

Wissenschaft und Technik  
im Islam

I

Veröffentlichungen des  
Institutes für Geschichte der  
Arabisch-Islamischen Wissenschaften

Herausgegeben von  
Fuat Sezgin

Wissenschaft und Technik  
im Islam

I

2003  
Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften  
an der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main

# WISSENSCHAFT UND TECHNIK IM ISLAM

Band I

EINFÜHRUNG IN DIE GESCHICHTE DER  
ARABISCH-ISLAMISCHEN WISSENSCHAFTEN

von  
Fuat Sezgin



2003

Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften  
an der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
Frankfurt am Main

ISBN 3-8298-0072-X (Wissenschaft und Technik im Islam, Bd. I-V)  
ISBN 3-8298-0067-3 (Wissenschaft und Technik im Islam, Bd. I)

© 2003

Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften  
Westendstrasse 89, D-60325 Frankfurt am Main  
[www.uni-frankfurt.de/fb13/igaiw](http://www.uni-frankfurt.de/fb13/igaiw)  
Federal Republic of Germany

Printed in Germany by  
Strauss Offsetdruck  
D-69509 Mörlenbach

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	vii
Übersicht über den Inhalt des Katalogs . . . . .	xiii

## Einführung in die Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften 1

I. Entwicklung der Wissenschaften im Islam vom 1./7. bis zum 10./16. Jahrhundert . .	1
1./7. Jahrhundert . . . . .	2
2./8. Jahrhundert . . . . .	8
3./9. Jahrhundert . . . . .	10
4./10. Jahrhundert . . . . .	20
5./11. Jahrhundert . . . . .	24
6./12. Jahrhundert . . . . .	34
7./13. Jahrhundert . . . . .	41
8./14. Jahrhundert . . . . .	53
9./15. Jahrhundert . . . . .	64
10./16. Jahrhundert . . . . .	74
II. Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften im Abendland	85
Der Weg der arabisch-islamischen Wissenschaften nach Europa . . . . .	134
1. Der Weg über das muslimische Spanien . . . . .	134
2. Der Weg der Rezeption über Sizilien und Süditalien . . . . .	144
3. Der Weg der Rezeption über Byzanz . . . . .	154
Schlußwort . . . . .	160
III. Beginn des Stillstandes und Begründung für das Ende der Kreativität . . .	168
Literaturverzeichnis . . . . .	183
Indices . . . . .	193
I. Personennamen . . . . .	193
II. Ortsnamen und Sachbegriffe . . . . .	204
III. Büchertitel . . . . .	214



## VORWORT

ZUR ZEIT DER ROMANTIK, als unter dem Eindruck einer kurz zuvor entstandenen, den historischen Tatsachen nicht gerecht werdenden Periodisierung ein einseitiger Renaissance-Begriff und eine Negierung der Leistungen des Mittelalters vorherrschten, veröffentlichten Jean-Jacques Sédillot und sein Sohn Louis-Amélie im Jahre 1834 die französische Übersetzung der in Paris erhaltenen Handschrift des monumentalen arabischen Werkes von Abu l-Ḥasan al-Marrākuṣī (7./13. Jh.) über angewandte Astronomie und astronomische Instrumente.<sup>1</sup> Ihr folgte zehn Jahre später eine bewundernswerte Studie über al-Marrākuṣīs Buch vom Sohne Sédillot.<sup>2</sup> Zwar hatten schon zuvor Persönlichkeiten wie Johann Gottfried Herder (1744-1803), Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), Kurt Sprengel (1766-1833) oder Alexander von Humboldt (1769-1859) in humanistischem Geist den Muslimen oder Arabern die Anerkennung zukommen lassen, die ihnen in der Geschichte der Wissenschaften gebührt, doch führten Vater und Sohn Sédillot einen Jahrzehnte dauernden Kampf für eine gerechtere Einstellung der gelehrten Welt gegenüber den Verdiensten des arabisch-islamischen Kulturkreises, auch wenn dies bei Fachkollegen und an der französischen Akademie mißliebig war.

Es fügte sich günstig, daß der von den Sédillots geführte Kampf durch das aus nicht geringerer Kreativität und Überzeugung entstandene Lebenswerk des unermüdlichen Gelehrten Joseph-Toussaint Reinaud (1795-1867) unterstützt wurde, das dieser auf den Gebieten Geographie<sup>3</sup>, islamische Archäologie<sup>4</sup> und Kriegstechnik<sup>5</sup> geschaffen hat. In einer seiner Arbeiten gelangte er zu folgender, prägnant ausgedrückter Vorstellung von der Einheit der Geschichte der Wissenschaften<sup>6</sup>: «Der Zufall spielt keine so große Rolle im Fortschritt der Techniken und Künste. In all ihren Entdeckungen bewegt sich die Menschheit stetig, Schritt für Schritt, nicht sprunghaft. Sie schreitet nicht immer mit der gleichen Geschwindigkeit voran, aber ihre

<sup>1</sup> *Traité des instruments astronomiques des Arabes*, 2 Bde., Paris 1834-1835 (Nachdr. Frankfurt 1998, *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 41).

<sup>2</sup> *Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes*, Paris 1844 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 42, S. 45-312).

<sup>3</sup> Unter seinen zahlreichen Arbeiten auf diesem Gebiet erzielte Reinaud besondere Wirkung auf die Historiographie der Geographie mit seiner *Introduction générale à la géographie des Orientaux*, die als Einleitungsband in seine Übersetzung des geographischen Werkes von Abu l-Fidā' erschien (*Géographie d'Aboulféda*, 2 Bde., Paris 1848, 1883, Nachdr. Frankfurt 1998 als *Islamic Geography* Bd. 277-278).

<sup>4</sup> *Monumens arabes, persans et turcs du cabinet de M. le Duc de Blacas*, 2 Bde., Paris 1828.

<sup>5</sup> Aus diesem Bereich sei die Studie erwähnt, die in Zusammenarbeit mit Ildephonse Favé entstand: *Du feu grégeois. Des feux de guerre et des origines de la poudre à canon*, Paris 1845 (Nachdr. Frankfurt 2002, *Natural Sciences in Islam* Bd. 87).

<sup>6</sup> J.-T. Reinaud und I. Favé, *Du feu grégeois*, a.a.O. S. 2.

Bewegung ist kontinuierlich. Der Mensch erfindet nicht, er leitet ab. Nehmen wir ein Gebiet der menschlichen Kenntnisse, so muß seine Geschichte, das heißt die Geschichte seines Fortschritts, eine ununterbrochene Kette bilden; die Geschichte der Realien liefert uns Teile dieser Kette, und unsere Arbeit muß darin bestehen, die verlorenen Glieder wiederzufinden, um ein Teilstück ans andere zu fügen.»

Während Ernest Renan (1823-1892) in seinem 1853 erschienenen *Averroès et l'Averroïsme* ein völlig neues, für den Wissenschaftshistoriker erstaunliches Tableau der Rezeption der arabischen Philosophie in Europa entwarf, publizierte ein junger deutscher Gelehrter von außergewöhnlicher Begabung, der mit Unterstützung Alexanders von Humboldt in Paris studierte, zwischen 1851 und 1864 etwa vierzig Studien zur arabischen Mathematik. Es war Franz Woepcke (1826-1864), der leider zu jung, im Alter von 38 Jahren, gestorben ist. Seine französisch geschriebenen Studien, die teilweise bis heute nicht überholt sind, schufen eine solide Grundlage für die heutige Historiographie der arabisch-islamischen Mathematik. Überraschend wirkte vor allem seine im Jahre 1851 erschienene Dissertation *L'algèbre d'Omar Alkhayyâmî*, in der er deutlich macht, daß das Buch über Algebra des Philosophen, Astronomen und Mathematikers 'Umar al-Ḥaiyām aus der zweiten Hälfte des 5./11. Jahrhunderts eine systematische Behandlung der Gleichungen dritten Grades enthält. Dieses Ergebnis setzte die Mathematiker der Zeit vor allem deshalb in Erstaunen, weil sie das lapidare Urteil des als Autorität geltenden Mathematikhistorikers Jean-Étienne Montucla<sup>7</sup> im Gedächtnis hatten, das besagte, die Araber seien in der Algebra über Gleichungen zweiten Grades nicht hinausgekommen. So eröffneten die intensiven und umfangreichen Arbeiten der großen Arabisten J.-J. Sédillot, L.-A. Sédillot, J.-T. Reinaud und F. Woepcke der zukünftigen Forschung über die Stellung der arabisch-islamischen Gelehrten in der Universalgeschichte der Wissenschaften bis dahin ungeahnte, erstaunliche Perspektiven.

Nicht ohne Zusammenhang mit den gewaltigen Anstößen, die diese vier Gelehrten gegeben hatten, begann Eilhard Wiedemann (1852-1928) im Jahre 1876 mit seinen Studien, die er ein halbes Jahrhundert lang fortführen sollte. Wiedemann war Physiker, die meisten seiner Arbeiten liegen auf den Gebieten Physik und Technik, doch richtete er sein Interesse im Laufe der Zeit auf fast alle Richtungen der arabisch-islamischen Naturwissenschaften. Die schriftlichen Erzeugnisse dieses unermüdlichen Gelehrten erschienen in mehr als 200 Aufsätzen und Monographien. Seine in fünf umfangreichen Bänden gesammelten Arbeiten<sup>8</sup> haben zu Lebzeiten des Verfassers und später die Historiographie der Naturwissenschaften wesentlich beeinflußt und werden für diese auch in Zukunft unverzichtbar sein.

