen« haben könnte, scheidet auf der Suche nach einer Erklärung dieser verwunderlichen Gegebenheit wohl aus. So benutzt Commandino in einem Korollar zu QP.6 im Kommentarteil dasselbe Argument, nämlich dass die Waage horizontal sei, wenn zwei Gewichte »gleichwögen«:

> Das eine [Trapez] wird dem anderen [Dreieck] »gleichwiegen«, denn die Größen stehen in umgekehrtem Verhältnis zu ihren Abständen nach dem Beweis des Archimedes im vierten und fünften [sic!] Satzes des ersten Buches *De aequeponderantibus* und nach Jordanus' achtem Satz in *De ponderibus*. Daher wird die Waage parallel zum Horizont bleiben und die Seite des Trapezes BC sowie die Seite des Dreiecks EC ruhen.[27]

Sicherlich ist Commandinos Lesart von QP.6 »sinnvoll«, und zweifelsohne verfolgte er mit *Archimedis opera nonnulla* das Anliegen, eine verständliche Fassung des archimedischen Textes bereitzustellen, und weniger, eine heikle Frage der Mechanik zu behandeln. Damit ließe sich zwar erklären, weshalb Commandino eine Interpretation wählte, die Moerbekes Version ähnlich war und den Deutungen Iacopos und der griechischen Basler Ausgabe entgegenstand. Bei diesem Erklärungsansatz erschließt sich allerdings nicht, warum er nicht auf die Komplexität der Überlieferungssituation hinwies.

26 Archimedes (1558, f. 20r).

27 Ibid.: »Aequeponderabit alterum alteri; quod magnitudines ex altera parte respondeant ipsis longitudinibus ex demonstratis ab Archimede in quarta et quinta primi *De aequeponderantibus* et a Iordano in octava libri *De ponderibus*. Manebit ergo libra horizonti aequidistans: et idcirco latus trapezii *bc* et trianguli ec manebit.«

So mag man sich an dieser Stelle fragen, ob Commandino tatsächlich jene Fassungen von QP.6 kannte, die sich nicht auf stabiles Gleichgewicht bezogen. Angesichts der konzeptuellen Bedeutung der Textstelle hätte man wohl erwarten können, dass Commandino seine eigene Wahl gerechtfertigt hätte, selbst wenn er die konträren Interpretationen als falsch angesehen hätte. Sollte er sie andererseits nun allerdings deswegen nicht berücksichtigt haben, weil er sie gar nicht kannte, so stellt sich doch die Frage, inwiefern man dann noch von einem philologischen Ansatz den verfügbaren Textzeugen gegenüber sprechen könnte. Angesichts von Commandinos ansonsten durchaus textkritischem, hier (in den Fußnoten) anhand dreier Beispiele belegtem Vorgehen, bleibt die Nichtberücksichtigung jener Fassungen jedenfalls ein verwunderlicher Umstand.[28]

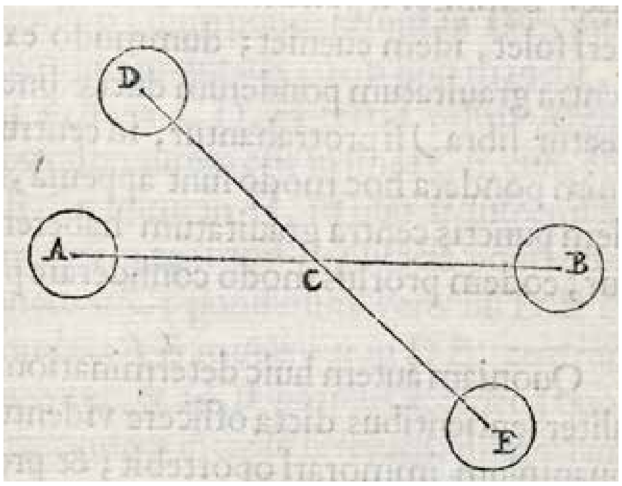
Guidobaldos Auffassung des Gleichgewichts als indifferent

Die Interpretation von Gleichgewicht als stabil ist im Rahmen der archimedischen Schriften nicht zwangsläufig die einzig vernünftige Auffassung dieses Begriffs, wie einer von Commandinos eigenen Schülern, Guidobaldo dal Monte, nachwies. Dieser bediente sich, wie bereits erwähnt, des Schwerpunkts-Ansatzes, um im *Mechanicorum Liber* (1577) die Funktionsweise der sogenannten Einfachen Maschinen (Hebel, Flaschenzug, Winde, Keil und Schraube) zu beschreiben, und verfasste eine *Paraphrase* (1588) zu *Über das Gleichgewicht ebener Flächen,* was ihn zu einem Experten der archimedischen Mechanik machte.

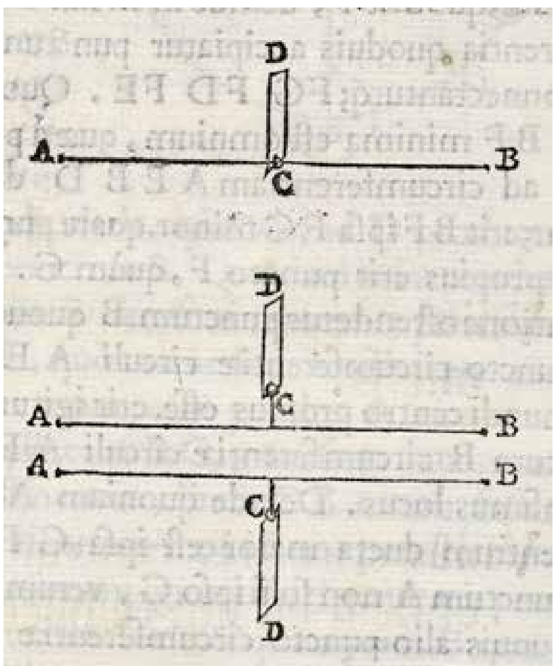
Von Beginn seiner wissenschaftlichen Tätigkeit an sah sich Guidobaldo mit dem Problem konfrontiert, welcher Gleichgewichts-Begriff Archimedes' Schriften zugrundeliege. Daher leitete er das *Mechanicorum Liber* mit dem Kapitel *De libra (Über die Waage)* ein, in welchem er drei verschiedene

28 Wenn Commandino mit unklaren Passagen oder gar unvollständigen Theorien (wie im Fall seiner *Über schwimmende Körper*-Ausgabe) konfrontiert war, kollationierte er in der Regel mehrere Quellen, emendierte Textpassagen, die er als bruchstückhaft oder nicht genuin ansah, und verglich deren Inhalte mit Hinweisen aus anderen antiken mathematischen Schriften. Eine Vorstellung von Commandinos Arbeitsweise vermitteln die Kommentare in seinen Ausgaben, von denen drei hier als Beispiele angeführt werden sollen. Im ersten Buch der oben erwähnten Apollonius-Ausgabe (1566) spricht er in der Anmerkung zu Proposition XLI von mehreren Quellen des Textes, die er miteinander verglichen hatte (f. 30v): »›Wie das Verhältnis aller [der ersten Menge] zu allen [der zweiten Menge] ist, so ist das Verhältnis der einzelnen [*Elemente*] zu den einzelnen‹: *In allen alten Codices, die ich gesehen habe, lautete diese Stelle* ὡς πάντα πρὸς πάντα, ἓν πρὸς ἕν. *Aber ich denke, diese Worte sind zu streichen, gewissermaßen als Beifügungen von irgendjemandem. Offensichtlich kann jener Sachverhalt nämlich aus der Ratio composita gefolgert werden«* (»›Ut omnia se habent ad omnia, ita ad unum unum‹: in *omnibus antiquis codicibus, quos viderim sic legitur* ὡς πάντα πρὸς πάντα, ἓν πρὸς ἕν. *Sed delenda sunt, ut arbitror, tanquam ab aliquo addita; illud enim per compositam rationem colligi perspicuum est.«*). Die Kursive stammen, wie auch in den folgenden Textpassagen, von Commandino, der damit Originaltext und Kommentare als unterschiedlich hervorhob. – Im Zusammenhang von Proposition XVI in *Über Spiralen* zweifelt Commandino an der Lesart seiner griechischen Quelle (Kommentarteil, f. 15r): »›Was absurd ist, da *ra* gleich *ad* ist‹: *Bedenke, dass der griechische Codex fehlerhaft ist, in dem die Worte* μεί ζων δὲ ἁ ια ατᾶς αλ *fehlen, das heißt ›ia ist aber größer als al‹. Es folgt ein Widerspruch aus dem 8. Satz des 5. Buches [der Elemente], da ai nämlich größer ist als al. Sein Verhältnis zu ar ist nämlich größer, als das von al zur selben Größe, bzw. zu ad, das gleich ar ist. Das Gegenteil ergibt sich aus dem vorher Gesagten«* (»›Quod fieri minime potest, cum sit ra aequalis ad.‹ *Vide ne codex graecus mendosus sit, cui haec verba desint* μεί ζων δὲ ἁ ια ατᾶς αλ. *Hoc est, ›maior autem ia ipsa al‹. Sequitur absurdum ex octava quinti; namque ai cum sit maior ipsa al: maiorem habet proportionem ad ar, quam al ad eandem, sive ad ei aequalem ad; cuius oppositum sequebatur ex ante dictis«*). – Wieder in seiner Apollonius-Ausgabe vertritt Commandino die Meinung, das Problem I im zweiten Buch (Proposition IV) könne nicht von Apollonius selbst stammen (f. 45r): *»Dieses Problem wurde nicht von Apollonius eingefügt, sondern wurde von jemand anderem ergänzt, wie deutlich aus Eutokios' Worten hervorgeht. So schrieb dieser nämlich in seinem Kommentar zum vierten Satz des zweiten Buches von Archimedes'* Kugel und Zylinder: ὡς δὲ δεῖ διὰ τοῦ δοθέντυρ ὀ ημείου περὶ τας δοθείτας ἀσυμπτώτους γράψαι υπερβολὴν, δείξομεν οὕτως, ἐπειδὴ οὐκ αὔτοθεν κεῖ ται ἐν τοῖς κωνικοῖς στοιχείοις. *Das heißt ›Wir werden nun zeigen, wie man eine Hyperbel durch einen gegebenen Punkt und zu gegebenen Asymptoten beschreibt, da dies ja nicht in den Kegelschnitten enthalten ist.«*

Arten dieses grundlegenden Objekts der Gleichgewichts-Theorie eingehend untersuchte. Die zwei in den Sätzen II und III behandelten Waagen, die stabiles bzw. instabiles Gleichgewicht zeigen, waren bereits bekannt – unter anderem waren sie im zweiten Kapitel der Mechanischen Probleme des Aristoteles beschrieben. Die dritte Art Waage aber, die im vierten Satz des *Mechanicorum Liber* behandelt wird, zeigt ein Verhalten, das zuvor noch nicht beschrieben worden war.[29]



Abstrakte Darstellung einer isostatischen Waage mit Drehzentrum in C in den zwei verschiedenen Positionen AB und DE (Mechanicorum Liber, f. 5r).



Veranschaulichung der drei unterschiedlichen Arten von Waagen, die im *Mechanicorum Liber* behandelt werden (f. 2r): die obere, deren Rotationszentrum C direkt auf dem Waagebalken liegt, zeigt indifferentes Gleichgewicht (isostatische Waage); die mittlere stabiles Gleichgewicht (Rotationszentrum C über dem Waagebalken) und die untere instabiles Gleichgewicht (Rotationszentrum unter dem Waagbalken).

29 Genauer gesagt war Guidobaldo der Erste, der die Entdeckung der Existenz des indifferenten Gleichgewichts veröffentlichte. Schon vor ihm war Leonardo da Vinci zum gleichen Schluss gekommen (siehe dazu dessen Codex G, f. 79). Bekanntlich machte dieser jedoch keine seiner wissenschaftlichen Erkenntnisse publik.

Wenn das Rotationszentrum direkt auf dem Waagebalken (an dem zwei gleiche Gewichte in gleichen Abständen befestigt sind) liegt und dieser in eine Schräglage ausgelenkt wird, bleibt er in dieser neuen Position, ohne sich Richtung Horizontaler oder Vertikaler zu bewegen. Diese Art von Gleichgewicht wird als *indifferent*, die zugehörige Waage als *isostatisch* bezeichnet.[30]

Der Beweis dieses (korrekten) Theorems ist ganz elementar. Da die Gewichte und deren Abstände vom Rotationszentrum C als gleich vorausgesetzt sind, ist C gleichzeitig der Schwerpunkt des gesamten mechanischen Systems – und bleibt dies auch nach der Auslenkung des Waagebalkens in die Schräge. Damit wird die geneigte Waage in ihrem Schwerpunkt gehalten und bleibt daher in Ruhe.

Der entscheidende Punkt dieses (fast trivialen) Beweises ist die letzte logische Implikation, die auf den Eigenschaften des Schwerpunkts-Begriffs fußt. Obwohl, wie oben erwähnt, dessen Definition durch Archimedes nicht überliefert war (und ist), konnte Guidobaldo auf die Begriffsbestimmung zurückgreifen, die im achten Buch von Pappus' *Collectio mathematica* enthalten war. Der zufolge steht ein im Schwerpunkt gehaltener Körper still, ohne sich zu drehen oder sich anderweitig zu bewegen.[31]

Diese Art von Waage – und diese Art von Gleichgewicht – spielte eine grundlegende Rolle bei Guidobaldos Rezeption der archimedischen Mechanik. Seiner Meinung nach war es diese Gleichgewichts-Auffassung, die Archimedes' Schriften zugrundelag. Wie neuere Studien zeigen, entfachte Guidobaldos Theorie heftige Debatten unter den Gelehrten der Mechanik,[32] da sie unter anderem im Widerspruch zur (fehlerhaften) Theorie der Waage stand, die Jordanus Nemorarius in seinen Schriften aufgestellt hatte.[33] Dem mittelalterlichen Mathematiker zufolge kehrte die isostatische Waage aus der Schräglage in die horizontale Position zurück. Dabei war Jordanus' Theorie nicht nur durch zahlreiche Handschriften, sondern darüber hinaus durch die Ausgaben des *Liber de ponderibus* (1533) und des *De ratione ponderis* (1565) durch Peter Apian beziehungsweise Niccolò Tartaglia weit verbreitet und wurde durch des letzteren *Quesiti et inventioni diverse* (1546) und Girolamo Cardanos *De subtilitate* (1550) noch zusätzlich propagiert. Zudem steht Guidobaldos Auffassung des Gleichgewichts offensichtlich im Gegensatz zur Auslegung von QP.6 als Textstelle, die Gleichgewicht mit der horizontalen Position des Waagbalkens identifiziert, die sein Lehrer Commandino vertreten hatte.

30 Es sei darauf hingewiesen, dass Guidobaldo nicht die hier benutzte Terminologie verwendet, die erst in der modernen Physik eingeführt wurde. Im Gegensatz zu stabilem oder instabilem Gleichgewicht bezeichnet indifferentes Gleichgewicht jene Situation, in der eine minimale Auslenkung des betreffenden physikalischen Systems aus dem Gleichgewichtszustand keine zusätzliche Translation oder Rotation mit sich zieht, in der es also weder in die vorherige Gleichgewichtslage zurückkehrt noch sich weiter von dieser entfernt. Mit den Begriffen der modernen Physik ist also die resultierende Kraft nach einer infinitesimalen Auslenkung des Systems aus einem Nullpunkt seines Potenzials gleich Null (im Falle des stabilen Gleichgewichts wäre die resultierende Kraft negativ und positiv für das instabile). Im *Mechanicorum Liber* werden zum ersten Mal in der Mechanik diese drei Arten von Gleichgewicht dargestellt, in Bezug auf das indifferente Gleichgewicht spricht Guidobaldo von der »opinion nuova«, der »neuen Meinung«.

31 Guidobaldo konnte Pappus' *Collectio mathematica* konsultieren, noch bevor sie im Jahre 1588 veröffentlicht wurde. So befasste sich Commandino vor seinem Tode mit der Edition des Textes und bezog seine Schüler, unter anderem Guidobaldo und Baldi, in die diesbezüglichen Arbeiten mit ein. Pappus' Schwerpunkts-Definition, die im achten Buch enthalten ist, lautet: »Dicimus autem centrum gravitatis uniuscuiusque corporis esse punctum quoddam intra positum a quo si grave dependens mente concipiatur, dum fertur, quiescit, et servat eam, quam in principio habebat, positionem, neque in ipsa latione circumvertitur« (Pappus, *Collectio*, 1588, f. 306v). Eine kritische Ausgabe der *Collectio mathematica* wurde von Friedrich O. Hultsch herausgegeben: Pappus/Hultsch, *Pappi Alexandrini Collectionis*, 1876–1878. Untersuchungen über Guidobaldos Beitrag zur postumen Pappus-Ausgabe von Commandino (1588) werden in Frank, *L'édition*, veröffentlicht.

32 Eine dieser Debatten wird im Folgenden (S. 22–24) kurz angeschnitten. Für detailliertere Informationen siehe Frank, *Guidobaldo dal Monte's Mechanics*, 2011/12, Kapitel B.I.

33 Jordanus' Schriften Elementa, *De ponderibus* und *De ratione ponderis*, sind in Moody/Clagett, *Science*, 1952, veröffentlicht.

Guidobaldos Brief an Christoph Clavius vom 28. Juli 1598 Vor diesem Hintergrund stellt sich nun die Frage, welche Haltung Guidobaldo gegenüber Commandinos Auslegung von QP.6 einnahm, die er unbestrittenermaßen kannte, da er sich im fünften Satz des Kapitels *De vecte (Über den Hebel)* auf sie bezieht:

> Das Gewicht wird von E in der gleichen Weise wie von [den Punkten] AO aufgehängt bleiben, wie aus Federico Commandinos Kommentar über den sechsten Satz von Archimedes' *Quadratur der Parabel* und aus dem ersten [Satz] von *De libra* folgt.[34]

Meiner Kenntnis nach ist uns keine explizite Aussage Guidobaldos über Commandinos Auslegung von QP.6 überliefert. Doch der Inhalt eines Briefs, den ersterer am 28. Juli 1598 an Christoph Clavius schickte, ist in diesem Zusammenhang höchst interessant. Der Anlass des Schriftverkehrs war die Kritik an Guidobaldos Theorie der isostatischen Waage (bzw. des indifferenten Gleichgewichts), die Botvidus Nericius, ein an der Madrider Akademie für Mathematik aktiver schwedischer Gelehrter, in einem Brief an seinen ehemaligen Lehrer Clavius geäußert hatte.[35] Letzterer leitete diesen an Guidobaldo weiter, der seinerseits die eigene Theorie im erhaltenen Antwortschreiben an den fränkischen Jesuiten folgendermaßen verteidigte (eigene Hervorhebungen):

> Der Gote [Botvidus Nericius] sagt, ich verstehe nicht, was *aequeponderare* ist, und ich gebe offen zu, *aequeponderare* nicht ausschließlich als »parallel zum Horizont sein« aufzufassen; und auch nicht *non aequeponderare* als [den Zustand,] wenn die Waage nicht parallel zum Horizont ist. Nie habe ich eine ähnliche Definition gehört, und kenne keinen, der derartiges behauptet, denn dies wäre eine Zerstörung der Schwerpunkts-Definition.[36]

Wieder eine Überraschung: Guidobaldo bestreitet, jemand habe *aequeponderare* jemals mittels der Horizontalität des Waagebalkens definiert. Dies ist in der Tat erstaunlich, da Definitionen dieser Art im 16. Jahrhundert nicht ungewöhnlich waren. Tartaglia und Maurolico, um nur zwei prominente Gelehrte der Mechanik zu nennen, hatten ähnliche Begriffsbestimmungen gegeben,[37] die ja auch

34 Dal Monte, *Liber,* 1577, f. 44: »Eodem modo pondus in E appensum manebit, ut ab ipsis AO punctis sustinebatur, ex commentario Federici Commandini in sextam Archimedis proposi[ti]onem de *Quadratura Parabolae* et ex prima huius *De libra.«* Der fünfte Satz des Kapitels *De vecte* lautet: »Potentia quomodocunque vecte pondus sustinens ad ipsum pondus eandem habebit proportionem, quam distantia in fulcimento ad punctum, ubi in centro gravitatis ponderis horizonti ducta perpendicularis vectem secat, intercepta, ad distantiam inter fulcimentum et potentiam.« Ein weiterer Beleg dafür, dass Guidobaldo Commandinos Fassung von QP.6 sehr wohl kannte, findet sich in einem Brief, den einer seiner Schüler, Muzio Oddi, anlässlich der Debatte zwischen Guidobaldo und Botvidus Nericius über Archimedes' Gleichgewichts-Konzeption schrieb: »Quando è stato neccessario che la libra aequiponderando sta parallela all'orizonte, Archimede l'ha detto, così nella 6a [propositione] *De quadratura paraboles.* Et così dovremo credere che averebbe fatto nei <prop.ti> (...) *negl'Aequeponderanti* se fosse stata conditione neccessaria, dove non ha mai detto purre una parola di questa aequidistantia, né mai ha nominato orizonte.« Der Brief wird aufbewahrt in der Biblioteca Universitaria Urbino, Fondo del Comune, Busta 120, cartella 3, ff. 418r–419v.

35 Der Brief ist in Clavius, *Corrispondenza,* 1992, veröffentlicht; Teile davon sind auch in Gamba/Montebelli, *Scienze,* 1988, transkribiert. Weitere Informationen über Botvidus finden sich in Clavius, *Corrispondenza,* 1992, und Navarro-Brotons, *Mechanics,* 2008.

36 Clavius, *Corrispondenza,* 1992, S. 61: »Dice il Goto che io non intendo, che cosa sia aequeponderare, et io certo confesso di non intendere, che aequeponderare sit aequaliter distare ab horizonte tantum. Et non aequeponderare sit quando libra non est horizonti aequidistans. Che mai più ho inteso simil definitione, e non trovo chi la dica, che questo saria un distruggere la definitione del centro della gravità.«

37 Seiner Ausgabe von *Über das Gleichgewicht ebener Flächen* fügt Tartaglia die folgende Definition hinzu, die den Schwerpunkts-Begriff mit der Horizontalität des Waagebalkens verknüpft (Archimedes, *Opera,* 1543, f. *1v): »Centrum gravitatis duarum aut plurium magnitudinum dicitur punctus a quo suspensa libra est aequidistans orizonti.« In *De momentis aequalibus,* das

einer sehr intuitiven, der Etymologie des Wortes »aequilibrium« selbst zugrundeliegenden Assoziation folgten.[38] Und zudem: Auch Commandino hatte – wie die vorherigen Abschnitte belegen – der QP.6 eine ganz ähnliche Interpretation gegeben, die Guidobaldo durchaus kannte.

Zwar ließ Guidobaldo Commandinos Auslegung dieser Textstelle in dem Brief unerwähnt, doch belegt dessen Inhalt auch ohne expliziten Bezug, dass er die Auffassung seines Lehrers nicht teilte. So machte er deutlich, dass man bei »richtiger« Deutung der archimedischen Mechanik nicht anders als er selbst argumentieren könne (»wer Archimedes richtig versteht, muss es auf diese Art und Weise verstehen, sonst wäre keine der Folgen wahr«; jede andersartige Interpretation führe zu einer »Zerstörung der Schwerpunkts-Definition« (s.o.).

Bevor wir zu einigen abschließenden Überlegungen zur Bedeutung dieser Sachlage für die Schule von Urbino und ganz allgemein für den Mathematischen Humanismus kommen, sollen der Vollständigkeit halber noch kurz Guidobaldos Argumente gegen die Auffassung, in Archimedes' Schriften gehe es um stabiles Gleichgewicht, angeführt werden. Das erste im Brief an Clavius enthaltene Argument bezieht sich auf das Fehlen einer entsprechenden Erwähnung in *Über das Gleichgewicht ebener Flächen* (hier als *De aequeponderantibus* bezeichnet):

> In den Postulaten, aber auch später in beiden Büchern des *De aequeponderantibus,* erwähnt Archimedes nirgends die Äquidistanz [der Waage] zum Horizont, *ne verbum quidem.* Und wenn er auf den Schwerpunkt zu sprechen kommt, will er, dass sich die Gewichte in jeder Position in Ruhe befinden und damit »gleichwiegen« können, wenn sie [in ihrem Schwerpunkt] gehalten werden. Dies habe ich in meiner *Paraphrase* zu diesem Buch gezeigt, und wer Archimedes richtig versteht, muss es auf diese Art und Weise verstehen, sonst wäre keine der Folgen wahr.[39]

Ferner betont Guidobaldo nicht ohne guten Grund, dass die Kopplung von Gleichgewicht an die Horizontalität die Allgemeinheit der Gleichgewichts-Theorie einschränke, da es Körper ungleichmäßiger Oberfläche gebe, bei denen von Parallelität zum Horizont nicht die Rede sein kann:

> In seinem ersten [Theorem] des achten Buches [der *Collectio mathematica*] führt Pappus in keinem Wort die Äquidistanz zum Horizont an (...) und Pappus will, dass alle beliebigen Körper »gleichwiegen« können, auch solche, für die es keine Parallelität zum Horizont geben kann.[40]

gegen 1544 abgeschlossen war, gibt Maurolico die folgende Definition von *aequeponderare* (Maurolico, *Monumenta,* 1685, S. 86): »Gravia vero aeque pendere, seu aeque ponderare dicuntur, cum ab aliquo puncto appensa ita pendent, ut recta quae gravitatum centra, vel appensionum puncta, coniungit horizonti aequi distet.«

38 In den romanischen Sprachen und auch im Englischen leitet sich das Wort, das einen physikalischen Zustand ohne Bewegung bezeichnet, vom lateinischen »aequelibrium« ab, das sich aus »aequus« und »libra«, also aus »horizontal« und »Waage« zusammensetzt. Zum etymologischen Wert dieses Wortes schreibt das *Dictionnaire de la langue étimologique latine* von Enout-Meillet (Paris, 1959[4], S. 19): »s.v. ›aequus‹:›plan dans le sens horizontal, qui ne présente pas des inégalités‹.«

39 Clavius *Corrispondenza,* 1992, S. 62–63: »Dico, che quando Archimede parla nel libro *De aequeponderantibus* nei principii, come anche in tutti due quei libri, non nomina mai l'equidistantia all'horizonte, che di questo, *ne verbum quidem,* che trattando sempre del centro della gravità, quando li pesi sono sostenuti in quello, vuole che in ogni sito *maneant, ac per consequens aequeponderent.* Che questo ho mostrato nella mia *Paraphrase sopra* quel libro, che chi intende bene Archimede, lo deve intender così, altramente non sariano vere niuna delle conseguenze che fa.«

40 Ibid., S. 63: »Eutocio poi nell'esporre I principii d'Archimede intende, quando una figura, o libra è sospesa nel centro della gravità, che la figura, e la libra sta equidistante all'horizonte, dice il vero. Ma non seguita però, che non sia vero questo, quando non sono ancora equidistante all'horizonte, et Eutocio di questo non ne dice pur'una parola perché, chi intende, che cosa sia il centro di gravità, et aequeponderare presto intende benissimo quanto si è detto. Pappo poi nella prima dell'ottavo suo libro niuna parola tratta dell'equidistanza all'horizonte (...) e Pappo vuole che li corpi possino aequeponderare per tutti i versi, massime che li corpi si posson dare, che non vi possi esser mai l'equidistanza all'horizonte.«

Guidobaldo hatte entdeckt, dass es über die horizontale Position hinaus beliebig viele weitere Gleichgewichts-Lagen geben konnte, und daher eine Definition dieses Begriffs auf der Grundlage der Horizontalität des Waagebalkens nicht zu akzeptieren sei. Er unterstrich dieses Streben nach Allgemeinheit der zugehörigen mathematischen Theorie in einer weiteren Textstelle des gleichen Briefs: »Und auf diese Weise [das heißt durch Auffassung des Gleichgewichts als indifferent] sind die Theoreme und Demonstrationen universeller und schöner, als wenn sie nur gültig wären, wenn die Waage horizontal wäre.« [41]

Schließlich – und dies mag als sein gewichtigster Grund gegen den konzeptionellen Rückgriff auf stabiles Gleichgewicht gelten – stützte sich Guidobaldo auf die Schwerpunkts-Definition des Pappus (die unmittelbar die Existenz des indifferenten Gleichgewichts impliziert), in der Annahme, dass letzterer seine Abhandlung der Mechanik ganz auf Archimedes' Prinzipien (einschließlich dessen Schwerpunkts-Definition) gründete: »[Pappum] me ducem sequentem nemo (ut opinor) culpaverit. Quod et propterea libentius feci, principiis quod ne latum quidem unguem ab Archimedeis Pappus recedat« (*Mechanicorum Liber,* f. *3v).