<sup>7</sup> *Histoire des mathématiques*, Bd. 1, Paris 1758, S. 359 f.

<sup>8</sup> Die ersten zwei Bände, unter dem Titel *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte* von Wolfdietrich Fischer herausgegeben (Hildesheim und New York 1970), enthalten



Wiedemann versammelte zudem eine große Zahl von Schülern um sich und betraute diese mit der Bearbeitung einschlägiger Themen. Die daraus resultierenden Ergebnisse sind so substantiell wie die ihres Lehrers. Sie bildeten schon bisher und werden auch in Zukunft Bausteine für die Geschichtsschreibung der im arabisch-islamischen Kulturkreis gepflegten Naturwissenschaften bilden.

Es ist mir eine angenehme Pflicht zu erwähnen, daß wir bei unserem Unterfangen, Instrumente, Vorrichtungen und Geräte zu bauen und nachzubauen, die im arabisch-islamischen Kulturkreis benutzt, entwickelt oder erfunden wurden, wiederum Eilhard Wiedemann als Vorläufer haben. Er berichtet öfter in seinen Schriften, daß er mit seinen Mitarbeitern dieses oder jenes Instrument nachgebaut habe. Leider ist es mir nicht gelungen, über das Schicksal seiner Nachbauten mehr zu erfahren, als daß das Deutsche Museum in München im Jahre 1911 von Wiedemann und dem mit ihm zusammenarbeitenden Mechaniker F. Kelber fünf Stücke angekauft hat. Die Korrespondenz über das Astrolab, das sich darunter befand, zeigt die Schwierigkeiten, auf die man damals insbesondere bei der Wiedergabe der Schriftzeichen stieß. Auf den Wunsch des Museums hin, diese arabisch auszuführen, erwiderte Wiedemann: «Ich möchte vorschlagen, daß auf dem Astrolab die Zahlen mit unserer Schrift eingeschlagen werden. In arabischer Schrift müßten sie eingraviert werden, was sehr teuer käme und auch mir viel Mühe machen würde.» Es steht heute fest, daß die Vorlage für Wiedemanns Modell das Astrolab von Muḥammad Ibn aṣ-Ṣaffār (420/1029, s. Bd. II, S. 95) war, das sich im Besitz der Berliner Staatsbibliothek befindet. Das Instrument «wurde ausgeführt, die strittigen Stellen auf Limbus und Rückseite blieben leer, Einlegplatten und Rete wurden mit entsprechend bedrucktem Papier beklebt, anstatt die Beschriftung einzugravieren».<sup>9</sup>

Die Instrumente und Apparaturen, Geräte und Vorrichtungen, die im vorliegenden Katalog beschrieben und in Abbildungen dargestellt werden, wurden zu dem Zweck gebaut, zusammen mit den Publikationen des im Jahre 1982 an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt gegründeten Institutes für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften dazu beizutragen, die gängige abwertende Vorstellung von den etwa achthundert Jahre lang im arabisch-islamischen Kulturkreis verwirklichten Leistungen so weit wie möglich zu revidieren. Dabei gehen wir weder in unserer Grundvorstellung noch in unserem Vorgehen heuristisch vor, sondern glauben an

---

Wiedemanns 81 in den Sitzungsberichten der Physikalisch-medizinischen Sozietät zu Erlangen erschienenen Aufsätze. Die größere Zahl weiterer Schriften wurde in den drei Bänden *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte* von Dorothea Girke und Dieter Bischoff zusammengestellt (Frankfurt: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1984).

<sup>9</sup> Burkhard Stautz, *Die Astrolabiensammlungen des Deutschen Museums und des Bayerischen Nationalmuseums*, München 1999, S. 385-386.

die Einheit der Geschichte der Wissenschaften und halten an dem bereits von Reinaud und Favé formulierten Grundsatz fest, daß das gemeinsame wissenschaftliche Erbe der Menschheit in kontinuierlichen Schritten, wenn auch nicht immer linear, und in variierender Geschwindigkeit wächst. Wenn ein Kulturkreis zu bestimmter Zeit in der Geschichte die Führung übernimmt oder, besser gesagt, dazu geführt wird, das wissenschaftliche Erbe einen weiteren Schritt voranzubringen, sei er groß oder klein, so bestimmen die historischen Verhältnisse und der vom jeweiligen Vorläufer erreichte Stand die Faktoren, welche auf die Geschwindigkeit und die etwaigen Fortschritte beim Nachfolger einwirken. Die hervorragende Stellung der Griechen wird von der Historiographie der Wissenschaften allgemein anerkannt und gewürdigt. Doch herrscht noch immer eine gewisse Unklarheit in der von den Gräzisten nicht gern gestellten Frage nach den mittelbar und unmittelbar ererbten Leistungen aus früheren und benachbarten Kulturkreisen, auf die die Griechen aufgebaut und aus deren Werken sie geschöpft haben. Dazu sagte Otto Neugebauer noch im Jahre 1932: «Jeder Versuch, Griechisches an Vorgriechisches anzuschließen, begegnet einem intensiven Widerstand. Die Möglichkeit, das gewohnte Bild der Griechen modifizieren zu müssen, ist immer wieder unerwünscht, trotz aller Wandlungen, die ihm seit Winkelmanns Zeiten nicht erspart worden sind durch die einfache Tatsache, daß zu den 2½ Jahrtausenden ‹Geschichte› seither reichlich weitere 2½ Jahrtausende hinzugekommen sind, die Griechen also in der Mitte und nicht mehr am Anfang stehen.»<sup>10</sup>

Hier sei auf die, meines Erachtens in der Wissenschaftsgeschichte bisher nicht genügend beachtete Tatsache hingewiesen, daß wir die Quellen und Vorgänger der arabisch-islamischen Gelehrten leichter und deutlicher erkennen können als es in anderen uns bekannten Kulturen der Fall ist. Die arabischen Gelehrten pflegten ihre Quellen nämlich genau zu zitieren und erwähnen ihre Vorgänger, namentlich die Griechen, mit vollem Respekt und Dankbarkeit. Dadurch ermöglichen sie es uns, beispielsweise sonst unbekannt Instrumenten der Griechen auf die Spur zu kommen oder Fragmente im Original verlorener griechischer Schriften aus Zitaten wiederzugewinnen.

<sup>10</sup> Zur *geometrischen Algebra*, in: Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik (Berlin) 3/1936/245-259, bes. S. 259. Neugebauer hat sich in seinen zahlreichen Arbeiten darum bemüht, die Frage nach den Vorgängern der Griechen in den Bereichen Astronomie und Mathematik abzuklären, s. neben seinem monumentalen Buch *A History of Ancient Mathematical Astronomy* (3 Bde., Berlin, Heidelberg, New York 1975) die folgenden Arbeiten: *Über griechische Mathematik und ihr Verhältnis zur vorgriechischen*, in: Comptes rendus du Congrès international des mathématiciens (Oslo 1936), Oslo 1937, S. 157-170; *Über babylonische Mathematik und ihre Stellung zur ägyptischen und griechischen*, in: Atti des XIX Congresso Internazionale degli Orientalisti (Roma 1935), Rom 1938, S. 64-69; *The Survival of Babylonian Methods in the Exact Sciences of Antiquity and the Middle Ages*, in: Proceedings of the American Philosophical Society 107/1963/528-535; *Babylonische Mathematik und Astronomie und griechische Wissenschaft*, in: 400 Jahre Akademisches Gymnasium Graz. Festschrift, Graz 1973, S. 108-114.

Sicher wurde seit den gewaltigen Anstößen, die wir J.-J. Sédillot, L.-A. Sédillot, F.-T. Reinaud und F. Woepcke verdanken, von wissenschaftshistorisch orientierten Arabisten vieles zur Modifizierung der gängigen, unzutreffenden Vorstellung von den im arabisch-islamischen Kulturkreis zur Geistesgeschichte der Menschheit erbrachten Leistungen beigetragen. Dennoch behält E. Wiedemanns Klage von 1918: «Immer wieder begegnet man der Ansicht, daß die Araber nur die vom Altertum erworbenen Kenntnisse durch Übersetzungen uns erhalten haben, ohne aber wesentlich Neues hinzuzufügen»<sup>11</sup> leider immer noch ihre Gültigkeit. Der Grund ist vor allem darin zu sehen, daß sich in der Historiographie der Wissenschaften eine Betrachtungsweise hartnäckig hält, welche die vom arabisch-islamischen Kulturkreis etwa achthundert Jahre lang getragene kreative Periode der Geschichte der Wissenschaften ignoriert und damit auch die wissenschaftshistorische Grundanschauung des modernen Menschen bereits in den Schulbüchern prägt. Dieses Urteil gilt nicht allein für das Abendland, sondern in weitestem Sinne auch für den gegenwärtigen arabisch-islamischen Kulturraum, in dem die Schulbücher nach amerikanischen oder europäischen Vorbildern gestaltet werden.

Wir hoffen, daß die zukünftige Bekanntschaft der Besucher mit den im vorliegenden Katalog beschriebenen Instrumenten und Geräten unseres Museums, vor Ort oder bei deren auswärtigen Ausstellungen, deren erste für das Frühjahr 2004 im Palais de la découverte in Paris geplant ist, zur Vorstellung von der Einheit der Geschichte der Wissenschaften beitragen wird, die besagt, daß der arabisch-islamische Bereich in der Periode zwischen der Spätantike und der europäischen Neuzeit der entwicklungsfähigste und in seiner Ausstrahlung stärkste Kulturraum und das eigentliche Bindeglied zwischen der alten Welt und dem werdenden Abendland war.

Der erhofften Korrektur soll auch die Einführung im vorliegenden ersten Band des Kataloges dienen. Sie war ursprünglich als einfaches Gerüst gedacht, um dem Benutzer des Kataloges eine historisch-sachbezogene Informationshilfe zu geben. Während des Schreibens hat sie dann die vorliegende Gestalt angenommen, da sich der dem Leser zu vermittelnde Stoff als wesentlich umfangreicher erwiesen hat als zunächst angenommen. Die unter dem kühnen Titel *Einführung in die Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften* stehende Darstellung ist ein Versuch, vielleicht der erste seiner Art, die von der Forschung bisher erreichten relevanten Ergebnisse kurz und in chronologischer Folge zusammenzufassen, ohne dabei die großen Persönlichkeiten, die die Entwicklung getragen haben, um ihrer selbst willen einzuführen. Es ist ein Versuch, der für eine gewisse Zeit Bestand haben mag,

<sup>11</sup> *Die Naturwissenschaften bei den orientalischen Völkern*, in: Erlanger Aufsätze aus ernster Zeit, Erlangen 1917, S. 49-58, bes. S. 50 (Nachdr. in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften* Bd. 2, S. 853-862, bes. S. 854).

wobei zu hoffen ist, daß er bei der zur Zeit erfreulich gut voranschreitenden Erforschung der arabisch-islamischen Naturwissenschaften bald als Sprungbrett zu einer Erweiterung der Darstellung dienen möge.

Bei einem kleinen Teil unserer astronomischen und medizinischen Modelle haben wir uns an Exponate in Museen angelehnt, ohne natürlich in der Lage zu sein, die Perfektion der Originale zu erreichen. Beim größten Teil der Modelle haben wir uns auf Abbildungen und Beschreibungen in arabischen, persischen, türkischen oder lateinischen Quellen gestützt, entweder an Hand von Originalen oder von Studien. Eine gewisse Zahl von Modellen haben wir in unserer Werkstatt hergestellt. Bei der Rekonstruktion des größeren Teils waren wir auf die Hilfe Außenstehender angewiesen. Hier gilt mein aufrichtiger Dank den Herren Günter Hausen (Frankfurt, Institut für angewandte Physik), Herbert Hassenpflug (Frankfurt, Physikalisches Institut), Matthias Heidel (Frankfurt), Werner Freudemann (Frankfurt), Gunnar Gade (Marburg), Professor André Wegener Sleeswyk (Groningen), Dr. Günther Oestmann (Bremen), Dr. Felix Lühning (Bremen), Mahmut Inci (Düsseldorf), Martin Brunold (Abtwil, Schweiz), Eduard Farré (Barcelona), Aiman Muḥammad ‘Alī (Kairo), ‘Abdalwahhāb Kāzīm (Kairo), ‘Alī Wafā’ (Kairo) und Kurultay Selvi (Istanbul).

Bei der Gestaltung des Kataloges schulde ich Dank, neben meinem Kollegen Eckhard Neubauer, Herrn Daniël Franke, der das Layout gestaltet, Fotos und Zeichnungen angefertigt, das Kapitel Antike Objekte (Kap. 13) selbständig bearbeitet und durch seine Kenntnisse und kritische Anteilnahme wesentlich zum Gelingen beigetragen hat, sowie meinem Mitarbeiter Herrn Lutz Kotthoff, der viele unserer Modelle in unserer Werkstatt nachgebaut hat, den Bestand inventarisiert und technische Zeichnungen sowie Beschreibungen der Instrumente beigesteuert hat. Meinen Mitarbeitern Dr. Gesine Yildiz, Dr. Carl Ehrig-Eggert und Norbert Löchter danke ich die Herstellung der Indices und Literaturverzeichnisse. Frau Dr. Annette Hagedorn (Berlin) hat freundlicherweise die Beschreibung der orientalisierenden Gläser und Keramiken (Kap. 14) übernommen. Mein Dank geht auch an die UNESCO, die den Druck der französischen Redaktion des Kataloges finanziell unterstützt hat.

Meiner Frau kann ich nicht genug danken, nicht allein dafür, daß sie das Manuskript des Kataloges in seinen Entstehungsphasen verfolgt und mehrfach Korrektur gelesen hat, sondern vor allem deshalb, weil sie mir in allen Schwierigkeiten beim Aufbau des Museums zur Seite gestanden und mich ermutigt hat.

Frankfurt, im August 2003

Fuat Sezgin



# Übersicht

## Band I:

Vorwort . . . . .	vii
Einführung . . . . .	1-179

## Band II:

1. Kapitel: Astronomie . . . . .	1-202
----------------------------------	-------

## Band III:

2. Kapitel: Geographie . . . . .	1
3. Kapitel: Nautik . . . . .	33
4. Kapitel: Uhren . . . . .	83
5. Kapitel: Geometrie . . . . .	123
6. Kapitel: Optik . . . . .	163

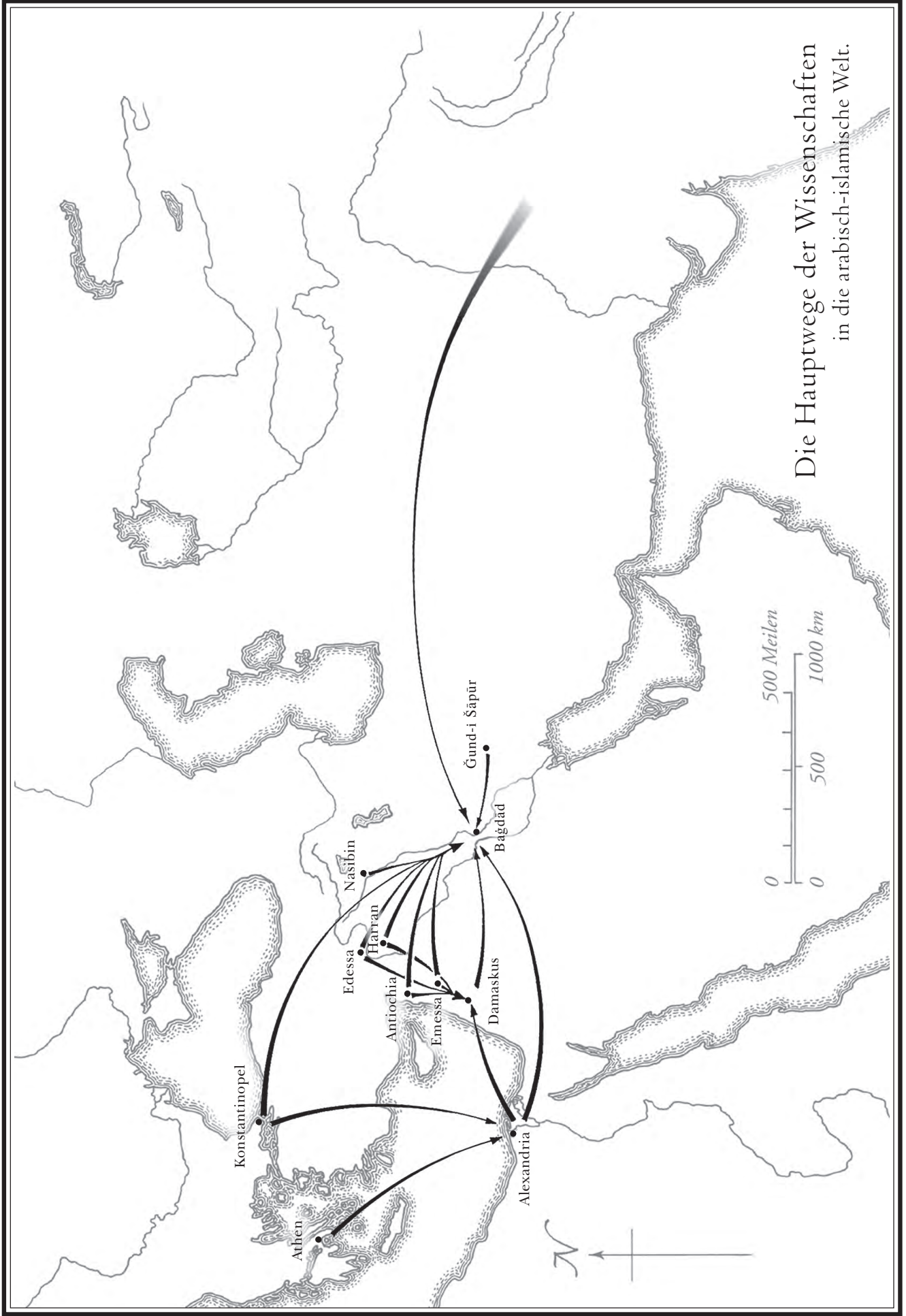
## Band IV:

7. Kapitel: Medizin . . . . .	1
8. Kapitel: Chemie und Alchemie . . . . .	95
9. Kapitel: Mineralien und fossile Substanzen . . . . .	155

## Band V:

10. Kapitel: Physik und Technik . . . . .	1
11. Kapitel: Architektur . . . . .	63
12. Kapitel: Kriegstechnik . . . . .	91
13. Kapitel: Antike Objekte . . . . .	139





Die Hauptwege der Wissenschaften  
in die arabisch-islamische Welt.