Guidobaldos kritische Sicht auf Commandinos Beitrag zur Mechanik Bei der Deutung von Archimedes' Gleichgewichtsauffassung herrschte also, wie die vorangegangenen Abschnitte belegen, bemerkenswerte Uneinigkeit zwischen den Hauptvertretern der Schule von Urbino. Dabei handelte es sich, dies sei noch einmal betont, um eine Fragestellung, die für Guidobaldos (und Archimedes') Mechanik alles andere als marginal war. Diese Tatsache könnte mit einer in Hinblick auf Commandinos und Guidobaldos Verhältnis interessanten Gegebenheit in Zusammenhang stehen. Während letzterer den Beitrag seines Lehrers zur Wiederherstellung der griechischen Mathematik auf das Höchste pries, war er in Bezug auf dessen Auseinandersetzung mit der Mechanik deutlich skeptischer. In der nun folgenden Lobeshymne auf Commandino in der Einleitung des *Mechanicorum Liber* behauptet Guidobaldo tatsächlich, dieser habe die Mechanik komplett unbehandelt gelassen bzw. sei ihr nur beiläufig nachgegangen:

> Inmitten dieser Dunkelheit erstrahlte Federico Commandino, der mit seinen höchst gebildeten Erklärungen das verlorene Erbe der Mathematik nicht nur wiederherstellte, sondern auch bereicherte, wie die Sonne. Dieser ganz große Mann war so sehr mit allen mathematischen Talenten begabt, dass in ihm Archytas, Eudoxos, Heron, Euklid, Theon, Aristarch, Diophant, Theodosius, Ptolemäus, Apollonius, Serenus, Pappos, ja sogar Archimedes selbst (da ja seine archimedischen Schriften den Geruch von Archimedes' eigener Lampe von sich geben) wieder gelebt zu haben scheinen. (…) Doch hat er, ununterbrochen mit der Erklärung anderer mathematischer Disziplinen beschäftigt, die Mechanik entweder ganz und gar übergangen, oder sich nur beiläufig mit ihr beschäftigt. Daher begann ich, mich ganz leidenschaftlich deren Studium zu widmen, und es hat mich niemals die Sorge verlassen, was von jedem der anderen mathematischen Gebiete, mit denen ich mich auseinandersetzte, benutzt werden könne, um besser in der Lage zu sein, die Mechanik auszuschmücken.[42]

41 Ibid., S. 63: »E così le proposizioni e le dimostrazioni sono più belle e più universali che se le dimostrassero solo quando la libra è all'horizonte equidistante.«

42 Dal Monte, *Liber,* 1577, ff. *4v-*5r: »Emicuit tamen inter istas tenebras (…) Solis instar Federicus Commandinus, qui multis doctissimis elucubrationibus amissum mathematicarum patrimonium non modo restauravit, verum etiam auctius et locupletius effecit. Erat enim summus iste vir omnibus adeo facultatibus mathematicis ornatus, ut in eo Architas, Eudoxus, Heron, Euclides, Theon, Aristarcus, Diophantus, Theodosius, Ptolemaeus, Apollonius, Serenus, Pappus, quin et ipsemet Archimedes (siquidem ipsius in Archimedem scripta Archimedis olent lucernam) revixisse viderentur. (…) Ille tamen perpetua in aliarum mathematicarum explicationem versans, mechanicam facultatem, aut penitus praetermisit, aut modice attigit. Quapropter in hoc studium ardentius ego incumbere coepi, nec me unquam per omne mathematum genus vagantem ea solicitudo deseruit.«

Zugegebenermaßen stand die Mechanik tatsächlich nicht im Zentrum Commandinos wissenschaftlicher Interessen. Doch scheint die Kritik, er habe sich nicht (oder wenn, dann nur beiläufig) mit dieser Disziplin beschäftigt, ziemlich erstaunlich. Man denke nicht nur an den enormen Aufwand, mit dem er die Schrift *Über schwimmende Körper* wiederherstellte, die auf den (mechanischen) Begriffen Gleichgewicht und Gewicht basiert. Wie bereits erwähnt, hatte Commandino darüber hinaus das *Liber de centro gravitatis solidorum* verfasst, das der Bestimmung von Schwerpunkten einiger dreidimensionaler Körper (z. B. von Pyramide, Sphäroid und Paraboloid) gewidmet ist – und wie Guidobaldo selbst im Vorwort der *Paraphrase* unterstreicht, war das Gebiet der *Centrobarica* von grundlegender Bedeutung für die Mechanik:

> Daher ist es offensichtlich, dass Archimedes genau die Elemente der Mechanik lehrt, da er ausgiebig zwei Dinge behandelt, die so etwas wie die Grundlage dieser Wissenschaft sind: er beweist in der Tat das schon so oft erwähnte Fundament [das Hebelgesetz], sowie die Schwerpunktslagen [einiger] ebener Figuren.[43]

Doch anstatt Commandinos Beiträge zur Mechanik zu würdigen, brachte Guidobaldo seine Vorbehalte gegen deren Bedeutung zum Ausdruck. Möglicherweise rührten diese vom Versuch her, die Unabhängigkeit (und Wichtigkeit) seines eigenen Werkes zu betonen. Doch ist es ebenso möglich, dass sie auf Commandinos Interpretation – bzw. in Guidobaldos Augen: Fehlinterpretation – der wichtigen Textstelle von QP.6 zurückzuführen sind. Ironischerweise wandte er sich somit gegen die Erläuterungen seines Lehrers zu Archimedes, die, *ipse dixit,* »nach Archimedes' eigener Lampe rochen«.

Perspektiven und Schlussfolgerungen

Commandino und Guidobaldo: ein philologischer Ansatz bei der Wiederherstellung der antiken Wissenschaft?

Die vorangegangenen Abschnitte lassen einige Zweifel an der in der Literatur zur Renaissance-Mathematik oft wiederholten These aufkommen, dass sich beide Gelehrte, Commandino und Guidobaldo, durch eine philologische Herangehensweise an die Wiederherstellung antiker Texte ausgezeichnet hätten. Sicherlich handelten sie nicht so frei wie beispielsweise Maurolico, der auf der Basis der wenigen ihm bekannten Hinweise »alles [was] Archimedes *de momentis aequalibus* geschrieben hatte« in einer eigenen Theorie »rekonstruierte«.[44] Aber interpretierten nicht auch die Mathematiker der Schule von Urbino grundlegende Elemente der archimedischen Mechanik gemäß eigener Vorstellungen, anstatt zu versuchen, deren Inhalte so nah wie möglich am vermutlichen Original nachzubilden?

Commandino gab zwar eine »sinnvolle« Interpretation von QP.6, wies aber andererseits nicht auf jene Texttradition hin, die deutlich von seiner eigenen Übersetzung abwich – und die ja keineswegs

43 Dal Monte, *Liber,* 1577, S. 20–21: »Itaque perspicuum est, Archimedem proprie elementa mechanica tradere. Quando quidem duo pertractat, quae sunt tanquam elementa huius scientiae. Fundamentum nempe illud praestantissimum iam toties praefatum, deinde centra gravitatis planorum ostendit.«

44 Nähere Informationen zu Maurolicos Archimedes-Rezeption finden sich in Napolitani, *Maurolico,* 1988, und Giusti, *Maurolico,* 2001. Eine gute Synthese hiervon gibt es auf der Homepage der *Edizione nazionale* von Maurolicos mathematischem Werk: www.maurolico.unipi.it/edizioni/archimed/intro.htm (Juni 2016).

nur eine philologische Kuriosität betraf, sondern ein grundlegendes Problem der archimedischen Mechanik. Eine mögliche, wenn auch sehr verwunderliche Erklärung könnte sein, dass er diese konträre Lesart nicht kannte; eine andere, dass sie ihm zwar vertraut war, dass er sie aber nicht für erwähnenswert hielt. Beide Alternativen scheinen jedoch unvereinbar mit der Vorstellung eines Philologen, der bei der Rekonstruktion eines Textes an einer möglichst originalnahen Version unter Angabe aller wesentlichen Varianten arbeitet. Wie dieser Fall zeigt, ist noch einiges an Arbeit nötig, um zu klären, welche Quellen Commandino benutzte – und vor allem wie er sie benutzte – für seine Texteditionen, die in vielen Fällen bis ins 19. Jahrhundert maßgebend blieben.

Auf der anderen Seite zog Guidobaldo nicht einmal die Möglichkeit in Betracht, dass Commandinos Interpretation von QP.6 Archimedes' eigene Vorstellung von Gleichgewicht widergespiegelt haben könnte – oder falls doch, verschwieg er dies und tat stattdessen kund, seines Wissens behaupte niemand derartiges. Zwar war er überzeugt, durch die Verwendung von Pappus' Schwerpunkts-Definition die archimedische Mechanik wiederherzustellen. Doch schloss er damit eine sicherlich mögliche Lesart von QP.6 aus und zog eine Gleichgewichts-Auffassung vor, deren Existenz er selbst entdeckt hatte. Obwohl diese letztere Art Gleichgewicht eine direkte Folge von Pappus' Schwerpunkts-Definition war (womit die Interpretation des Gleichgewichts als stabil nicht die einzige Option in einer möglichst vollständigen Gleichgewichts-Theorie darstellen durfte) – konnte er denn gänzlich ausschließen, dass sich Archimedes' ursprüngliche Definition tatsächlich von der des Pappus unterschied? Ähnlich etwa der von Maurolico gegebenen: »Der Schwerpunkt ist derjenige Punkt, durch den bei jeder beliebigen Aufhängung des Körpers die Gerade von dessen Befestigungspunkt aus senkrecht zum Horizont verläuft«.[45] Doch entschied sich Guidobaldo sowohl im *Mechanicorum Liber* als auch in der *Paraphrase* wie sein Lehrer weniger für eine möglichst originalnahe Lesart der archimedischen Mechanik inklusive Hinweis auf andere denkbare *lectiones* des archimedischen Textes als vielmehr für eine Interpretation von Archimedes' Theorie, die auf seiner eigenen Entdeckung, dem indifferenten Gleichgewicht, fußte.

Damit handelten beide Gelehrten in Bezug auf QP.6 gemäß eigener Interessen. Commandino wollte seine Übersetzung so fließend und »sinnvoll« wie möglich gestalten; Guidobaldo seinerseits ignorierte diese, um seine Behauptung, Archimedes' Auffassung von Gleichgewicht sei indifferent gewesen, nicht zu kompromittieren. Bezeichnenderweise betreffen diese kaum als (im modernen Sinn) philologisch anzusehenden Vorgehensweisen die beiden Hauptvertreter der Schule von Urbino, eines der Zentren – wenn nicht *das* Zentrum – des Mathematischen Humanismus.

Der »Mathematische Humanismus«: ein passiver, steriler Prozess?

Das Thema des vorliegenden Aufsatzes ist mit einer weiteren, allgemeineren Fragestellung verbunden: War die Renaissance, und insbesondere der Mathematische Humanismus, tatsächlich ein in wissenschaftlicher Hinsicht steriles Phänomen, das, wie Pierre Duhem und andere Wissenschaftshistoriker behauptet haben, den wissenschaftlichen Fortschritt in bestimmten Disziplinen sogar

45 Maurolico, *Monumenta*, 1685, S. 86: »Centrum gravitatis est punctum, in quod gravi undecumque suspenso, a signo suspensionis acta linea horizonti perpendicularis est.«

behindert habe? Duhems Meinung nach wurden im Mittelalter vor allem in der Mechanik wichtige Resultate erzielt, in einer angeblichen Schule um Jordanus Nemorarius. In der Renaissance seien diese Beiträge dann jedoch auf Ablehnung gestoßen, während die gleichzeitige Bewunderung der griechischen Mathematik zu einem wissenschaftlichen Rückschritt geführt habe:

> La science mécanique et physique dont s'enorgueissent à bon droit les temps modernes découle, par une suite ininterrompue de perfectionnements à peine sensibles, des doctrines professées au sein des écoles du moyen âge; les prétendues révolutions intellectuelles n'ont été, le plus souvent, que des évolutions lentes et longuement préparées; les soi-disantes renaissances que des réactions fréquemment injustes et stériles. (…) Ainsi l'admiration que les mathématiciens du milieu du XVIe siècle professèrent pour les œuvres achevées et parfaites des géomètres grecs eut, d'abort, cette singulière conséquence de faire reculer la Statique, de determiner l'abandon de vérités acquises, qu'un labeur pénible, prolongé jusqu'au milieu du XVIIe siècle, parviendra seul à reconquérir.[46]

Wenn sich auch die Frage nach dem Beitrag der Renaissance zur Entwicklung der modernen Wissenschaft als deutlich zu komplex für den Rahmen des vorliegenden Aufsatzes darstellt, scheinen die hier vorgestellten Elemente doch zumindest zu belegen, dass es sich nicht um einen wissenschaftlich sterilen Zeitraum gehandelt habe. Sie vermitteln vielmehr den Eindruck eines ziemlich dynamischen Prozesses. So lassen sich im Fall der Archimedes-Rezeption deutlich zuwiderlaufende, einander aber beeinflussende Vorgehensweisen ausmachen. Maurolico erfand seine eigene »archimedische» Theorie, Tartaglia gab mechanische Schriften sowohl von Archimedes als auch Jordanus heraus, obwohl deren Ansätze miteinander unvereinbar waren, und bei Commandino und Guidobaldo wurde die jeweilige Deutung der archimedischen Theorie deutlich durch deren eigene wissenschaftliche Zielsetzungen bestimmt. Die Interpretation von Archimedes' Mechanik durch Maurolico, Tartaglia und Commandino, die auf der Vorstellung stabilen Gleichgewichts basierte, war für Guidobaldo inakzeptabel – und das nicht ohne Grund. Dies zeigt, dass es sich bei der Wiederherstellung der archimedischen Mechanik, und allgemein der griechischen Mathematik, keineswegs um einen automatischen, sterilen Vorgang handelte. Sie bot im Gegenteil Anlass zu fruchtbaren wissenschaftlichen Debatten, in denen die Grundlagen der Mechanik als mathematisch formalisierte Disziplin ausgehandelt und schließlich festgesetzt wurden.

46 Duhem, *Origines,* 1905, erster Teil S. 3, zweiter Teil S. 108.

Literatur

Archimedes; Tartaglia, Niccolò F. (Hrsg.): Opera Archimedis Syracusani. Venedig: Ruffinelli, 1543.
Archimedes; Gechauff, Thomas (Hrsg.): Opera quae quidem extant omnia. Basel: Herwagen 1544.
Archimedes; Heiberg, Johan Ludvig (Hrsg. und Übers.): Opera omnia cum commentariis Eutocii, 3 Bde. Leipzig: Teubner, 1910–1915; insbes. Archimedes, Bd. II, 1913.
Archimedes; Heath, Thomas L. (Hrsg.): The Works of Archimedes. Cambridge: Cambridge University Press, 1897.
Archimedes; ver Eecke, Paul (Hrsg. und Übers.): Les œuvres complètes d'Archimède, suivies des commentaires d'Eutocius d'Ascalon, traduites du grec en français, Bd. I-II. Lüttich: Vaillant-Carmanne, 1960.
Archimedes; Czwalina-Allenstein, Arthur (Hrsg. und Übers.): Abhandlungen von Archimedes. *(Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften;* 201, 202, 203, 210, 213; Nachdruck: Frankfurt am Main: Harri Deutsch, 1996).
Baldi, Bernadino; Nenci, Elio (Hrsg.): In mechanica Aristotelis problemata exercitationes, 2 Bde. Mailand: Angeli, 2010.
Berggren, John Lennart: Spurious Theorems in Archimedes' Equilibrium of Planes: Book I. In: Archive for History of Exact Sciences 16 (1976), H. 2, S. 87–103.
Clagett, Marshall: Archimedes in the Middle Ages, Bd. I. Madison (Wi): University of Wisconsin Press, 1964; Bd. II-V, Philadelphia (Penn.): American Philosophical Society, 1976–1984. Insbes. Clagett, Bd. II, 1976.
Clavius, Christoph; Baldini, Ugo/Napolitani, Pierre Daniele (Hrsg.): Christoph Clavius Corrispondenza. Pisa: Edizioni del Dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa, 1992.
d'Alessandro, Paolo; Napolitani, Pier Daniele: Iacopo da San Cassiano e il corpus archimedeo alla metà del quattrocento con edizione della »Circuli dimensio« e della »Quadratura parabolae«. Paris: Les Belles Lettres, 2012.
dal Monte, Guidobaldo: Mechanicorum Liber. Pesaro: Concordia, 1577.
–: In duos Archimedis aequeponderantium libros paraphrasis. Pesaro: Concordia, 1588.
Drake, Stillman; Drabkin, Israel Edward: Mechanics in Sixteenth-Century Italy. Madison: University of Wisconsin Press, 1969.
Duhem, Pierrre: Les origines de la statique, 2 Bde. Paris: Hermann, 1905.
Folkerts, Menso: Euclid in Medieval Europe. In: Folkerts, M.: The Development of Mathematics in Medieval Europe. The Arabs, Euclid, Regiomontanus. Aldershot: Ashgate, 2006.
Frank, Martin: Guidobaldo dal Monte's Mechanics in Context. Ph. D. thesis, Università di Pisa. Pisa 2011/12.
–: Dating Federico Commandino's Teaching Activity in Urbino. In: Galilæana. Journal of Galilean Studies 11 (2014), S. 105–119.
–: L'édition de la »Collectio mathematica« de Pappus en 1588. La contribution de Guidobaldo dal Monte (in Kürze erscheinend).
Galluzzi, Paolo: Momento. Studi galileiani. Roma: Edizioni dell'Ateneo & Bizzarri, 1979.
Gamba, Enrico: Guidobaldo dal Monte matematico e fisico. In: Quaderni del Consiglio regionale delle Marche 5 (2001), Nr. 30, S. 91–108.
Gamba, Enrico; Montebelli, Vico: Le scienze a Urbino nel tardo Rinascimento. Urbino: Quattro Venti, 1988.

Gavagna, Veronica: La tradizione euclidea nel Rinascimento. In: Commandino, F.: De gli Elementi di Euclide. Urbino: Accademia Raffaello, 2009. S. 1–10 (Nachdruck der Ausgabe von 1575 .
Giusti, Enrico: Maurolico et Archimède: Sources et datation du 1er livre du »De momentibus aequalibus«. In: Medieval and Classical Traditions and the Renaissance of Physico-Mathematical Sciences in the 16th Century. Proceedings of the 20th International Congress of History of Science (Liège, 20–26 July 1997). Turnhout: Brepols, 2001, S. 33–40.
Knorr, Wilbur: Archimedes and the Pre-Euclidean Proportion Theory. In: Archives internationales d'histoire des sciences 28 (1978), S. 183–244.
–: Archimedes' Lost Treatise on the Centers of Gravity of Solids. In: The Mathematical Intelligencer 1 (1978), S. 102–109.
Maurolico, Franciscus: Admirandi Archimedis Syracusani monumenta omnia mathematica quae exstant. Palermo: Esperio, 1685.
Moody, Ernest A.; Clagett, Marshall (Hrsg.): The Medieval Science of Weights. Madison: University of Wisconsin Press, 1952.
Napolitani, Pier Daniele: Maurolico e Commandino. In: Nastasi, P. (Hrsg.): Il meridione e le scienze. Palermo: Istituto Gramsci siciliano, 1988, S. 281–316.
–: Federico Commandino e l'Umanesimo matematico. In: Quaderni del Consiglio regionale delle Marche 5 (2001), Nr. 30, S. 37–58.
–: I grandi della scienza: Archimede – alle radici della scienza moderna. In: Le scienze 22 (2004), S. 1–112.
Navarro-Brotons, Victor: Mechanics in Spain at the End of the 16th Century and the Madrid Academy of Mathematics. In: Laird, W. R.; Roux, S. (Hrsg.): Mechanics and Natural Philosophy before the Scientific Revolution. New York: Springer, 2008, S. 239–258.
Netz, Reviel; Noel, William: The Archimedes Codex: Revealing the Secrets of the World's Greatest Palimpsest. London: Weidenfeld & Nicolson, 2007.
Pappus Alexandrinus; Hultsch, Friedrich O. (Hrsg.): Pappi Alexandrini Collectionis quae supersunt, 3 Bde. Berlin: Weidmann, 1876–1878.
Pappus Alexandrinus; Commandino, Federico (Hrsg.): Mathematicae collectiones. Venedig: de' Franceschi, 1588.
Rommevaux, Sabine (Hrsg.): La réception des Éléments d'Euclide au Moyen Age et à la Renaissance. In: Revue d'histoire des sciences 56 (2003), Nr. 2, S. 267-273.
Rose, Paul Lawrence: The Italian Renaissance of Mathematics. Genf: Droz, 1975.
Schmidt, Olaf: A System of Axioms for the Archimedean Theory of Equilibrium and Centre of Gravity. In: Centaurus 19 (1975), Nr. 1, S. 1–35.
Vailati, Giovanni: Del concetto di centro di gravità nella statica d'Archimede. In: Vailati, S.: Scritti di G. Vailati (1863–1909). Leipzig: Barth und Florenz: Seeber, 1911, S. 79–90.

Abstract

This study shows the degree to which the scholarly activities of the mathematicians Giovanni Battista Benedetti in Turin and Guidobaldo dal Monte in Urbino were defined by the interests and desires of their patron dukes and the milieu of their respective courts. A comparison of the circumstances in which they worked with those of other renaissance courts reveals a number of surprising parallels. This suggests that the examples of Benedetti and Guidobaldo are likely not unique, which raises a number of questions for our understanding of science in the era. In particular, it requires us to consider how we think about the role of princely courts in the cultivation, dissemination and development of modern mathematics (and sciences).

Vom Wirken der Renaissance-Mathematiker an Fürstenhöfen. Giovanni Battista Benedetti in Turin und Guidobaldo dal Monte in Urbino[1]

In den Studien zur Renaissance-Mathematik[2] wurde vielfach auf die Bedeutung des kulturellen Kontextes hingewiesen, in dem die neuzeitlichen Gelehrten wirkten. So wurden etwa die naturphilosophischen Debatten an den damaligen Universitäten beleuchtet, deren Lehrpläne studiert, es wurde auf die soziokulturellen Besonderheiten der Abakus-Schulen hingewiesen und erörtert, welche Folgen sich aus all dem für die Arbeitsbedingungen und Arbeitsweisen der Mathematiker ergaben. Ein anderes kulturelles Umfeld kam in diesem Zusammenhang, so scheint mir, bisher jedoch zu kurz: Das der Fürstenhofe. Wird diesem in der Kunst- und Musikgeschichte große Beachtung zuteil, misst man ihm in der Wissenschaftsgeschichte wenig Bedeutung bei. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, anhand der Betrachtung zweier Fälle zu veranschaulichen, wie stark das höfische Umfeld das Wirken der in diesem Kontext tätigen Mathematiker beeinflussen konnte.

Dabei soll es hier nicht um soziologische Prozesse wie Patronage oder Legitimation gehen, wie sie etwa Mario Biagioli untersuchte – die zwar interessant sein mögen,[3] aber nicht unmittelbar (und schon gar nicht ausschließlich) relevant für das wissenschaftliche Wirken der neuzeitlichen Hofmathematiker scheinen –, sondern um die realen Arbeitsbedingungen und -anforderungen an die Renaissance-Mathematiker zu Hofe, sowie deren Interaktion mit Philosophen, Humanisten oder Ingenieuren, die ebenfalls der Entourage der Fürsten angehörten.

Nicht wenige bedeutende Mathematiker der Neuzeit wirkten, zumindest in einer gewissen Phase ihrer wissenschaftlichen Laufbahn, im Umfeld der Fürstenhöfe. Etwa Galileo als Hofmathematiker der Medici in Florenz, Stevin in Diensten von Moritz von Oranien oder Kepler am kaiserlichen Hof in Prag. Die Liste der Hofmathematiker in der Renaissance ließe sich noch beliebig verlängern, doch wichtiger als eine Aufzählung von Namen erscheint hier die Frage, ob dieses Umfeld Einfluss auf ihr wissenschaftliches Wirken hatte und wenn ja, welchen.

Dabei kann man sich schwerlich eine für Mathematiker anregendere Umgebung als die der damaligen Fürstenhöfe vorstellen. Ihre Bibliotheken bewahrten nicht selten anderweitig oft unzugängliche mathematische Manuskripte auf; die dort eingerichteten Kunstkammern zogen mit den ausgestellten

1 Ich möchte mich sehr herzlich bei Menso Folkerts, Ulf Hashagen und Helmut Hilz bedanken, die es mir ermöglicht haben, meine Studien zur Renaissance-Mathematik am Forschungsinstitut des Deutschen Museums im Rahmen des Scholar-in-Residence-Programms fortzuführen und mir dafür wertvolle Anregungen gaben. Der vorliegende Aufsatz stellt eine Vertiefung von Forschungen dar, deren Vorarbeiten in Frank, *Mechanics,* 2014, und Frank, *Scienza,* 2015, veröffentlicht wurden.

2 Der Begriff »Mathematik« ist hier, entsprechend seiner Bedeutung in der Neuzeit, weit gefasst. So wurden in der Renaissance auch Gebiete wie Astronomie, Astrologie oder Festungsbau zu den *scientiae mathematicae* gezählt, neben Disziplinen wie Geometrie, Algebra, Mechanik und Optik. Die moderne, strikte Trennung dieser Bereiche in eigenständige Fächer geht erst auf das 18. und 19. Jahrhundert zurück (siehe hierzu auch Fußnote 24). Entsprechend ist auch die hier verwendete Bezeichnung »Mathematiker« nicht deckungsgleich mit ihrer heutigen Bedeutung. Wie diese Arbeit zu zeigen versucht, reichte deren Betätigungsfeld in der Renaissance vom Erteilen von Unterricht (an Universitäten, Abakus-Schulen und Fürstenhöfen) über praktische Aufgaben, etwa im Festungs- und Instrumentenbau, bis hin zur Erstellung von Horoskopen neben dem Verfassen von »mathematischen« Schriften. Vgl. auch Fußnote 39.

3 Sicherlich ist Biagioli der in seinen Studien eingenommene innovative Blickwinkel zugutezuhalten, demzufolge das Wirken eines Gelehrten oft maßgeblich durch sein Umfeld beeinflusst werden konnte. Dieser Aspekt scheint durchaus von Wichtigkeit, will man sein Lebenswerk umfassend betrachten. Allerdings ist es doch sehr verwunderlich, dass etwa in Biagioli, *Galileo,* 1999, nicht wirklich auf Galileos wissenschaftliches Wirken eingegangen wird. Losgelöst von dessen eigentlicher Arbeit kann die Studie nur als einseitig und nicht sehr nutzbringend angesehen werden.

wunderlichen Objekten die Besucher in ihren Bann und erweckten sicherlich das Interesse der Gelehrten, ähnliche und vielleicht noch ausgefallenere Instrumente zu konzipieren. Dazu gesellten sich zahlreiche technische Herausforderungen, mit deren Lösung Mathematiker betraut wurden oder anlässlich derer sie mit Ingenieuren zusammenarbeiteten mussten. Etwa bei der Errichtung moderner Festungsbauten oder bei ingenieurtechnischen Fragestellungen im Zusammenhang mit der Planung von Palästen und Brunnenanlagen zur Inszenierung der Fürstenmacht. Tatsächlich dürften die Höfe der damaligen Zeit einen idealen Ort der Begegnung und des Austausches zwischen Mathematikern und Architekten oder Handwerksmeistern, Militärs, aber auch Humanisten dargestellt haben. Wie sehr beeinflussten also diese Rahmenbedingungen (direkt oder indirekt) die Tätigkeit der zahlreichen Mathematiker, die an den Fürstenhöfen tätig waren?

Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Arbeit das Wirken zweier bedeutender Gelehrter der Generation vor Galileo: Giovanni Battista Benedetti (1530–1590) und Guidobaldo dal Monte (1545–1607), deren wissenschaftliche Karriere (fast) ausschließlich mit den Fürstenhöfen in Turin bzw. Urbino verbunden war.[4]

Benedettis Wirken als Hofmathematiker des Herzogs von Savoyen

Wenden wir unseren Blick zunächst nach Turin und zu Benedetti. Bekannt ist der venezianische Gelehrte hauptsächlich für seine Schriften über die Bewegung physikalischer Körper, in denen er eine der aristotelischen widersprechende Bewegungslehre zu entwickeln suchte.[5] Es wurde gemutmaßt, dass der junge Galileo diese Werke kannte und sich davon bei der Ausarbeitung seiner eigenen Theorie in den *De motu antiquora* inspirieren ließ.[6] Benedetti verfasste diese Werke, die bis auf eine Ausnahme in der Zeit von 1553 bis 1555 entstanden, als er noch in seiner Heimatstadt Venedig weilte.[7] Danach begab er sich für acht Jahre in die Dienste des Herzogs von Parma, Ottavio Farnese. 1567 wurde er dann vom Herzog von Savoyen, Emanuele Filiberto (1528–1580), zum Hofmathematiker in Turin berufen und blieb in dieser Funktion bis zu seinem Tod im Jahre 1590 tätig. Es sind diese letzten 23 Jahre seines Wirkens, die uns hier besonders interessieren.

Eine wichtige Grundlage für Benedettis Tätigkeit in Turin war sicherlich das große Interesse an Mathematik von Seiten der dortigen Fürsten. So ließen sich sowohl Herzog Emanuele Filiberto als auch sein Sohn und Nachfolger Carlo Emanuele I. (1562–1630) von ihrem Hofmathematiker darin

4 Ausnehmen muss man hierbei lediglich die Frühphase von Benedettis Laufbahn, als er in Venedig tätig war. Ab seinem 29. Lebensjahr, das heißt für etwa drei Viertel seiner aktiven Laufbahn, wirkte er allerdings ausschließlich im höfischen Umfeld, erst in Parma, dann in Turin.

5 Als grundlegend zu Benedettis Leben und Werk kann ich folgende Studien empfehlen: Bordiga, *Giovanni Battista Benedetti,* 1925/26; und Maccagni, *Contributi,* 1967. Lesenswert sind ferner: Cecchini/Roero, *Corrispondenti,* 2004; Roero, *Giovanni Battista Benedetti,* 1997.

6 Drake/Drabkin, *Mechanics,* 1969, S. 36: »The question of Benedetti's influence, particularly on the young Galileo, is one of great interest and importance in the history of mechanics in the sixteenth century. It is usually said that the many close parallels between Benedetti's last work and Galileo's first (unpublished) essay and dialogue on motion cannot be explained except by direct line. (...) No historian can reasonably question the possibility; yet I think that no prudent historian can accept (…) the hypothesis as an established fact.« Eine lesenswerte und sehr klare Darstellung der Theorien von Benedetti und Galileo findet sich in Koyré, *Galileo Studies,* 1978.