# I.

## Entwicklung der Wissenschaften im Islam

vom 1./7. bis zum 10./16. Jahrhundert

*Ich habe getan, was jedermann in seinem Beruf tun sollte: Die Leistungen der Vorgänger mit Dankbarkeit entgegennehmen, etwaige Fehler ohne Scheu verbessern und, was bewahrenswert erscheint, den Nachfolgern und späteren Generationen weitergeben.* al-Birūnī (gest. 440/1048)

DER VERSUCH, in einer Einführung zum vorliegenden Katalog dem Leser eine adäquate Vorstellung von der Bedeutung der arabisch-islamischen Kultur für die Universalgeschichte der Wissenschaften zu vermitteln, ist eine schwierige Aufgabe. Sie ist es nicht nur deswegen, weil bisher erst ein bescheidener Teil des erhaltenen handschriftlichen Quellenmaterials in arabischer, persischer und türkischer Sprache herausgegeben wurde und nur zu einem Bruchteil untersucht worden ist. Es gibt mannigfache weitere Gründe, die ein solches Unternehmen erschweren. Die Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften im Abendland stieß schon in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts, mitten in ihrer aktiven Phase, auf Feindseligkeit und heftige Ablehnung. Diese weitgehend religiös motivierte antagonistische Strömung, die sich trotz gewisser Widerstände bis ins 19. Jahrhundert hinein gehalten hat, hat den Geist und die Darstellungsweise der Historiographie der Wissenschaften in Europa seit dem 16. Jahrhundert tief geprägt. Im Zuge dieser Strömung wurden Wissenschaftshistoriker offenbar erstmals im 18. Jahrhundert zu einer universalhistorischen Betrachtung geführt, in der die Bezeichnung Renaissance gleichsam per definitionem eine Verknüpfung jeglicher kreativer Stellung der arabisch-islamischen Wissenschaften in der Geistesgeschichte der Menschheit mit sich brachte.

In einer großmaschigen, realitätsfernen Periodisierung der Wissenschaftsgeschichte wird das Renaissance<sup>1</sup> genannte Phänomen als unmittelbare Fortsetzung der griechischen Periode betrachtet. Bei diesem Zeitsprung bleibt der arabisch-islamischen Kultur bestenfalls die Rolle eines Vermittlers durch Bewahren und Übersetzen gewisser griechischer Werke.

Während die bereits im 13. Jahrhundert beginnende Bekämpfung der Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften noch lange mit voller Härte anhielt, begann in einigen europäischen Ländern im 18. Jahrhundert eine arabistische Forschung den Islam und das mit ihm zusammenhängende Kultur- und Wissensgut auf Grund von Quellenstudien kennenzulernen. Diese Arabistik, die naturgemäß nicht immer ideale Züge aufweist und es bei der

<sup>1</sup> Der französische Philosoph Étienne Gilson spricht in seinem Buch *Héloïse et Abélard* (Paris 1938, hier deutsche Übers. *Heloïse und Abälard*, Freiburg 1955) von einer «Professoren-Renaissance» (S. 99) und sagt: «Die Deutung der Renaissance und des Mittelalters, die wir hier ins Auge fassen, ist keineswegs, wie man meinen könnte, eine historische Hypothese, über die auf Grund von Tatsachen entschieden wird. Es ist vielmehr eine jener grundsätzlichen Stellungnahmen, die G. Séailles gern unter seine «Grundsätze des zeitgenössischen Empfindens» aufgenommen hätte. Ein Grundsatz als solcher ist

Beurteilung und Bewertung ihres Forschungsgegenstandes nicht selten an Objektivität mangeln läßt, hat dennoch im Laufe ihrer zweihundertjährigen Geschichte durch zahlreiche Studien, Editionen und Übersetzungen von Quellen, durch die Schaffung von Nachschlagwerken und das Sammeln und Katalogisieren arabischer, persischer und türkischer Handschriften in europäischen Bibliotheken eine enorme Leistung vollbracht. Wenn es ihr auch bisher nicht recht gelungen ist, die Darstellung der sogenannten «Renaissance» in den Geschichtsbüchern zu erschüttern, so machen sich doch dank der Bemühungen von Gelehrten wie Jean-Jacques Sédillot (1777-1832) und dessen Sohn Louis-Amélie (1808-1875), von Joseph-Toussaint Reinaud (1795-1867), Franz Woepcke (1826-1864) oder Eilhard Wiedemann (1852-1928) Spuren einer Korrektur bemerkbar. George Sarton (1884-1956) war bisher der einzige Wissenschaftshistoriker, der sich darum bemüht hat, die arabistischen Forschungsergebnisse erschöpfend zu verarbeiten. Er tat dies mustergültig in seiner *Introduction to the History of Science*<sup>2</sup>. Leider scheinen die von ihm vermittelten Ergebnisse in historiographischen Werken, die später über einzelne Naturwissenschaften geschrieben wurden, zu wenig Aufmerksamkeit gefunden zu haben. Es ist auch zu bedauern, daß die Schulbücher kaum nennenswerte Korrekturen an der von der herkömmli-

chen Historiographie der Wissenschaften ererbten Betrachtungsweise verraten. Meine Generation ist noch in einer Zeit aufgewachsen, in der sich diese Betrachtungsweise unerschütterlich in den Schulbüchern behaupten konnte. Eine deutliche Korrektur kann allein von einer künftigen, auf breiter Basis durchgeführten Forschung erhofft werden. Entscheidend wird dabei allerdings sein, daß deren Ergebnisse einem möglichst weiten Interessentenkreis zugänglich werden. Ein wirksamer Vermittlungsweg dürfte darin bestehen, die Geräte und Instrumente, die im Rahmen der arabisch-islamischen Naturwissenschaften und Technik benutzt, entwickelt und erfunden wurden, bekannt zu machen und, soweit sie nicht mehr erhalten sind, zu rekonstruieren. Der vorliegende Katalog und das Museum, dessen Exponate darin beschrieben sind, haben diese Art der Vermittlung zum Ziel.

Nach diesen einleitenden Worten gehe ich nun dazu über, einen Überblick über die Stellung der arabisch-islamischen Kultur im Rahmen der Universalgeschichte der Wissenschaften zu geben.

### 1./7. Jahrhundert

Schon in der dritten Dekade nach dem Auftreten des Islam erweiterte der durch ihn ins Leben gerufene Staat seine Grenzen durch Eroberungen im Norden nach Kleinasien und Westpersien und südwestlich bis Ägypten. Durch die Einnahme von Damaskus im Jahre 15/636, von Emessa (heute Hims) und Aleppo im Jahre 16/637, von Antiochia (heute Antakya) im Jahre 17/638 und Alexandria im Jahre 21/642 kamen die Muslime mit den ehemals zum Römischen, später zum Byzantinischen Reich gehörenden Bewohnern dieser Städte in dauerhaften Kontakt. Bekanntlich haben die Eroberer die Bewohner jener traditionellen Zentren der Wissenschaften gut behandelt und wußten von ihrem Wissen und ihren technischen Kenntnissen zu profitieren. Ohne diese Politik wäre es undenkbar gewesen, daß die Muslime bereits im

---

nicht diskutabel. Es sind nicht die Tatsachen, die ihn diktieren, er stammt aus der Tiefe des Gemüts, und von da werden die Tatsachen diktiert.»

« ... Für jede wirkliche Tatsache, die man eliminiert, erscheint eine fiktive Tatsache, die man erst erschafft, dann kommentiert und auf die man sich endlich gar stützt, um aus der Geschichte alle übrigen Tatsachen zu eliminieren, mit denen das Phantom nicht zusammenpaßt» (ebd. S. 102), vgl. H. Schipperges, *Ideologie und Historiographie des Arabismus*, in: Sudhoffs Archiv, Beihefte, Heft 1, Wiesbaden 1961, S. 14.

<sup>2</sup> Erschienen in fünf Bänden, Baltimore 1927-1948.



Jahre 28/649 mit einer kampffähigen Flotte die Insel Zypern eingenommen, im Jahre 31/652 an den Küsten Siziliens geplündert und wenig später Rhodos besetzt hätten.<sup>3</sup>

Sicherlich ergaben sich besonders günstige Bedingungen für einen allmählichen Übergang der Eroberer zur Aneignung der Kulturgüter ihrer konvertierten oder nicht konvertierten Mitbürger vor allem seit dem Beginn der umayyadischen Herrschaft im Jahre 41/661. Eine erhaltene arabische alchemistische Handschrift gibt sich als Übersetzung eines Traktates des griechischen Alchemisten Zosimos (350-420) aus, die bereits im Jahre 38/658 angefertigt worden sein soll.<sup>4</sup> Wenn wir dieser Angabe Glauben schenken, würde es bedeuten, daß das Interesse an der Übersetzung griechischer Bücher bereits zur Zeit der Statthalterschaft des späteren ersten Umayyadenkalifen Mu‘āwiya I. geweckt war.

Die frühe Bereitschaft und Fähigkeit der Araber zur Aneignung der fremden Kulturgüter erklärte Julius Ruska im Jahre 1917 zutreffend im Hinblick auf die Geschichte der Mathematik: «Es kann nicht oft und nachdrücklich genug gesagt werden, daß die Araber, die die persischen und römischen Provinzen überfluteten, weder Rechtswissenschaft noch Staatsverwaltung fertig mitbrachten, sondern gezwungen waren, die Verwaltungsmethoden und Rechtsformen der eroberten Länder im wesentlichen unverändert zu übernehmen. Daß es ihnen mit erstaunlicher Schnelligkeit gelang, sich in die größeren Verhältnisse hineinzufinden und nicht nur die staatlichen Einrichtungen, sondern auch alle anderen Früchte einer alten, ausgereiften Kultur sich zu eigen zu machen, ist bekannt. Das wäre aber gewiß unmöglich gewesen, wenn der geistige Abstand zwischen dem Eroberervolk und den zeitgenössischen Persern, Griechen und Ägyptern so groß gewesen wäre, wie man bis in

die neueste Zeit anzunehmen pflegte. Insbesondere darf man sich die städtischen Araber, die Träger der geistigen und politischen Bewegung, nicht als halbe Wilde vorstellen, die vor dem Auftreten Muhammeds jedem Kultureinflusse von seiten der Nachbarvölker unzugänglich gewesen wären oder gar in der Zeit, zu der sie für die Geschichte der Mathematik wichtig werden, kaum hätten schreiben können ...»<sup>5</sup>

Die Bewohner der alten Kulturzentren scheinen bei der Integration in die neue Gesellschaft keine großen Schwierigkeiten gehabt zu haben. Am Hof der frühen Umayyadenherrscher waren beispielsweise christliche Ärzte tätig. Es wird berichtet, daß einer von ihnen mit Namen Ibn Aṭāl unter Mu‘āwiya I. (reg. 41/661-60/680) diente. Ein weiterer christlicher Arzt, Abu l-Ḥakam, stand auch in Diensten Mu‘āwiyas. Auf ihn verlieh sich der Herrscher bei der Zubereitung der Arzneien.<sup>6</sup> In vielen Bereichen des Staates waren die Umayyaden auf die Dienste und die Unterstützung der Bewohner der eroberten Länder angewiesen. Die Zusammenarbeit scheint dabei gut funktioniert zu haben, auch bediente man sich in der Steuer- und Verwaltungspraxis noch eine Zeitlang der angestammten Sprachen. In Ägypten war es das Koptische, in Syrien das Griechische und im Irak und in Persien das Persische. Eine Führung der Akten auf Arabisch erfolgte erst später. In Syrien geschah dies auf Veranlassung des Herrschers ‘Abdalmalik b. Marwān im Jahre 81/700, im Irak auf Befehl des Statthalters al-Ḥaḡḡāḡ b. Yūsuf im Jahre 78/697, in Ägypten zur Zeit des Statthalters ‘Abdallāh b. ‘Abdalmalik b. Marwān im Jahre 87/705 und in Nordostpersien (Ḥurāsān) unter dem Kalifen Hišām b. ‘Abdalmalik im Jahre 124/742.<sup>7</sup>

<sup>5</sup> J. Ruska, *Zur ältesten arabischen Algebra und Rechenkunst*, Heidelberg 1917, S. 36-37; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 8.

<sup>6</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 5.

<sup>7</sup> s. Ibn an-Nadīm, *Fihrist* S. 242; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 21.

<sup>3</sup> s. F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Bd. 11, S. 6.

<sup>4</sup> s. ebd. Bd. 4, S. 75.

Im Geiste des bereits bestehenden Interesses an der Aneignung der in den Kulturzentren der eroberten Länder vorhandenen Kenntnisse erfolgte die erste Übersetzung eines medizinischen Buches ins Arabische unter dem Umayyaden Marwān I. (reg. 64/683-65/685). Es war das auf Griechisch verfaßte Lehrbuch (*Kunnāš*) des alexandrinischen Presbyters Ahron (wirkte wahrscheinlich im 6. Jh.n.Chr.), das zunächst von einem Gōsiōs ins Syrische übersetzt worden war und nun aus dieser Version von dem jüdischen Mediziner Māsargawaih aus Bašra ins Arabische übertragen und mit zwei eigenen Kapiteln ergänzt wurde. Die Übersetzung soll sich in der Bibliothek des Kalifen ‘Umar b. ‘Abd-al‘azīz (reg. 99/717-101/720) befunden haben und von diesem der Allgemeinheit zugänglich gemacht worden sein.<sup>8</sup>

Aus dem ersten Jahrhundert des Islam und aus der Wende zum zweiten sind uns die Titel einiger Übersetzungen ins Arabische bekannt. Mehrere davon sollen nach eigenen Angaben im Auftrag des Umayyadenprinzen Ḥālid b. Yazīd (gest. um 102/720) entstanden sein, darunter auch alchemistische und astrologische Schriften.<sup>9</sup> Mit einer Reihe erhaltener Traktate und bezeugt von vielfältigen Angaben in der Literatur erscheint dieser Prinz als erster Araber in der Wissenschaftsgeschichte, der sich mit Alchemie befaßt und darüber geschrieben hat. Freilich sollte man von dieser Beschäftigung nicht mehr erwarten als Adaptation oder Imitation von Büchern, die sich ihm durch die Übersetzungen erschlossen, die er selbst förderte, und durch die unmittelbare Wirkung seiner Lehrer, die zu den Repräsentanten der Kulturen der eroberten Länder gehörten. In diesem Fall werden Damaskus und Alexandria als Wirkungsorte genannt. Unter den von Ḥālid b. Yazīd geförderten Übersetzungen astrologischer Bücher befand sich das «Buch der Frucht» (καρπός; *Kitāb*

*at-Tamara*) von Pseudo-Ptolemaios, eine Übersetzung, die al-Bīrūnī noch in der ersten Hälfte des 5./11. Jahrhunderts benutzen konnte.<sup>10</sup> Anscheinend hat sich Ḥālid b. Yazīd auch selbst mit Astrologie befaßt. Abū Ma‘šār<sup>11</sup> (171/787-272/886), der berühmte Astrologe, zählt ein Buch Ḥālids zu den bekannten astrologischen Werken.<sup>12</sup> Mit der Übersetzung des medizinischen Lehrbuches von Ahron, den von Ḥālid b. Yazīd veranlaßten Übersetzungen und seiner eigenen Tätigkeit als Autor dürfen wir den Beginn der Periode der Rezeption des fremden Wissens im arabisch-islamischen Kulturraum, cum grano salis, auf das dritte Drittel des ersten Jahrhunderts ansetzen. Natürlich war das von den Arabern übernommene fremde Wissensgut zu jener Zeit nicht nur griechischer Herkunft. Wir erfahren beispielsweise, daß ein geographisches Buch in persischer Sprache, das sich im Besitz der Sasanidenprinzessin Šāhāfirīd befunden hatte, nach ihrer Gefangennahme bei der Eroberung von Ḥurāsān durch Qutaiba b. Muslim (gest. 96/715) in die Hände der Eroberer fiel.<sup>13</sup>

Ähnliches berichtet der große islamische Denker al-Bīrūnī (gest. 440/1048). In seinem Grundwerk der mathematischen Geographie, *Tahdīd nihāyāt al-amākin*<sup>14</sup>, weist er darauf hin, er habe in Ġazna, im heutigen Afghanistan, ein astronomisches Tafelwerk (*Ziğ*) auf altem Pergament und mit Angaben nach der diokletianischen Ära gesehen, in dessen Anhang Zusätze eines Gelehrten mit Notizen und Daten von Sonnenfinsternissen gestanden hätten, die in den Jahren zwischen 90 und 100 der Hiğra beobachtet worden waren. Er habe darin auch Angaben über den Breitengrad der Stadt Bust und die Schiefe der Ekliptik gefunden.<sup>15</sup>

<sup>10</sup> s. ebd. Bd. 7, S. 42.

<sup>11</sup> s. ebd. Bd. 7, S. 139-151.

<sup>12</sup> ebd. Bd. 7, S. 15.

<sup>13</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 64.

<sup>14</sup> Ed. Kairo 1963, S. 268.

<sup>15</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 122.

<sup>8</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 5-6, 166-168, 206.