7 Die betreffenden Schriften sind: *Resolutio omnium Euclidis problemata una tantummodo circini data apertura,* Venezia 1553; zwei unterschiedliche Versionen von *Demonstratio proportionum motuum localium contra Aristotilem et omnes philosophos,* die eine 1554, die andere 1555 in Venedig gedruckt; auch im *Diversarum mathematicarum et physicarum speculationum liber* (Turin, 1585) nimmt Benedetti unter anderem das Thema der Bewegungslehre wieder auf. Dieses Werk stammt nicht mehr aus der venezianischen Frühphase seines Wirkens. Ausführliche Analysen dieser Schriften finden sich in Giusti, *Scritti,* 1997, und Maccagni, *Speculazioni,* 1967.

unterrichten. Auch die in Turin weilenden Botschafter der Republik Venedig, die den venezianischen Senat minutiös über ihre Beobachtungen zu informieren hatten – diese Berichte stellen eine sehr wichtige Quelle zum kulturellen Leben am Turiner Hof dar –, schilderten dieses Interesse mehrmals. So teilte Andrea Boldù von seinem Aufenthalt am Hof von Savoyen im Jahre 1561 unter anderem mit, dass »Emanuele Filiberto großes Vergnügen an Mathematik hat.«[8]

Ähnliches wusste auch der Botschafter Giovanni Correr zu berichten, der fünf Jahre nach Boldù am Turiner Hof weilte:

> Dieser Herzog hat keine humanistische Bildung, aber er liebt die Gebildeten, und hält daher einige in seiner Nähe, da es ihn erfreut, ihre Überlegungen zu vernehmen. Und er selbst stellt ihnen Fragen. Aber kein anderes Diskussionsthema gefällt ihm mehr als die Mathematik; sie ist nicht nur lohnend, sondern auch noch notwendig für den Beruf des Heerführers.[9]

Das Studium der Mathematik seitens des Herzogs von Savoyen und deren Nutzen für das Kriegshandwerk wird auch im Bericht von Giovanni Francesco Morosini (1570) betont:

> Und da die Wissenschaft der Mathematik sehr nützlich und notwendig für all jene ist, die das Kriegshandwerk ausüben wollen, findet Seine Exzellenz großen Gefallen daran, und weiß davon überdurchschnittlich viel. Und im Wissen, dass der Mensch genauso viel von jeder Wissenschaft versteht, wie er sie regelmäßig betrachtet und studiert, hört er für gewöhnlich jeden Tag eine Lektion entweder von Euklid oder von einem anderen Autoren dieser Wissenschaft, von einem gewissen Meister Giovanni Battista Benedetti aus Venedig, dem (nicht nur meiner Meinung nach, sondern auch gemäß vieler anderer) Größten, der heutzutage dieser Tätigkeit nachgeht, und das zur größten Zufriedenheit des Herrn Herzogs.[10]

Ob nun das Interesse für die Mathematik an sich oder ihre mehrmals betonte Anwendbarkeit in der Kriegskunst ausschlaggebend war, die *Relazioni degli ambasciatori veneti* belegen jedenfalls, dass Emanuele Filiberto und sein Sohn[11] in dieser Disziplin gut unterrichtet waren. Dies hatte, wie wir später sehen werden, auch spürbare Auswirkungen auf die mathematisch-wissenschaftliche Bildung der Hofmitglieder.

8 Dieses Zitat stammt wie die folgenden aus den Berichten der venezianischen Gesandten an den Senat *(Le relazioni degli ambasciatori veneti al senato),* die von Albéri 1839–1863 herausgegeben wurden. Der Bericht von Andrea Boldù (1561) findet sich in der serie II, tomo I, S. 401–470, die wiedergegebene Passage auf S. 425: »[Emanuele Filiberto] si diletta grandemente della matematica«. Alle Übersetzungen aus dem Italienischen stammen von mir.

9 Vgl. Albéri, Relazioni, serie II, tomo V, S. 4–5: »Non è quel duca letterato, ma ama i virtuosi, e però ne tiene alquanti appresso di sé, sentendo piacere a udirli ragionare, ed egli stesso fa loro dei quesiti; ma nessun ragionamento più lo diletta che quello delle matematiche, come scienza che non solo è conveniente, ma ancora necessaria alla professione del capitano.«

10 Vgl. Albéri, Relazioni, serie II, tomo II, S. 157f: »E perché la scienza delle matematiche è molto utile e necessaria a chi vuol fare questa professione dell'arme, però se ne diletta assai Sua Eccellenza, e di quelle sa più che mediocremente. Con tutto questo sapendo che l'uomo tanto sa d'ogni scienza quanto continua in vederla e studiarla, però usa d'udire ogni giorno una lezione o d'Euclide o d'altro scrittore di quella scienza, da un messer Giovan Battista Benedetti veneto, uomo per opinione non solamente mia, ma di molti valent'uomini ancora, il maggiore che oggidì faccia questa professione, e di grandissimo gusto del Signor duca.«

11 Carlo Emanuele I., ab 1580 Herzog von Savoyen, war ähnlich an Mathematik und Naturphilosophie interessiert wie sein Vater, so dass sich Benedettis letzte zehn Jahre in dieser Hinsicht nicht von den dreizehn vorherigen unterschieden. Vgl. dazu die Fußnoten 19 und 20 sowie Frank, *Scienza,* 2015, S. 15f.

Ein weiteres großes Tätigkeitsfeld neben Benedettis wissenschaftlichem Wirken im engeren Sinne bestand aus Aufgaben praktischer Natur, mit denen ihn der Herzog betraute. So war er etwa verantwortlich für die Planung und Ausführung einer Brunnenanlage im Park der herzoglichen Residenz in Turin (1570), in deren Zusammenhang er mit Problemen der Wasserleitung und -versorgung (Gefälle, Wasserdruck, ...) konfrontiert war.[12] Ebenso entwarf und installierte Benedetti für seinen Herzog Sonnenuhren am herzoglichen Palast (noch heute erhalten), an der Kirche San Lorenzo, und an weiteren Gebäuden in und um Turin. Auch die Installation einer Sonnenuhr durch einen gewissen »Giovanni Battista Orefice« sollte von Benedetti überwacht werden.[13]

Ferner beauftragte Emanuele Filiberto seinen Hofmathematiker regelmäßig mit dem Bau von wissenschaftlichen Instrumenten. Dies geschah vor dem Hintergrund, dass der Herzog in den Räumlichkeiten seiner Residenz einen Komplex geschaffen hatte, der gleichzeitig als Bibliothek und Wunderkammer diente – was an den damaligen Höfen nicht unüblich war – und dort auch zahlreiche, auf der Basis mathematischer und physikalischer Gesetze funktionierende Objekte ausstellen wollte.[14] So drückte der Herzog in einem Brief an Benedetti vom 22. August 1569 seine Zufriedenheit darüber aus, dass »die Arbeit an den mathematischen Instrumenten fleißig vorangeht«,[15] während er ihm im Schreiben vom 12. Juni 1570 auftrug, »zwei Wasseruhren für die [herzogliche] Bibliothek [herzustellen], deren eine auf französische Art zwölf Stunden zu arbeiten hat, und die andere die natürlichen 24 Stunden«.[16] Mit demselben Brief ließ der Herzog vier Kisten voller Kristall schicken, um sie unter der Aufsicht seines Mathematikers verarbeiten zu lassen (möglicherweise für Linsen oder Hohlspiegel). Wie aus diesen und anderen Schriftstücken hervorgeht, arbeitete Benedetti mit zahlreichen Handwerksmeistern zusammen, so etwa mit einem »Meister Giorgio«, »Meister Bartolomeo« oder dem vorher erwähnten »Giovanni Battista Orefice«. In diesem Zusammenhang ist sehr erhellend, was der venezianische Botschafter Morosini in seinem schon erwähnten Bericht von 1570 über die *Equipe* von Handwerksmeistern schreibt, die Emanuele Filiberto in einem Trakt seines Palastes untergebracht hatte und die er (anscheinend unter großem finanziellem Aufwand) für sich arbeiten ließ:

> [Der Herzog] unterhält bei sich eine Menge von verschiedenen Handwerksmeistern, darunter Uhrmacher, Drechsler, Maler, Waffenschmiede, Zeichner, Vermesser, Metallgießer sowie Personen, die sich um Destillation und Alchemie kümmern, für die er sehr viel ausgibt. All diese haben ihre Werk-

12 Vgl. dazu Maccagni, *Contributi,* 1967, S. 353–354; und Frank, *Scienza,* 2015, S. 65–67.

13 Bezüglich der von Benedetti in Turin und Umgebung installierten Sonnenuhren vgl. Roero, *Giovanni Battista Benedetti,* 1997, S. 47–49. Zu der von Giovanni Battista Orefice eingerichteten Sonnenuhr siehe den Brief des Herzogs an Benedetti vom 21. Juni 1574, transkribiert in Bordiga, *Giovanni Battista Benedetti,* 1925/26, S. 738.

14 Nicht nur Benedetti wurde von Emanuele Filiberto mit dem Ausbau der herzoglichen Sammlung von wissenschaftlichen Instrumenten beauftragt. Auch sein Vorgänger Ettore Ausonio war in diesem Zusammenhang tätig. Ausführliche Studien dazu finden sich in Frank, *Scienza,* 2015.

15 Vgl. Bordiga, *Giovanni Battista Benedetti,* 1925/26, S. 598: »Ci piace che si lavori gagliardamente a gl'instromenti matematici«.

16 Ibid., S. 737: »Avvertirete di fare nella libreria due horologii d'aqua l'uno che vadi alla francese di dodici hore, et l'altro che habbia li hore naturali vintiquatro. In breve Vi mandaremo quatro casse di cristalli per lavorare.« Auch die anderen erhaltenen Briefe zwischen Benedetti und den Herzögen enthalten interessante Informationen in Bezug auf die Aufgaben des ersteren beim Entwurf und Bau von Instrumenten. Leider sind nur sechs Briefe von und an Benedetti und keine sonstigen Schriftstücke (Arbeitsskizzen, Manuskriptentwürfe) vorhanden, was nicht zuletzt auch am Brand der Turiner Biblioteca Universitaria im Jahr 1904 liegt. So muss man für die Rekonstruktion seines Arbeitsumfeldes auf weitverstreute Passagen in seinen Werken zurückgreifen bzw. andere zeitgenössischen Quellen konsultieren wie die schon erwähnten *Relazioni degli ambasciatori veneti.* Die sechs Originalbriefe von bzw. an Benedetti wurden allesamt veröffentlicht in Bordiga, *Giovanni Battista Benedetti,* 1925-26; S. 597–598, 737–738; und Roero, *Giovanni Battista Benedetti,* 1997, S. 57–59. Texte mathematisch-naturphilosophischer Natur, die aus Briefen entnommen und von Benedetti nachträglich überarbeitet wurden, sind im zweiten Teil des *Diversarum speculationum liber* abgedruckt.

> stätten dort, wo Seine Exzellenz durch seinen Garten zu jedem gelangen kann, ohne von anderen gesehen zu werden; und er begibt sich sehr oft dorthin, allein oder mit seinem Mathematiker [Benedetti] oder mit seinem [Hauptingenieur Francesco] Pacciotti, um eigenhändig etwas zu machen.[17]

Die Aufträge des Herzogs bestimmten also Benedettis Arbeitsalltag maßgeblich. Aber hinterließ Benedettis reger Austausch mit dem Umfeld des Turiner Hofes auch Spuren in seinem wissenschaftlichen Wirken im engeren Sinn?

Benedettis Werke und deren Entstehung im Turiner Umfeld

Es lassen sich tatsächlich mehrere Ebenen unterscheiden, auf denen die Entstehung von Benedettis Schriften beeinflusst wurde. Da wäre zunächst der einfachste, weil offensichtliche Fall, nämlich dass Benedetti auf Geheiß Emanuele Filibertos bestimmte mathematische Themen zu erörtern hatte. Hierbei ließen sich Benedettis Vorschlag zur Kalenderreform nennen, den er auf den Seiten 205–210 seines Hauptwerks *Diversarum mathematicarum et physicarum speculationum liber* veröffentlichte,[18] dann die Lösung eines ihm von Prinz Carlo Emanuele gestellten geometrischen Problems (ibid., S. 211–213),[19] für den Herzog erstellte Horoskope[20] oder etwa die Beschreibung der Anwendungsmöglichkeiten eines mathematischen Instruments namens *Trigonolometro*.[21]

Neben dieser unmittelbaren Art der Beeinflussung lassen sich auch weniger direkte, aber ähnlich folgenreiche Faktoren ausmachen, die Auswirkungen auf Benedettis wissenschaftliches Werk hatten. So hinterließen einerseits die fachlichen Diskussionen, die Benedetti mit seinen Gesprächspartnern am Turiner Hof führte, nachweisbare Spuren in seinen Schriften. Andererseits ging eine von Benedettis Abhandlungen, *De gnomonum umbrarumque solarium usu liber*,[22] direkt auf das Material zurück, das er für den Unterricht des Herzogs gesammelt hatte, und dessen Ausarbeitung ferner in engem Zusammenhang mit Benedettis Konzeption und Installation von Sonnenuhren in Turin und Um-

17 Vgl. Albéri, *Relazioni,* serie II, tomo II, S. 113–192: »Tiene [il duca] una quantità di diversi artefici, come maestri d'orologi, tornitori, pittori, armaroli, dissegnatori, livellatori, fonditori, persone ch'attendono ai lambicchi ed alle alchimie, nei quali spende assaissimo: tutti questi hanno le loro stanze in luogo che Sua Eccellenza può andar da ogn'uno di essi per il suo giardino senza esser veduta da altri, e vi va molto spesso sola, ovvero con il suo matematico, o con il Pacciotto a far qualche cosa di sua mano.«

18 Benedetti, *Diversarum mathematicarum et physicarum speculationum liber,* 1585. Der Einfachkeit halber wird der Titel dieses Werks ab jetzt mit *Diversarum speculationum liber* wiedergegeben.

19 Benedetti selbst betont, dass er diese Probleme auf Geheiß des Herzogs bzw. des Prinzen behandelt habe, vgl. Benedetti, *Diversarum speculationum liber,* 1585, S. 205: »Mirum, quam lectione epistolae seu (ut vocant) brevis S.D.N. Gregorii XIII Pont. Max, quod ad me nuper tua Celsitudo misit ex Nicea, ut meam de ea re sententiam proferrem, delectatus sim (...)«; siehe auch ibid., S. 211: »Problema quod a Celsitudine tua [Carlo Emanueli] nobis proponitur non solum possibile est, sed facile etiam ad solvendum, hoc est quod circulus talis inveniatur, qui possit circumscribere seu capere quadrilaterum ex quatuor datis rectis lineis terminatum (...).«

20 Carlo Emanuele I. muss regelmäßig Horoskope in Auftrag gegeben haben, wie aus den Schriften von Benedettis Kollegen Bartolomeo Cristini hervorgeht (vgl. dazu Cecchini, *Matematica,* 2002, S. 53): z. B. *Horaria elezione diurnale di tutti i tempi più favorevoli a S. Altezza Serenissima, a cominciar con le imprese di guerra, nello spazio di due mesi novembre a decembre del presente anno 1592; Diario del mese di luglio 1594; Diario del mese di gennario 1595; Diario del mese di marzo 1595).* Auch Benedetti selbst wurde mit dieser Aufgabe betraut, ein Horoskop für November/Dezember 1589 ist Teil des schon erwähnten, in Roero, *Giovanni Battista Benedetti,* 1997, S. 57–59, veröffentlichten Briefes.