<sup>9</sup> s. ebd. Bd. 4, S. 56, 82-83, 89; Bd. 7, S. 9.

Von großer Bedeutung für die Anfangsperiode der Rezeption war sicherlich die Übersetzung der angeblichen Sendschreiben von Aristoteles an Alexander den Großen, darunter das Buch περὶ κόσμου, unter dem Umayyaden Hišām b. ʿAbdalmalik (reg. 105/724-125/743). Mit der Übersetzung dieses Pseudobuches, das vermutlich aus der zweiten Hälfte des 2. Jahrhunderts n.Chr. stammt, erreichte den arabisch-islamischen Kulturkreis eine beschränkte, jedoch über die Grenzen des islamischen Gebietes hinausgehende geographische Kenntnis, eine von der einheimischen Auffassung der atmosphärischen Ereignisse abweichende Meteorologie und Grundzüge der griechischen Vorstellung von der Gestalt der Welt: Die Erde liegt im Mittelpunkt des Universums. Dieses bewegt sich unablässig zusammen mit dem gesamten Himmel. Die Fixsterne kreisen gemeinsam mit dem Himmel. Die Anzahl der Sterne ist für den Menschen unerforschlich. Die Planeten sind sieben an der Zahl. Sie unterscheiden sich voneinander in ihrer Natur und Geschwindigkeit sowie in ihrer Entfernung zur Erde und bewegen sich in eigenen Kreisbahnen, die ineinander liegen und von der Fixsternsphäre umschlossen sind.<sup>16</sup>

Ohne die Beispiele weiter vermehren zu wollen, die ohnehin nur zu einem kleinen Teil und nur sporadisch erhalten sind, sei hier auf eine wichtige Eigenschaft dieser frühen Phase der Rezeption hingewiesen, die für die gesamte Periode der Rezeption und Assimilation der Wissenschaften im arabisch-islamischen Kulturkreis charakteristisch ist. Der Prozeß der Übernahme des fremden Wissens ging von Anfang an in aller Offenheit, ohne Berührungsängste und Hintergedanken vor sich, was leider bei der späteren Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften in Europa, wie wir sehen werden, nicht der Fall war.

Den Beweggrund für den Drang nach Übernahme des fremden Wissens erklärte Franz Rosenthal<sup>17</sup> im Jahre 1965 mit folgenden Worten: «Vielleicht wären weder der praktische Utilitarismus, der den Muslimen die Bekanntschaft mit der Medizin, der Alchemie, mit den exakten Wissenschaften wünschenswert erscheinen ließ, noch der theoretische Utilitarismus, der sie veranlaßte, sich mit philosophisch-theologischen Fragen zu beschäftigen, zur Fundierung einer ausgedehnten Übersetzungstätigkeit ausreichend gewesen, wenn die Religion Muḥammads nicht von Anfang an die Rolle des Wissens (*ʿilm*) als Haupttriebkraft des religiösen und damit des gesamten menschlichen Lebens in den Vordergrund gestellt hätte ... Ohne diese dem Islam von Haus aus eigene Zentralstellung, ja gewissermaßen religiöse Verehrung des <Wissens> wäre die Übersetzungstätigkeit vermutlich weniger wissenschaftlich, weniger ausgreifend gewesen und hätte sich wohl viel mehr auf das unbedingt Zwecknotwendige beschränkt, als es tatsächlich der Fall gewesen ist.»

Der in der jungen islamischen Gesellschaft im ersten Jahrhundert relativ schnell erreichte Fortschritt im Bereich der Wissenschaft erfolgte freilich nicht allein im Hinblick auf die Wissensgüter fremder Provenienz durch Übersetzung von Büchern. Durch die mit der neuen Religion entstandenen Verhältnisse, die keinesfalls so primitiv waren, wie man öfter annimmt, wurden die Araber rasch zur Beschäftigung mit völlig neuen geistigen Problemen geführt, vor allem entstand ein erstaunlicher Drang nach der Schreibkunst. Geht man den diesbezüglichen arabischen Quellen nach, so gewinnt man den Eindruck, daß die Alphabetisierung der Menschen im islamischen Territorium gegen Ende des 1./7. Jahrhunderts ein im zeitgenössischen Mittelalter unvergleichliches Niveau erreicht hat. Die Varianten zwischen den kurz nach dem

<sup>16</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 72; *Risālat Aristātālīs ila l-Iskandar fi l-ʿālam*, Handschrift Teheran, Dānišgāh 5469 (fol. 36b-41b); H. Strohm, *Aristoteles. Meteorologie. Über die Welt*, Berlin 1970, S. 240-241.

<sup>17</sup> *Das Fortleben der Antike im Islam*, Zürich und Stuttgart 1965, S. 18.

Tode des Propheten zirkulierenden Koranexemplaren forderte die Muslime zur Schaffung einer allgemein anzuerkennenden Rezension des Textes heraus. Das war eine philologische Aufgabe. Die Auslegung vieler nicht allgemein bekannter Wörter im Koran führte nicht nur zur Entstehung der ersten Korankommentare, sondern erweckte auch das Interesse an der Lexikographie. In diesem Zuge kam man ziemlich früh auf ein relevantes philologisches Mittel, nämlich die Verwendung poetischen Materials als sprachliches Zeugnis. Diese Erkenntnis hatte eine angemessen hohe Bewertung der Gedichte aus vorislamischer Zeit und der Periode des Übergangs zum Islam zur Folge und ging mit einer Sammel- bzw. Aufbewahrungstätigkeit des in Buchform oder fragmentarisch erhaltenen poetischen Materials einher. Die mit der einfachen Wortauslegung des Korantextes begonnenen philologischen Leistungen entwickelten sich im Laufe der Jahrhunderte derart, daß sie sich im Hinblick auf die inneren Prinzipien wie auf den äußeren Umfang «nur mit denen der Chinesen vergleichen lassen».<sup>18</sup>

Auch den Beginn der arabischen Grammatik setzen arabische Quellen im 1./7. Jahrhundert an. Nur mit einem so frühen Anfang läßt sich die enorme Entwicklung des 2./8. Jahrhunderts begreifen.

Die intensive Sammeltätigkeit und schriftliche Aufbewahrung der Aussprüche des Propheten (*ḥadīṭ*) führte zu einem eigenen Überlieferungswesen, dessen Prinzipien und Regeln von neuzeitlichen Forschern öfter mißverstanden worden sind.

Das Streben nach Niederschrift der Biographie des Propheten und seiner Eroberungszüge sowie der Biographien seiner ersten Nachfolger bahnte den Weg zu einer sich vielfältig gestaltenden und im Umfang enorm entwickelnden Historiographie, zu der auch recht früh entstandene separate Behandlungen der Wissenschafts-

geschichte zu zählen sind. Die Frage nach der Bedeutung dieser rein im islamischen Geistesraum entstandenen Geschichtsschreibung und ihrer sich selbständig entwickelnden Methodik wurde meines Wissens im Rahmen der Universalgeschichte des Faches noch nicht oder jedenfalls nicht angemessen behandelt. Selbst Arabisten unterschätzen den historischen Gehalt der meisten der vor allem in den ersten drei Jahrhunderten des Islam (7.-9. Jh.n.Chr.) entstandenen Geschichtswerke wegen der diesen eigenen Zitierweise ihrer Quellen. Die einzelnen historischen Berichte (*ḥabar*, pl. *aḥbār*) in jenen Werken, die überwiegend von Überliefererketten als Zeugnis ihrer Authentizität eingeleitet werden und von Fall zu Fall mit eigenen Bemerkungen oder Kommentaren des jeweiligen Autors versehen sein können, werden leider entweder als Jahrhunderte lang mündlich tradierte Berichte oder als ein oder zwei Generationen vor dem jeweiligen Buch nach bestimmten Tendenzen niedergeschriebene und in Umlauf gesetzte persönliche Ansichten eines der Überlieferer aufgefaßt. Ohne im Rahmen dieser Einführung auf Einzelheiten einzugehen sei gesagt, daß jene Überliefererketten die Namen der Verfasser schriftlicher Quellen bergen sowie deren Überlieferer, die nach strengen Regeln bevollmächtigt waren, bestimmte Quellen zu tradieren.<sup>19</sup> Nach unserem Verständnis könnte man die in arabischen Geschichtswerken erscheinenden Überliefererketten als Quellenverweise bezeichnen, wie sie etwa in heutigen Büchern in Fußnoten stehen.

Die frühesten schriftlichen Quellen juristischer Thematik sind ebenfalls im 1./7. Jahrhundert und bereits in dessen erster Hälfte zu suchen. Natürlich wurden in diesen ersten Aufzeichnungen bescheidenen Umfanges nur einzelne Themen behandelt. Umfangreichere und nach einer gewissen Systematik aufgebaute Kompendien

<sup>18</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 8, S. 15.