21 In dem Prinz Carlo Emanuele I. gewidmeten Manuskript erklärt Benedetti seinem Schüler die Funktionsweise des *Trigonolometro,* das bei der Landvermessung und im Festungsbau Verwendung finden konnte. Die Länge dieser Beschreibung, nämlich 73 Blatt, deutet auf die Komplexität solcher Instrumente hin, so wie die häufigen Verweise auf Theoreme aus Euklids Elemente die theoretische Dimension der Funktionsweise mathematischer Instrumente unterstreichen. Auf dieses bisher unveröffentlichte Manuskript wurde von Bordiga, *Giovanni Battista Benedetti,* 1925/26, aufmerksam gemacht. Teile davon wurden transkribiert in Roero, *Giovanni Battista Benedetti,* 1997.

22 Benedetti, *De gnomonum umbrarumque solarium usu liber,* 1574.

gebung zu sehen ist. In den nächsten Absätzen wollen wir diese beiden Aspekte etwas näher beleuchten. Benedetti selbst betont in der Vorrede des *Diversarum speculationum liber* wie sehr er durch den Herzog angeregt wurde, bestimmte Fragestellungen zu behandeln. Seine Beschäftigung mit sich auf »arithmeticam, geometriam, opticen, musicam aut astrologiam« beziehenden Problemen habe eng mit seinen Lektionen für den Fürsten zusammengehangen:

> Das Wohlwollen des Herzogs Emanuele Filiberto gegen mich, und meine Hochachtung ihm gegenüber, steigerte sich durch den gegenseitigen Umgang miteinander auf wundersame Weise, so dass selbiger Herzog mich bei sich wissen wollte, während er auf dem Land verweilte, und auch oft veranlasste, dass ich dort über Nacht blieb. Während dieser Zeit sprach er mit mir freilich über die mathematischen Wissenschaften, wobei er sich bei der gründlichen Erlernung meiner Arbeit bediente und Fragen behandelte, die die Arithmetik, Geometrie, Optik, Musik und Astrologie betrafen.[23]

Benedetti lässt dabei keinen Zweifel an der Tatsache, dass er verschiedene mathematisch-naturphilosophische[24] Fragestellungen gerade deshalb vertieft untersuchte, um den Wissensdurst seines Herzogs zu stillen:

> Um diesen Herzog hinsichtlich meiner Arbeit zufrieden zustellen, beschäftigte ich mich noch gründlicher als zuvor mit meinen mathematischen Studien (zu denen ich aber immer schon sehr hingezogen war).[25]

Am Beispiel des Herzogs orientierte sich auch dessen Entourage, die Benedetti auf ähnliche Weise mit unterschiedlichsten Fragen mathematischer und naturphilosophischer Natur konfrontierte:

> In Nachahmung des Herzogs (so wie wohl alle die Studien der Fürsten nachahmen) befragten mich nicht wenige [Mitglieder des Hofes] entweder persönlich oder per Brief über diese oder jene mathematischen Fragestellungen.[26]

23 Ibid., f. *1: »Cuius [ducis Emanuelis Philiberti] in me benignitas, mea in illum observantia mirum in modum mutuo uso et consuetudine est adaucta, ut idem Dux me secum dum rusticaretur esse vellet, saepe etiam secum pernoctare; quo quidem tempore de mathematicis scientiis mecum agebat, in quibus perdiscendis mea opera utebatur, quaestiones arithmeticam, geometriam, opticen, musicam, aut astrologiam spectantes proponens.«

24 Hier und im Folgenden wird bewusst der Terminus »naturphilosophisch« (bzw. »Naturphilosophie«) statt des moderneren Begriffs »naturwissenschaftlich« (respektive »Naturwissenschaft«) benutzt. Ausdrücke wie »naturphilosophische Fragestellungen« beziehen sich zwar durchaus auf Probleme, die wir heutzutage den Naturwissenschaften zurechnen, wie etwa solche, die sich mit der Flugbahn von Kanonenkugeln (bzw. allgemein mit der Bewegung von Körpern) oder der Ausdehnung des Universums beschäftigen. Doch im hier betrachteten 16. Jahrhundert wurden derartige Fragen der Domäne der vor allem aristotelisch geprägten Natur-Philosophie zugeschrieben. Die heutige strikte Unterteilung bzw. Trennung natürlicher Phänomene in verschiedene naturwissenschaftliche Disziplinen gab es im Allgemeinen noch nicht, und darüber hinaus beschäftigten sich die einzelnen schon bestehenden Teilbereiche wie zum Beispiel die »Mechanik« oft mit zum Teil anderen Objekten und Fragestellungen als die heutigen. Der Begriff »Naturphilosophie« möge hier also nicht in erster Linie mit »Philosophie« assoziiert oder gleichgesetzt werden, sondern bezieht sich durchaus auf Fragestellungen der heutigen Naturwissenschaft, will in dieser Terminologie aber bewusst einer ahistorischen Darstellung und einer impliziten *a-priori*-Sichtweise der Entwicklung der Wissenschaften vorbeugen.

25 Ibid.: »Cui [duci] ut quod in me esset satisfacerem, acrius quam antea in ea [mathematica] studia (ad quae tamen semper fui propensissimus) incubui.« Auch unter Emanuele Filibertos Nachfolger, Carlo Emanuele I., änderte sich wenig an dieser Situation. So sei »nicht wenig« aus dem *Diversarum speculationum liber* auf Anregungen zurückzuführen, schreibt Benedetti in der Vorrede, die er in den Unterredungen mit Carlo Emanuele I. bekommen hatte, vgl. ibid., f. *1v–*2r: »[Volumen] non sub cuiusque alterius nomine et auspiciis, quam tuae Celsitudinis volui apparere, (...) quod tuae Celsitudinis interrogationibus excitatus non pauca, quae hoc volumine continentur, elucubravi.«

26 Ibid., f. *1v–*2r: »Illiusque imitatione (ut fere caeteri principum studia imitantur) non pauci aut praesentes, aut per litteras me de his atque illis mathematicis quaestionibus consuluerunt.«

Einige Inhalte dieser Gespräche lassen sich dank des zweiten Teils des *Diversarum speculationum liber* rekonstruieren, in dem Benedetti zahlreiche der eben erwähnten Briefe abdrucken ließ. Dabei überrascht es einerseits nicht allzu sehr, dass der venezianische Gelehrte mit denjenigen Untertanen des Herzogs zusammenarbeitete und mathematische Probleme löste, die technischen und militärischen Tätigkeiten nachgingen – wie mit dem herzoglichen Uhrmacher Jacopo Mayeto, dem Vermesser Angelo Ferraio, dem Artilleriegeneral Giuseppe Cambiano, dem Flottenadmiral Andrea Provana oder dem Festungsingenieur Gabriele Busca, um nur einige zu nennen.[27]

Andererseits ist es durchaus bemerkenswert, dass sich unter Benedettis Korrespondenten und wissenschaftlichen Gesprächspartnern auch Mitglieder des Hofes befanden, deren Betätigungsfeld ganz anderer Natur war. So wurde Benedetti von Demoulin Ludovic de Rochefort, dem Hofarzt und Ratgeber des Herzogs, zu einem geometrischen Problem befragt; auch der wissenschaftliche Austausch mit Bernardo Trotti, Schriftsteller und Berater von Emanuele Filiberto (sowie Doktor der Rechtswissenschaften, Universitätsprofessor und Präsident des Turiner Senats), muss angesichts der fünf noch erhaltenen Briefe relativ rege gewesen sein;[28] selbst der Staatssekretär des Herzogs, Ludovico Niccolò Caluxio, pflegte offenbar wissenschaftliche Interessen, da Benedetti ihm Briefe zu hydrostatischen, geometrischen und optischen Fragestellungen sandte. Es ließen sich noch weitere derartige Fälle anführen, in denen sich Benedetti mit Beratern, Rednern oder dem Oberhofmeister des Herzogs über mathematisch-naturphilosophische Fragen austauschte.

Interessanter als die Aufzählung weiterer Beispiele ist jedoch die Tatsache, dass die Briefe ein weites Spektrum an Themengebieten abdecken – etwa sphärische Geometrie, Hydrostatik oder Pneumatik – und durchaus nicht-triviale Fragen erörtern, wie beispielsweise die Form des Universums oder meteorologische Phänomene. Diese gingen weit über das hinaus, was zur damaligen Zeit zu den Grundlagen der Mathematik und Naturphilosophie gezählt wurde. Benedettis Korrespondenz zeugt, im Gegenteil, vom beachtlichen Interesse und/oder Kenntnisstand vieler Mitglieder des Savoyer Hofes auf dem Gebiet der Mathematik, Technik und Naturphilosophie.

Schließlich dienten die dem Herzog erteilten Lektionen, wie bereits angedeutet, als Ausgangspunkt für Benedettis Werk über Sonnenuhren, *De gnomonum liber*. Den engen Zusammenhang zwischen der Entstehung der Schrift und seinem Dienst am Turiner Hof stellt Benedetti schon im allerersten Satz heraus:

> Unser Büchlein über Gnomonik, Erhabenster Herzog, das ich in den vorherigen Jahren verfasst habe, ist nun endlich erschienen. Und das freilich auf deinen Willen und Befehl hin.[29]

27 Unter den mit diesen Gesprächspartnern erörterten Fragen finden sich Überlegungen zur Reichweite von Kanonenkugeln (*Diversarum speculationum liber*, S. 258–259, Brief an Giuseppe Cambiano), zur Höhenmessung (ibid., S. 272–274, Schreiben an Gabriele Busca) und zu geometrischen Problemen (S. 361–363, Brief an des Herzogs »agrimensor expertissimus«, Angelo Ferraio). Auch von Benedettis Beschäftigung mit dem Entwurf und Bau wissenschaftlicher Instrumente finden sich Zeugnisse in der Schrift. Der Autor stellt dort selbst erfundene Instrumente vor, etwa zum Zeichnen von Ellipsensegmenten (S. 348–351, Brief an Girolamo Fenarolo), eine Armillarsphäre und ein Objekt zur Bestimmung der Mond-Position zum besseren Navigieren (S. 217–224, Schreiben an Andrea Provana), ferner ein besonderes Astrolabium, das er von Jacopo Mayeto herstellen ließ (S. 423–425).

28 Diese Briefe tragen folgende Überschriften (*Diversarum speculationum liber*, S. 228–255): *Defensio ephemeridum, De probatione divisionis numerorum, De falacia operationis triangulorum sphericorum, De passione circuli hactenus incognita und Demonstrationes quarundam propositionum de quibus agit Cardanus capite primo libro 16 de subtilitate.*

29 Benedetti, *De gnomonum liber*, 1574, f. *1r: »Libellus noster de re gnomonica, dux Serenissime, quem superioribus annis composui iam tandem in lucem emersit. Et id quidem te volente atque iubente.«

Die Abhandlung über Gnomonik ging aus dem Unterricht hervor, den Benedetti zu diesem Thema dem Herzog hielt. Er beabsichtigte, so scheint es, seine Studien noch weiter zu vertiefen, wurde aber von Emanuele Filiberto gedrängt, die Schrift so bald wie möglich zu veröffentlichen:

> Da du von uns also unter anderem über die Lehre vom Schatten unterrichtet werden wolltest, (...) verlangtest du, dass dies von uns in Druck gegeben würde, und sorgtest dafür, dass ich diese Schrift über Gnomonik sozusagen unbeleuchtet wie einen Vogel aus dem Nest, in dem wir unsere Neugeburten hegen und pflegen, herausgebe. (...) Ich hätte trotzdem einiges für diese Fassung dieser Schrift entfernt, damit sie durch fleißige Glättung geschmückter und durch das Hinzufügen anderer Werke von uns umfangreicher das Licht erblickte; aber das Geheiß des unbesiegten Herzogs von Savoyen, Emanuele Filiberto, zwang mich, sie fertigzustellen. Da er diese Materie von mir gehört hatte und ferner das, was ich zu Papier gebracht hatte, verstand, wollte er nicht erdulden, dass sie noch länger in unseren Privatgemächern verbliebe, sondern veranlasste, dass ich sie sobald als möglich zur Veröffentlichung brachte.[30]

Doch die Entstehung des *De gnomonum liber* stand nicht nur in unmittelbarem Zusammenhang mit Benedettis Mathematik-Unterricht für den Herzog. Ebenso eng erscheint die Verbindung der vorgestellten Theorien zu Benedettis vorher beschriebenen praktischen Erfahrungen beim Entwurf von Sonnenuhren in Turin, wie er in verschiedenen Passagen der Schrift andeutet:

> Niemand möge aber ein derartiges Problem für unnütz halten, es kann sich nämlich eine Gelegenheit ergeben, in der es viel nützt, wie es mir vor zwei Jahren in Turin geschah, das heißt im Jahre 1569, als ich die Aufschriften der Fenster für die Größere Galerie des Erhabenen Herzogs von Savoyen, meines gütigsten Herrn, anordnete.[31]

So dürften die praktischen Erfahrungen, die Benedetti bei der Konzeption von Sonnenuhren sammeln konnte, hilfreich bei der Ausarbeitung seiner Theorie gewiesen sein bzw. ihm ermöglicht haben, diese unter realen Bedingungen zu überprüfen:

> Eine derartige Bestimmung nahm ich im Jahre 1570 an der Ostfassade der Kirche S. Lorenzo in den Gärten des Erhabenen Herzogs von Savoyen, meines gütigsten Herrn vor, auf dessen Antrieb hin ich damals die Uhr auf die in diesem Kapitel von mir gezeigte Weise erstellte.[32]

30 Ibid., f. *2r-*3v: »Cum igitur ex nobis inter caetera audire volueris de umbrarum usu (...), a nobis imprimenda committi desiderasti, fecistique ut hoc gnomonicum volumen, veluti imlumen volucrem e nido in quo nostros partus fovemus emiserim. (...) Distulissem tamen aliquantis per adhuc huius opusculi editionem, ut ornatius assidua pollitione et maius aliorum nostrorum operum adiectione volumen in lucem prodiret, sed maturare coegit me invictiss[imi] Eman. Phili. Sabaudiae ducis auctoritas, qui cum haec a me audivisset et deinde scriptis mandata intelligeret, noluit pati diutis intra nostros privatos parietes contineri, sed fecit ut praelo quam primum submiserim.«

31 Ibid., cap. XXXI: *De eodem ex dictis triangulis alia methodo;* f. 18r/v: »Nemo vero eiusmodi problema inutile arbitretur, poterit enim sese occasio offere, qua multum proderit, ut mihi ante duos annos accidit Taurini, anno videlicet 1569, cum ordinarem descriptiones vitrorum ambulatorii maioris Serenissimi ducis Sabaudiae domini mei clementissimi.« Benedetti spricht vom Jahr 1569 als von »vor zwei Jahren«, somit kann man 1571 als Zeitpunkt identifizieren, zu dem er die Schrift oder zumindest Teile davon verfasste. Sie wurde jedoch erst 1574 veröffentlicht. Zu Benedettis geplanten und/oder installierten Sonnenuhren siehe Fußnote 13.

32 Ibid., cap. LXVII: *De eadem praxi supra parietem obliquam;* f. 64v: »Eius modi terminatione usus sum anno 1570 supra faciem orientalem aedis divo Laurentio sacrae, in hortis Serenissimi ducis Sabaudiae clementissimi domini mei, cuius impulsu tunc horologium via hoc capite a me monstrata designavi.«

Zusammenfassend zeugen also die zahlreichen Fragestellungen, mit denen Benedetti von seinen Korrespondenten respektive den Untertanen des Herzogs konfrontiert wurde, und die er in seine Werke einfließen ließ, von einem in mathematischer, technischer und naturphilosophischer Hinsicht sehr anregenden Umfeld. Zudem hinterließen die Wünsche und Interessen der Herzöge unmittelbare Spuren in Benedettis wissenschaftlicher Arbeit, insofern als die Behandlung bestimmter Probleme bzw. die Verfassung gewisser (manchmal mehr, manchmal weniger umfangreicher) Abhandlungen auf diese zurückging. Insgesamt wurde Benedetti in seiner Arbeit also deutlich durch die Tätigkeit als Hofmathematiker und den Austausch mit dem Umfeld des Turiner Hofes geprägt.

Ist sein dortiges Wirken nur als Einzelfall anzusehen? Oder war diese Tätigkeit vielmehr vergleichbar mit der von Kollegen an anderen Höfen? Der nun folgende Abschnitt über Guidobaldo dal Montes Aktivität am Hof von Urbino zeigt tatsächlich erstaunliche Parallelen zu Benedettis Aufgaben. Dies ist umso bemerkenswerter, als die beiden Höfe (bzw. Herzogtümer) in politischer, wirtschaftlicher und kultureller Hinsicht nicht unterschiedlicher hätten sein können.[33]

Guidobaldo dal Monte in Diensten des Herzogs von Urbino[34]

In der neueren Literatur zur Mathematikgeschichte findet Guidobaldo vor allem Erwähnung wegen seiner Schriften *Mechanicorum liber* (1577), in der er das erste geometrische Modell für die Funktionsweise der fünf »Einfachen Maschinen« (Hebel, Flaschenzug, Winde, Keil und Schraube) entwirft, und *Perspectivae libri sex* (1600), wo er das Konzept *Fluchtpunkt* mathematisch korrekt formalisiert, weshalb er auch als »Vater der mathematischen Perspektive« angesehen wird.[35] Von Wichtigkeit war ferner seine Rolle als Förderer des jungen Galileo, dessen mathematisches Talent er sofort hoch schätzte und dem er zu den Posten als Universitätsprofessor in Pisa und Padua verhalf.

Keine Beachtung fand bis vor kurzem ein Aspekt, der hier von besonderer Wichtigkeit erscheint: Tatsächlich war Guidobaldo sehr eng mit dem Hof des Herzogs von Urbino verbunden.[36] Das äußert sich nicht nur in der Tatsache, dass er einer der einflussreichsten Familien des Hofes angehörte und als Page des zukünftigen Herzogs Francesco Maria II. della Rovere (1549–1631; Herzog ab 1574) an dessen Seite heranwuchs. Auch sein mathematisches Wirken ist nicht vom Umfeld des Hofes von Urbino zu trennen, was schon mit Guidobaldos mathematischer Ausbildung seinen Anfang nahm. So wurde er gemeinsam mit Francesco Maria II. (und weiteren bekannten Persönlichkeiten wie Ber-

33 So mussten die Herzöge von Savoyen im betreffenden Zeitraum ihren Staat nach der jahrzehntelangen Besetzung durch die Franzosen, beendet durch den Frieden von Cateau-Cambrésis (1559), zunächst wieder aufbauen und ihre Macht über das Territorium wiederherstellen, mit allen sich daraus ergebenden Folgen auf administrativer, ökonomischer und sozialer Ebene. Später, man denke an die von Carlo Emanuele I. heraufbeschworenen Kriege, zielte die Politik der Savoyer darauf ab, das Einflussgebiet des Herzogtums durch die Eroberung von benachbarten Gebieten zu vergrößern. Das Herzogtum Urbino dagegen, dessen Hof mehr als ein Jahrhundert lang eines der Zentren der italienischen Renaissance war, befand sich zur Hälfte des 16. Jahrhunderts in einer politisch stabilen Situation, die jedoch von wirtschaftlichem Niedergang geprägt war. Aufgrund des Fehlens männlicher Erben von Francesco Maria II. della Rovere, wurde das Herzogtum 1631 wieder in den Kirchenstaat einverleibt. Dass diese konträren Entwicklungen Auswirkungen auf das kulturelle Leben an den jeweiligen Höfen hatten, liegt auf der Hand.

34 Nach der ausführlichen Betrachtung von Benedettis Wirken im vorherigen Abschnitt begnügen wir uns in diesem Kapitel mit einer synthetischen Darstellung. Ausführlichere Informationen zu Guidobaldo finden sich in Frank, *Guidobaldo dal Monte*'s *Mechanics,* 2011/12; Gamba-Montebelli, *Scienze,* 1988; und Rose, *Renaissance,* 1975.

35 Andersen, *Geometry,* 2008, S. 237: »For reasons soon to be explained, I consider Guidobaldo del Monte to be the father of the mathematical theory of perspective and hence pay considerable attention to his work.«

36 Auf Guidobaldos enge Verbindung zum Hof des Herzogs von Urbino hatte ich bereits in meiner Dissertation hingewiesen (Frank, *Guidobaldo dal Monte's Mechanics,* 2011/12) und dieses Thema dann vertieft in Frank, Mathematics, 2013, untersucht. Für nähere Informationen zu diesem Aspekt und den daraus resultierenden Auswirkungen auf Guidobaldos Tätigkeit als Mathematiker sei somit auf diese letztere Arbeit verwiesen.

nardino Baldi und Torquato Tasso) durch Federico Commandino unterrichtet. Es lässt sich also eine erste Parallele zwischen Turin und Urbino ziehen: An beiden Höfen hatten die Herzöge eine Ausbildung unter namhaften Mathematikern genossen. Besonders in Urbino verwundert dies nicht; seit jeher in der Renaissance war das kleine Herzogtum ein Zentrum von Kunst und Wissenschaften: Raffaello Sanzio, Piero della Francesca, Luca Pacioli, Leon Battista Alberti, Francesco di Giorgio Martini und Federico Barocci sind nur einige Beispiele von Künstlern, Architekten und Gelehrten, die zum Teil enge Beziehungen mit dem Hof von Urbino unterhielten.[37]

Nun zurück zu Guidobaldo. Dieser wurde bald, noch während er an Commandinos Unterricht teilnahm, vom Herzog mit praktischen Aufgaben betraut, die eine Anwendung seiner mathematischen Kenntnisse auf ingenieurtechnische Probleme verlangten. So fungierte er 1572 als Berater beim Bau der Stadtmauern von Pesaro (wichtigster Hafen des Herzogtums, sowie zeitweise auch Residenzstadt).[38] Wie Benedetti in Turin musste Guidobaldo ferner den Bau der Brunnenanlage vor dem herzoglichen Palast in Pesaro planen und beaufsichtigen (1587), die Wasserzuleitung zum Park der Fürstenvilla Miralfiore verbessern (1583/87) und Umbauarbeiten am Hafen von Pesaro leiten (1587).[39]

Ein weiterer Betätigungsbereich von Guidobaldo war die Kontrolle der herzoglichen Uhrenfertigung – Pesaro und Urbino waren wichtige Zentren des Baus mechanischer Uhren. Letztere, gefertigt von renommierten Uhrmachern wie Pietro Griffi oder Mitgliedern der Barocci-Familie, waren von so großem Wert, dass sie nicht selten Verwendung als diplomatische Geschenke an Päpste, Könige, Kardinäle und sonstige Fürsten fanden. Dabei war es Guidobaldos Aufgabe, die Genauigkeit der mechanischen Uhrwerke anhand seiner Sonnenuhren zu überprüfen – deren (wohl beinahe) exakte Funktionsweise wiederum auf seine Studien zur Gnomonik zurückging – und die Uhrmachermeister notfalls die Mechanik der Uhren verändern zu lassen, wie beispielsweise aus folgendem Schreiben an den Vertrauten des Herzogs, Graf Giovanni de' Tommasi (1. September 1583), hervorgeht:

> Ich habe ferner die *Torretta* behalten, von der Er, mein Herr, mir in Seinem anderen Brief geschrieben hat, aber ich will Ihm darüber im Moment nicht mehr verraten, denn sobald Meister Pietro zurückkommt, werde ich ihn einige Dinge richten lassen und dann werde ich berichten, wie die Stunden schlagen werden.[40]

Dabei beschäftigte sich Guidobaldo nicht nur mit dem Bau von mechanischen Uhren (bzw. der Beaufsichtigung des Fertigungsprozesses), sondern auch mit der Konzeption und Herstellung von wissenschaftlichen Instrumenten im Allgemeinen. Dies stellt eine weitere Parallele zu Benedettis Aufgaben dar. Die – wenngleich spärlichen – Quellen berichten immerhin von einer besonderen Sonnenuhr (die sich in einem Wasserbassin gebrochene Sonnenstrahlen zu Nutze machte), einem Proportionalzirkel, ferner von Instrumenten zum Zeichnen von Hyperbeln und zur Bestimmung der

37 Eine gute Einführung in das kulturelle und wissenschaftliche Umfeld des Hofes (bzw. Herzogtums) von Urbino zwischen ca. 1450 und 1650 findet sich in Gamba/Montebelli, *Scienze,* 1988.

38 Für nähere Informationen hierzu siehe Menchetti, *Dalle delizie,* 2009.

39 Wohl aufgrund dieser und ähnlicher Aufgaben, die Renaissance-Mathematiker nicht selten auszuführen hatten, werden sie in der englischsprachigen Literatur häufig als »engineer scientists« bezeichnet. Dieser Terminus scheint im Lichte der hier vorgestellten Ergebnisse allerdings zu kurz gegriffen, da die Ingenieurstätigkeit doch nur einen Aspekt des mannigfaltigen und komplexen Aufgabenprofils der damaligen Mathematiker darstellte. Vgl. dazu Fußnote 2.

40 Der Begriff »To[r]retta«, wörtlich »Türmchen«, bezeichnet einen Bauteil einer mechanischen Uhr, dessen genaue Funktion nicht in Erfahrung gebracht werden konnte. Der betreffende Brief wurde in Gamba, *Guidobaldo dal Monte,* 1995, S. 104f, veröffentlicht. Der Originaltext lautet: »Ho poi tenuto la toretta da che Vostra Signoria mi scrisse l'altra Sua, ma non Glene voglio dir altro per adesso perché come torna mastro Pietro gli farò accomodar alcune cosette e poi scriverò in che modo vadano le ore.«

Gradbruchteile von Kreissegmenten sowie zur Gewichtsbestimmung von Kanonenkugeln. Dass auch diese Tätigkeit in Zusammenhang mit seiner Verbindung zum Hof von Urbino stand, wird etwa durch die Tatsache nahegelegt, dass die oben erwähnte Sonnenuhr in den Gärten des Herzogspalastes von Urbino aufgestellt war.

Guidobaldos Wirken war also, das haben die vorhergehenden Absätze verdeutlicht, ähnlich stark durch seine Zugehörigkeit zum Fürstenhof von Urbino geprägt wie das bei Benedetti in Turin der Fall war. Und ebenso wurde Guidobaldos mathematisches *Œuvre* ganz unmittelbar durch den Herzog beeinflusst.[41] So wurde ihm beispielsweise in einem undatierten Schreiben, wohl von einem herzoglichen Minister, der folgende Auftrag erteilt: »Eure Lordschaft kann also eine Anleitung dazu anfertigen, nachdem Er vor kurzem den Willen Ihrer Hoheit vernommen hat«.[42] In dieser Anleitung sollte Guidobaldo die Funktionsweise einer mechanischen Uhr beschreiben, die in Pesaro gefertigt worden war, und die als diplomatisches Geschenk an einen neuen Besitzer am spanischen Hof übergehen sollte. Auch Guidobaldos Schrift *De ecclesiastici calendarii restitutione* entstand auf den Wunsch des Herzogs hin,[43] dass sich sein Hofmathematiker zum Thema der Kalenderreform äußern möge – analog also zu Benedettis Fall.

Ferner lässt sich aus Guidobaldos Briefwechsel ableiten, dass er auf Geheiß von Francesco Maria II. die Übersetzung von Pappus' *Collectio mathematica* überarbeitete und vervollständigte, die durch den vorzeitigen Tod ihres beider Lehrers Federico Commandino (1575) unveröffentlicht geblieben war. Dessen Arbeiten an diesem letzten großen, noch unedierten Werk der griechischen Mathematik drohten nach Erbstreitigkeiten und einem unglücklich zu Ende gegangenen Versuch, den venezianischen Mathematiker Francesco Barocci für die Vollendung der Übersetzung zu gewinnen, vergeblich gewesen zu sein. Dann betraute jedoch der Herzog von Urbino Guidobaldo mit dieser Aufgabe und zwei Jahre später, im Jahre 1588, konnte die Schrift endlich erscheinen.[44]

Zusammenfassung und Perspektiven

Zusammenfassend lassen sich also einige bemerkenswerte Parallelen zwischen Benedettis und Guidobaldos Tätigkeit im Umfeld der jeweiligen Höfe in Turin und Urbino ziehen. Beide führten Aufgaben als Ingenieure oder Architekten aus und entwarfen bzw. fertigten mathematische Instrumente. Die Herzöge schreckten überdies nicht davor zurück, direkt Einfluss auf die wissenschaftliche Arbeit ihrer Hofmathematiker zu nehmen, indem sie Abhandlungen zu bestimmten Themen (beispielsweise zur Kalenderreform, Gebrauchsanweisung von Instrumenten/Uhren) anforderten, sie Unterrichtsmaterialien veröffentlichen (in Benedettis Fall) oder unvollendete Werke anderer Hofmathematiker überarbeiten und herausgeben ließen (wie im Falle der *Collectio mathematica* geschehen). Schließlich werden in beiden Schriften zahlreiche Problemstellungen aufgegriffen, die nachweislich an den jeweiligen Höfen aufgekommen waren und zu deren Lösung die Mathematiker aufgefordert wurden.

41 Guidobaldos Werk wurde nicht nur direkt durch den Herzog, sondern auch indirekt durch das höfische Umfeld beeinflusst. So kann nachgewiesen werden, dass einige Themen in seinen Schriften Reflexionen über Diskussionen darstellen, die er mit Ingenieuren oder den Gelehrten Jacopo Mazzoni, Federico Bonaventura, Cesare Benedetti, Pier Matteo Giordani und Bernardino Baldi geführt hatte, die ihrerseits allesamt eng an den herzoglichen Hof gebunden waren. Zu diesem Aspekt siehe Frank, *Mathematics,* 2013.

42 Dieser noch unveröffentlichte Brief wird in der Biblioteca Oliveriana Pesaro aufbewahrt (ms. 430, f. 217r). Der Originaltext der zitierten Passage lautet: »V.S. dunque potrà far una poliza, avendo inteso apresso poco l'intentione di S.A.« Die Edition von Guidobaldos Briefwechsel ist für die nahe Zukunft geplant.

43 Guidobaldo dal Monte: De ecclesiastici calendarii restitutione. Pesaro: Concordia, 1580.

44 Guidobaldos Beteiligung an der Edition bleibt in der Schrift selbst unerwähnt, sie lässt sich jedoch durch anderweitige Quellen belegen. Eine Rekonstruktion der spannenden Vorkommnisse, die mit der Fertigstellung der *Collectio mathematica* verbunden waren, findet sich in Passalacqua, *Collezioni,* 1994.