<sup>19</sup> s. ebd. Bd. 1, S. 53-84, 237-256.



des islamischen Rechts begannen in der ersten Hälfte des 2./8. Jahrhunderts in Erscheinung zu treten.<sup>20</sup>

Der Prozeß der Rezeption der fremden Wissens- und Kulturgüter entwickelte sich rasch in der ersten Hälfte des 2./8. Jahrhunderts sowohl qualitativ als auch dem Umfang nach und dehnte sich auf fast alle Wissensgebiete der Zeit aus. Die Quellen bestanden nicht nur aus griechischen Werken in direkter Übersetzung oder durch Vermittlung einer syrischen Übersetzung, sondern auch aus mittelpersischen Schriften.

Ein wichtiges Merkmal der frühen Übersetzungen aus dem Griechischen bestand darin, daß sie Pseudepigrapha waren, also den Namen einer bekannten Autorität der Antike wie Aristoteles, Sokrates oder Ptolemaios als vorgeblichen Autorennamen trugen. Sie waren in der Tradition der pseudepigraphischen griechischen Literatur entstanden, die sich bis mindestens zum 2. Jahrhundert v.Chr. zurückverfolgen läßt. Der Inhalt der in arabischer Übersetzung erhaltenen Pseudepigrapha erweckt den Eindruck, daß die meisten von ihnen in der Spätantike, kurz vor dem Islam, entstanden sind; sie vermitteln den Stand der Erfahrungen und der Entwicklung ihrer Entstehungszeit und scheinen überwiegend aus den östlichen Anrainerländern des Mittelmeeres zu stammen. Der Grund dafür, daß nur wenige der ins Arabische übersetzten Pseudoschriften im griechischen Original, vollständig oder fragmentarisch, erhalten sind, liegt m.E. daran, daß die meisten von ihnen kurz vor dem Auftreten des Islam in solchen Kulturzentren entstanden waren, die schon seit der ersten Hälfte des 1./7. Jahrhunderts Teil des islamischen Territoriums wurden. Die weitere Aufbewahrung der griechischen Originale blieb nach ihrer Übersetzung dem Zufall überlassen. Weder die Übersetzer noch die Leser dieser Schriften wußten natürlich oder waren in der Lage zu wissen, daß die Bücher fiktive Verfasseramen

trugen. Arabisch-islamische Gelehrte zitierten diese Titel als echte Schriften ihrer fiktiven Autoren, selbst nachdem deren Originalschriften auf Griechisch und in arabischer Übersetzung zugänglich geworden waren. Sie lernten beispielsweise Pseudoschriften von Aristoteles, Platon oder Ptolemaios vor deren echten Büchern kennen und benutzten die einen wie die anderen gegebenenfalls gleichwertig nebeneinander. Viele dieser Schriften wurden später als Werke ihrer Pseudoverfasser aus dem Arabischen ins Hebräische und Lateinische übersetzt und galten dann auch im Abendland Jahrhunderte lang als echt.

Die Frage nach Entstehungszeit und Bedeutung der im arabischen Schrifttum fragmentarisch oder vollständig erhaltenen Pseudepigrapha unter griechischen, babylonischen, persischen und anderen Autorennamen habe ich bei mehreren Gelegenheiten in meiner *Geschichte des arabischen Schrifttums* behandelt. Auf meine dortigen<sup>21</sup> Ausführungen verweisend begnüge ich mich hier mit dem Hinweis, daß die meisten Arabisten sie nicht als Übersetzungen, sondern als Fälschungen arabisch-islamischer Gelehrter betrachten. Das würde bedeuten, daß diese Gelehrten zunächst die Pseudoschriften selbst verfaßt haben, um sie anschließend als echte Schriften zu zitieren, wie es gerade in den frühesten arabischen Büchern geschieht. Dabei bleibt die Frage unbeantwortet, ob die Araber und frühen Muslime überhaupt in der Lage waren, aus ihren geographischen und kulturhistorischen Verhältnissen heraus die Inhalte jener zum Teil umfangreichen Schriften zu erfinden. Durch die späte Datierung und Entwertung der im arabischen Schrifttum erhaltenen vorislamischen Pseudepigrapha geht leider wichtiges Material für die Wissenschaftsgeschichte der Spätantike verloren.

<sup>20</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 1, S. 393 ff.

<sup>21</sup> Bd. 4, S. 15 ff., 31 ff.

## 2./8. Jahrhundert

Der Umfang der Rezeption aus den Nachbarkulturen vergrößerte sich wesentlich in der zweiten Hälfte des 2./8. Jahrhunderts. Auch die Aufnahmefähigkeit entwickelte sich stetig und rasch dank mannigfacher günstiger Bedingungen. Beim Rezeptionsprozeß darf natürlich nicht nur an die Übersetzung von Büchern und deren Auswirkungen gedacht werden. Bei der Rolle, die die Vertreter der Kulturzentren der eroberten Länder aus dem östlichen Mittelmeerraum eine Zeit lang als Lehrer der Muslime gespielt haben, macht sich die Stellung der Wissens- und Kulturträger aus dem eroberten persischsprachigen Raum stark bemerkbar.

Über die Rezeption fremden Wissens unter den Sasaniden, namentlich unter Šāpūr I. (reg. 242-272), sind wir recht gut informiert.<sup>22</sup> Die vor allem von den Griechen und Indern, wahrscheinlich indirekt auch von den Spätbabyloniern übernommenen wissenschaftlichen Kenntnisse erlebten hier einen gewissen Aufschwung. Von den im Sasanidenreich auf eher synkretistische Art gepflegten Wissensgebieten läßt sich in den Fächern Astronomie, Astrologie, Mathematik, Geographie, Philosophie und Medizin auf arabischer Seite ein beschleunigter Rezeptionsprozeß feststellen.<sup>23</sup> Drei Begebenheiten aus Astronomie, Philosophie und Medizin, die diese Entwicklung illustrieren, seien hier angeführt.

Die Überarbeitung der astronomischen Tabellen im *Kanon* des Ptolemaios an Hand von indischen Tabellen erbrachte gewisse Korrekturen. Die jüngste Redaktion dieser Bearbeitung, im Auftrag von Yazdağird III. (reg. 632-651) unternommen, wurde unter dem Titel *Ziğ aš-šahriyār* wahrscheinlich in der ersten Hälfte des 2./8. Jahrhunderts ins Arabische übersetzt. Ihre

anregende Wirkung auf arabisch-islamische Gelehrte, sich frühzeitig mit wissenschaftlicher Astronomie zu befassen, scheint ziemlich groß gewesen zu sein.<sup>24</sup>

Auf dem Gebiet der Philosophie wurden einige Teile des aristotelischen *Organon* von ‘Abdallāh Ibn al-Muqaffa‘<sup>25</sup> (gest. 139/756) aus mittelpersischen Übersetzungen ins Arabische übertragen. Ibn al-Muqaffa‘ war persischer Herkunft und einer der bedeutendsten Literaten seines Jahrhunderts. Er beeinflusste den Werdegang der Rezeption, abgesehen von eigenen Werken, durch Übersetzungen persischer Bücher aus verschiedenen Wissensgebieten. Darunter war seine Übersetzung von *Kalila wa-Dimna*, einem Fürstenspiegel in Form von Tierfabeln, der zuvor von dem Perser Burzōe unter Ḥusrau I. Anūširwān (reg. 531-579) aus dem Sanskrit übersetzt worden sein soll. Die von Burzōe hinzugefügte Einleitung beinhaltet eine der ältesten erhaltenen Abhandlungen über medizinische Ethik, die zugleich die Autobiographie eines Arztes darstellt.<sup>26</sup>

Zur Rezeption der Medizin im engeren Sinn in der ersten Hälfte des 2./8. Jahrhunderts sei erwähnt, daß das berühmte sasanidische Wissenschaftszentrum Ğundišāpūr noch mindestens bis zur Zeit des Kalifen al-Ma‘mūn (reg. 198/813-218/833) intakt war und daß dessen Ärzte auch in Bagdād verkehrten. Es wird überliefert, daß Ğürġis b. Ğibril b. Buḥtišū‘, ein Oberarzt am Krankenhaus von Ğundišāpūr und Verfasser medizinischer Schriften, im Jahre 148/765 in hohem Alter vom Kalifen al-Manšūr nach Bagdād gerufen wurde, um diesen von einem Magenleiden zu heilen. Er soll außerdem mehrere me-

<sup>22</sup>s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 106 ff.

<sup>23</sup> s. ebd. Bd. 3, S. 182-186; Bd. 4, S. 59-60; Bd. 5, S. 205 ff.; Bd. 6, S. 106-111; Bd. 7, S. 69-71, 80-88.

<sup>24</sup> s. ebd. Bd. 5, S. 203-204; Bd. 6, S. 107-110, 115.

<sup>25</sup> s. ebd. Bd. 7, S. 322; ausführlich im Manuskript des Kapitels Unterhaltungsliteratur der *Geschichte des arabischen Schrifttums*, das vor ca. 20 Jahren ausgearbeitet wurde.