Dabei stellt sich nun automatisch die Frage, ob sich weitere Gelehrte der Neuzeit in einer vergleichbaren Situation befanden. Wurden auch andere Hofmathematiker wie Federico Commandino (ebenfalls in Urbino) oder Simon Stevin (in Diensten des Herzogs Moritz von Nassau) in ähnlicher Weise vom jeweiligen höfischen Umfeld in ihrem Wirken beeinflusst? Auch gewisse Aspekte der Tätigkeiten von Johannes Kepler am kaiserlichen Hof in Prag, von Oronce Finé und Pedro Nuñez in Diensten der Könige von Frankreich bzw. Portugal oder etwa Philipp Apians Obliegenheiten für den bayerischen Herzog lassen einige bemerkenswerte Parallelen zu den beiden vorher behandelten Fällen erkennen. Ist es möglich, auch bei den letztgenannten Persönlichkeiten eine Wechselwirkung zwischen Umfeld und Wirken der Mathematiker nachzuweisen?

Eine detaillierte Erörterung dieser Frage zöge zweifelsohne mehrjährige Forschungen nach sich. Dabei bestünde unter anderem das Grundsatzproblem, herauszufinden, ob die geschilderten Rahmenbedingungen, die auf der damals kulturell, wirtschaftlich und wissenschaftlich fortschrittlichen Apennin-Halbinsel bestimmend waren, auch an den Höfen Zentraleuropas herrschten. Ferner dürfte es (unter anderem) spannend sein, zu untersuchen, ob sich beispielsweise die Kultur an protestantischen Höfen anders auf die Arbeitsbedingungen und -aufgaben der Mathematiker auswirkte als an den katholischen. Dies nur als Andeutung der Komplexität der Fragestellung.

Eine vollständige Bearbeitung eines solch umfangreichen Themengebiets ist im Umfang dieser Arbeit selbstverständlich nicht zu leisten. Analysiert man allerdings die Faktoren, die an den Höfen von Turin und Urbino die *studia mathematica* begünstigten, kristallisieren sich gewisse Faktoren heraus, die sich an zahlreichen Renaissancehöfen unabhängig von deren geographischer und konfessioneller Verortung ausmachen und es wahrscheinlich erscheinen lassen, dass zumindest Teile der hier ausgeführten Ergebnisse auch auf andere Hofmathematiker verallgemeinert werden können.

Da wäre zunächst die bereits erwähnte mathematische Bildung der Fürsten als entscheidendes Merkmal. Wohl auch wegen der Anwendbarkeit der Mathematik in der Kriegskunst war ein mathematischer Unterricht, der für viele Höfe im neuzeitlichen Europa dokumentiert ist, keine Seltenheit.[45] Er stellte die Grundlage für die Anstellung vieler Mathematiker an den Fürstenhöfen der Renaissance dar. Interessanterweise haben dabei bedeutende Werke der neuzeitlichen Mathematik ihren Ursprung unmittelbar in der mathematischen Ausbildung der Fürsten – man denke beispielsweise an Commandinos einflussreiche Euklid-Edition von 1572.[46]

Ferner waren die Höfe oftmals Zentren der Handwerks- und Ingenieurskunst. Die Errichtung von Prunkbauten und Brunnenanlagen, das Vermessen und Kartographieren von Gebieten zu Land und zu Wasser oder etwa die Modernisierung der mittelalterlichen Verteidigungssysteme waren typische Probleme, die sich den Fürsten gerade in der Neuzeit stellten, wiederum unabhängig von der geogra-

45 Neben der schon erwähnten mathematischen Ausbildung der Herzöge von Urbino und Turin (Guidobaldo II., Francesco Maria II., Emanuele Filiberto, Carlo Emanuele I.) ist eine solche beispielsweise auch für den Herzog von Parma, Alessandro Farnese, durch Francesco Paciotti, und für die Söhne des Herzogs von Mantua, Vincenzo I. Gonzaga, durch Giovanni Antonio Magini dokumentiert. Am portugiesischen Hof unterrichtete etwa Pedro Nuñez Luis de Portugal den Bruder des Königs João III. In den deutschen Landen hatte zum Beispiel Wilhelm IV. von Hessen-Kassel Rumold Mercator als Mathematik-Lehrer. Und selbst wenn manchmal die Quellenlage zu dünn ist, um das Erteilen von Mathematik-Unterricht eindeutig zu belegen, wie im Falle von Rudolph II. von Habsburg, Ernst von Wittelsbach oder August von Sachsen, scheint deren ausgeprägtes Interesse an Mathematik und Wissenschaften doch mit einer (wie auch immer gearteten) mathematischen Ausbildung zusammenzuhängen.

46 Commandino, *Elementorum libri,* 1572.

fischen oder konfessionellen Zugehörigkeit der Fürstentümer. Nicht selten bedurften solche Aufgaben innovativer Lösungen, die nur durch den Einsatz von Mathematik erarbeitet werden konnten. So wurden dafür oftmals Mathematiker beteiligt oder zumindest zu Rate gezogen.

Ein wichtiger Aspekt der »praktischen Anwendungen« der Mathematik ergibt sich schließlich aus dem zur damaligen Zeit aufblühenden Auf- und Ausbau von Kunst- und Wunderkammern. Einige der prächtigsten Beispiele davon waren an fürstlichen Residenzen beheimatet – man denke an die (laut Zeitzeugen im wahrsten Sinne des Wortes) atemberaubenden Wunderkammern von München und Florenz bis Kassel, Dresden, Prag und Madrid. In den Kunstkammern waren gewöhnlich auch solche Instrumente ausgestellt, deren Funktionsweise auf mathematischen Regeln (Proportionalzirkel, Messstäbe, Quadranten, ...) oder physikalischen Gesetzen (Linsen, Hohlspiegel, Automaten, …) beruhte. Das Problem, derartige Objekte zu beschaffen, wurde manchmal durch Zukauf gelöst, doch häufig ließen sich die Fürsten die kostspieligen Instrumente auch selbst herstellen. Dabei musste der Fertigungsprozess gerade komplexer Apparaturen – wenn nicht von den Mathematikern selbst entworfen – so doch von diesen überwacht werden.

Es ließen sich noch weitere Faktoren identifizieren, die ein verstärktes Wirken von Mathematikern an den neuzeitlichen Fürstenhöfen notwendig machten und deren Studien merklich beeinflussten; allein ihre Auflistung führte hier zu weit.[47]

So hat die vorliegende Arbeit gezeigt, dass in zwei konkreten Fällen (Turin und Urbino) Hofmathematiker stark in ihrem wissenschaftlichen Wirken beeinflusst wurden und dass gewisse Rahmenbedingungen, die sich für Benedettis und Guidobaldos Tätigkeit als relevant herausgestellt haben, im Allgemeinen auch an anderen Renaissance-Höfen geherrscht haben dürften. Das scheint darauf hinzudeuten, dass diese Umgebungen wichtige Zentren für die Kultivierung der neuzeitlichen Mathematik waren – obwohl ihnen im Vergleich zu den Universitäten und Abakus-Schulen kaum Beachtung zuteil wird. Wie sehr sich die These von der Beeinflussung der Hofmathematiker verallgemeinern lässt – und welche Rolle die Höfe damit bei der Entwicklung der neuzeitlichen Mathematik gespielt haben – möge Gegenstand weiterer, ausführlicherer Studien sein. Dieser Aufsatz wollte dazu einen Anstoß geben.

47 Dabei ist der Einfluss der höfischen Kultur auf das Wirken der Gelehrten selbstverständlich nicht immer als positiv anzusehen. Das weitgehende Festhalten an der aristotelischen Naturphilosophie und Kosmologie im Umfeld der Höfe (wie auch an vielen frühneuzeitlichen Universitäten) war beispielsweise nicht gerade förderlich für die Entwicklung der modernen Bewegungslehre bzw. Astronomie. Auch in diesem Zusammenhang ist ein Vergleich von Benedetti und Guidobaldo interessant. Letzterer, tätig in einem durch und durch aristotelisch geprägten Umfeld, schloss etwa die Bewegung der Erde und die Existenz von Kometen in der supralunaren Sphäre kategorisch und mit explizitem Hinweis auf Aristoteles' Lehren aus. Benedetti dagegen, der im freigeistigen Venedig aufgewachsen und später an den Höfen von Parma und Turin nicht von Peripatetikern umgeben war, zögerte nicht, Aristoteles' Bewegungstheorie in grundsätzlichen Punkten anzuzweifeln und eine eigene Theorie zu präsentieren bzw. Copernicus' Lehre zu folgen. Freilich können die entgegengesetzten Positionen der beiden Gelehrten nicht ausschließlich auf den Einfluss der jeweiligen Umfelder zurückgeführt werden. Doch verwundert es nicht allzu sehr, dass sich zwischen Guidobaldo und seinen peripatetischen Hauptgesprächspartnern ein Konsens in naturphilosophischen und kosmologischen Fragen herausgebildet hatte (bei dem sie der aristotelischen Lehre positiv gegenüber standen), während Benedetti mangels aristotelischer Kollegen in seinem engen Umfeld nicht auf Konsens bedacht sein musste und daher (in dieser Hinsicht) weniger starren Denkmustern folgen konnte.

Literatur

Albéri, Ernesto: Le relazioni degli ambasciatori veneti al senato, 3 serie. Florenz: Clio, 1839–1863.
Andersen, Kirsti: The Geometry of an Art. New York: Springer, 2008.
Benedetti, Giovanni Battista: Diversarum mathematicarum et physicarum speculationum liber. Turin 1585.
–: De gnomonum umbrarumque solarium usu liber. Turin 1574.
Biagioli, Mario: Galileo, der Höfling. Entdeckungen und Etikette. Frankfurt am Main: Fischer, 1999.
Bordiga, Giovanni: Giovanni Battista Benedetti filosofo e matematico veneziano del secolo XVI. In: Atti del Reale Istituto veneto di scienze, lettere ed arti 85 (1925/26), H. 2, S. 585–754.
Cecchini, Michela: La matematica alla Corte sabauda 1567–1624. Turin: Crisis, 2002.
Cecchini, Michela; Roero, Clara Silvia: I corrispondenti di Giovanni Battista Benedetti. In: Physis 41 (2004), H. 1, S. 31–66.
Commandino, Federico: Euclidis Elementorum libri XV. Pesaro: Crieger, 1572.
Drake, Stillman; Drabkin, Israel Edward: Mechanics in Sixteenth-Century Italy. Selections from Tartaglia, Benedetti, Guido Ubaldo, & Galileo. Madison: University of Wisconsin Press, 1969.
Frank, Martin: Guidobaldo dal Monte's Mechanics in Context. Research on the Connections between his Mechanical Work and his Biography and Environment. Diss. Università di Pisa, 2011-12.
–: Mathematics, Technics and Courtly Life in Late Renaissance Urbino. In: Archive for the History of Exact Sciences 67 (2013), S. 305–330.
–: Mechanics, Mathematics and Architecture. Guidobaldo dal Monte at Urbino and Giovanni Battista Benedetti at Turin. In: Katsiampoura, Gianna (Hrsg.): Proceedings of the 5th International Conference of the European Society for the History of Science, Athens: National Hellenic Research Foundation/Institute of Historical Research, 2014, S. 284–290.
–: Scienza e tecnica alla corte sabauda nel tardo Rinascimento. Turin: Centro Studi Piemontesi, 2015.
Gamba, Enrico; Montebelli, Vico: Le scienze a Urbino nel tardo Rinascimento. Urbino: QuattroVenti, 1988.
–: Guidobaldo dal Monte tecnologo. In: Pesaro città e contà. Rivista della Società pesarese di studi storici 5 (1995), S. 99–106.
Giusti, Enrico: Gli scritti »de motu« di Giovanni Battista Benedetti. In: Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche 17 (1997), H. 1, S. 51–104.
Koyré, Alexandre: Galileo Studies. Hassocks: Harvester Press, 1978.
Maccagni, Carlo: Contributi alla biobibliografia di Giovanni Battista Benedetti. In: Physis 9 (1967), S. 337–364.
–: Le speculazioni giovanili »de motu« di Giovanni Battista Benedetti. Pisa: Domus Galilæana, 1967.
Menchetti, Francesco: Dalle delizie dei della Rovere agli Orti Giuli di Pesaro. In: Pelissetti, Laura Sabrina; Scazzosi, Lionella (Hrsg.): Giardini storici. Florenz: Olschki, 2009, S. 427–441.
Passalacqua, Lorena: Le »Collezioni« di Pappo: polemiche editoriali e circolazione di manoscritti nella corrispondenza di Francesco Barozzi con il Duca di Urbino. In: Bollettino di Storia delle Scienze Matematiche 14 (1994), S. 91–156.
Roero, Clara Silvia: Giovanni Battista Benedetti and the Scientific Environment of Turin in the 16th Century. In: Centaurus 39 (1997), S. 37–66.
Rose, Paul Lawrence: The Italian Renaissance of Mathematics. Genf: Droz, 1975.

Bisher erschienene Preprints

Heft 1 Ulf Hashagen: Ein ausländischer Mathematiker im NS-Staat: Constantin Carathéodory als Professor an der Universität München
http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint1_7

Heft 2 Gerhard Filchner: Geschichte und Restaurierung eines Leitexponats: das Flugzeug CASA C-2.111B in der Flugwerft Schleißheim
http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint2_6

Heft 3 Ulf Hashagen, Hans Dieter Hellige (Hg.): Rechnende Maschinen im Wandel: Mathematik, Technik, Gesellschaft. Festschrift für Hartmut Petzold zum 65. Geburtstag
http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint3_5

Heft 4 Oliver Kühschelm: Kraftfahrzeuge als Gegenstand von »Arisierungen«: Provenienzforschung zur Kraftfahrzeugsammlung des Deutschen Museums und Forschungen zur Enteignung von Kraftfahrzeugen in Bayern
http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint4_5

Heft 5 Rebecca Wolf: Die Musikmaschinen von Kaufmann, Mälzel und Robertson. Eine Quellenedition
http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint5_4

Heft 6 Artemis Yagou: Modernist complexity on a small scale: The Dandanah glass building blocks of 1920 from an object-based research perspective
http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint6_3

Heft 7 Karin Zachmann: Risky Rays for an Improved Food Supply? National and Transnational Food Irradiation Research as a Cold War Recipe
http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint7_3

Heft 8 Florian Ebner: James Franck — Robert Wichard Pohl. Briefwechsel 1906—1964
http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint8_2

Heft 9 Elisabeth Kraus: Repräsentation – Renommee – Rekrutierung. Mäzenatentum für das Deutsche Museum
http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint9_7

Heft 10 Denis Lomtev: Karl Wirths Notizbücher: Ideenwelt eines Musikinstrumentenbauers.
Teil 1 – Faksimile: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint10-01-4
Teil 2 –Transkription: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint10-02-1

Heft 11 Martin Frank: Mathematik der Renaissance: Studien zur Herausbildung und Verbreitung der neuzeitlichen Wissenschaften.
http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-dm-preprint11_3