<sup>26</sup> s. ebd. Bd. 3, S. 182-183.

dizinische Bücher aus dem Griechischen ins Arabische übersetzt haben. Seine eigenen Bücher schrieb er auf Syrisch.<sup>27</sup>

Der Fortschritt, der sich in den Geisteswissenschaften des arabisch-islamischen Kulturbereiches in der ersten Hälfte des 2./8. Jahrhunderts zeigt, war enorm. Schriften über Traditionswissenschaften und Rechtswesen, die früher auf einzelne Themen beschränkt blieben, entwickelten sich zu voluminösen, nach Themen geordneten Kompendien. In der Traditionswissenschaft verfeinerte sich zudem die Methodik. Auch die Geschichtsschreibung gewann an Umfang und Inhalt. In Büchern über die Geschichte der Eroberungen erhielt die geographische Beschreibung jener Länder hinreichenden Raum.

Die Entwicklung der oben erwähnten Zweige der Philologie verlief in der ersten Hälfte des 2./8. Jahrhunderts auffallend rege. Das gilt sowohl für die Sammlung und Kodifizierung der altarabischen Poesie als auch für die Erweiterung des Rahmens der behandelten Materie auf dem Gebiet der Grammatik und für die Gestaltung der Lexikographie. Nehmen wir die Leistungen eines al-Ḥalīl b. Aḥmad, so wird seine bedeutende Rolle bei der Ausgestaltung der Lexikographie und der Grammatik und bei der Ausbildung der poetischen Metrik und der Musiktheorie hervorgehoben. Möglicherweise war er der erste, der den Versuch unternommen hat, auf der Basis der zahlreichen monographischen Arbeiten seiner Vorgänger ein zusammenfassendes Werk zu schaffen. Seinem *Kitāb al-ʿAin* kam jedenfalls schon früh die Bedeutung eines kanonischen Werkes der Lexikographie zu.<sup>28</sup>

Während der Prozeß der Rezeption in der zweiten Hälfte des 2./8. Jahrhunderts und noch im folgenden Jahrhundert in aller Intensität weiter-

ging, begann gleichzeitig die Periode der Assimilation. Bedeutsam hierfür war, daß der Kalif al-Manṣūr (reg. 136/754-158/775) die Übertragung des umfangreichen astronomischen *Siddhānta* aus dem Sanskrit ins Arabische anordnete. Der Auftrag wurde von einem der jüngsten Vertreter der sasanidischen Astronomie im Islam, al-Fazārī, im Jahre 154/770 ausgeführt.<sup>29</sup> Nicht nur das Vorhandensein ausreichender Bedingungen, darunter der notwendigen arabischen Terminologie zur Übertragung der astronomisch-mathematischen Thematik ist für jene Zeit beachtenswert, sondern auch, daß al-Fazārī und sein Zeitgenosse Yaʿqūb b. Ṭāriq bereits in der Lage waren, in mehreren eigenen Schriften Themen der theoretischen wie auch der angewandten Astronomie abzuhandeln. Sie schrieben unter anderem über den Gebrauch des planisphärischen Astrolabs und der Armillarsphäre.<sup>30</sup> Darin erblicke ich den Beginn der Assimilationsphase auf dem Gebiet der Astronomie.

In diesem Sinne ist auch das Anliegen des Staatsmannes und Wissenschaftlers Yaḥyā b. Ḥālid al-Barmakī (geb. 120/738, gest. 190/805) zu verstehen, den *Almagest* von Ptolemaios ins Arabische übersetzen zu lassen. Sein Wunsch ging vermutlich 25 Jahre nach der Übersetzung des indischen *Siddhānta* in Erfüllung. Zur Beurteilung des im arabisch-islamischen Kulturraum bereits erreichten Standes der Astronomie, ja der Wissenschaften überhaupt, ist es aufschlußreich, daß der Mäzen mit dieser ersten Übersetzung nicht zufrieden war und andere Gelehrte mit der Durchführung einer weiteren Übersetzung beauftragte.<sup>31</sup>

Ein noch deutlicheres Zeichen für den Beginn der Assimilationsperiode ist auf dem Gebiet der Chemie–Alchemie zu beobachten. Mehrere arabisch schreibende Gelehrte verfaßten in der zweiten Hälfte des 2./8. Jahrhunderts Bücher auf

<sup>27</sup> s. Ibn Abī Uṣāibiʿa, *ʿUyūn al-anbāʾ*, Bd. 1, S. 123-125; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 209.

<sup>28</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 8, S. 51-56.

<sup>29</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 122.

<sup>30</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 122-127.

<sup>31</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 85.

diesem Gebiet, indem sie sich überwiegend im Fahrwasser von Autoren bereits übersetzter Bücher bewegten. Man kann das sicherlich als eine bescheidene Assimilation betrachten. Doch nicht dies ist hier gemeint, sondern die phänomenale Erscheinung eines Gelehrten mit Namen Ġābir b. Ḥaiyān, der sich im gleichen Zeitraum von einem Chemiker und Alchemisten zu einem Naturphilosophen entwickelte und sich mit fast allen Wissensgebieten seiner Zeit beschäftigt hat. Wie wir im entsprechenden Kapitel ausführlicher darlegen werden, zeigen seine erhaltenen, mehrere hundert zählenden Traktate, daß er auf den Kenntnissen aufbaute, die ihm vor allem durch die Pseudepigrapha zugänglich wurden. Seine Schriften, deren chronologische Reihenfolge sich aus zahlreichen Selbstverweisen ergibt, verraten einen erstaunlichen wissenschaftlichen Werdegang. Auf dem Gebiet der Chemie–Alchemie erscheint er als ein Wissenschaftler, der sich um die Gründung einer Disziplin bemüht, die zum Ziel hat, eine qualitative Analyse der in der Natur vorkommenden Substanzen durch eine Bestimmung von deren Mengenverhältnissen zu erreichen. Für ihn sind alle Gegebenheiten des menschlichen Wissens auf ein System von Quantität und Maß zurückzuführen, das zu einem Prinzip der Gleichgewichtsverhältnisse führt, welches er die «Lehre von den Maßen» (*‘ilm al-mīzān*) nennt. Ġābir erschien zu Beginn seines Werdeganges als Figur des Assimilationsprozesses, doch entwickelte er sich bald zu einem kühnen und äußerst kreativen Naturphilosophen (s.u. IV, 99 ff.).

Auch die gleichzeitige Weiterentwicklung auf den Gebieten der Geisteswissenschaften nahm sprunghafte Züge an. Ein jeder Gelehrter baute auf den Werken seiner Vorgänger auf, erweiterte sie, so gut er konnte, und machte sie in gewisser Weise entbehrlich. Ein Beispiel dafür ist das Grammatikbuch, «das Buch» (*al-Kitāb*) von ‘Amr b. ‘Uṭmān Sibawaih<sup>32</sup> (gest. vielleicht 180/

796). Das monumentale Werk, das bei späteren Generationen als Kanon der Grammatik galt, zeugt mit seinem Umfang und systematischen Aufbau davon, welche rasche und substantielle Entwicklung die Wissenschaften innerhalb kurzer Zeit in der arabisch-islamischen Kultur genommen haben.

### 3./9. Jahrhundert

Im ersten Fünftel des 3./9. Jahrhunderts erhält der Entwicklungsprozeß der Wissenschaften einen völlig neuen Charakter, den man als Beginn der Periode der Kreativität betrachten kann. Zwar konnten die in der islamischen Welt gepflegten Wissenschaften in ihrer ständigen qualitativen und quantitativen Entwicklung von den günstigen Bedingungen des vergangenen Jahrhunderts profitieren, um ihren Weg ins 3./9. Jahrhundert ungestört weitergehen zu können, doch erhielten sie in dessen ersten Dekaden ganz neue Impulse durch den Kalifen al-Ma’mūn (reg. 198/813–218/833). Als Bewunderer der griechischen Wissenschaften ließ dieser Herrscher griechische Werke aus Byzanz und aus den eroberten Kulturzentren nach Bagdad bringen und nicht nur bis dahin unübersetzte Werke ins Arabische übertragen, sondern auch viele der älteren Übersetzungen erneuern.

Nach unserer noch nicht sehr deutlichen Kenntnis scheint al-Ma’mūn durch eine Institution mit dem Namen «Haus der Weisheit» (*Bait al-ḥikma*) die Arbeit seiner Gelehrten erleichtert und organisiert zu haben. Der Kalif selbst war auf mehreren Gebieten der Wissenschaften bewandert. Mehrfach entsprangen wichtige Arbeiten seiner Initiative und öfter nahm er an der Durchführung der Projekte persönlichen Anteil. Einige seiner Leistungen seien hier erwähnt, sofern sie einen kreativen Charakter aufweisen in dem Sinne, daß er sich mit einem Ergebnis nicht zufrieden gab, sondern darüber hinaus gehen wollte.

So ließ er die astronomischen Daten der *πρόχειροι κανόνες* von Ptolemaios, die zur Zeit der

<sup>32</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 9, S. 51–63



ersten Übersetzung des *Almagest* ins Arabische übertragen worden waren, von seinen Astronomen nachprüfen und verbessern. Die Resultate dieses Unternehmens wurden unter dem Titel *az-Ziğ al-mumtaḥan* veröffentlicht.<sup>33</sup>

Zu den Arbeiten, die der Kalif zusammen mit seinen Astronomen ausführte, gehörte die Ermittlung der Längendifferenz zwischen Bagdād und Mekka, um die Gebetsrichtung (*qibla*) so genau wie möglich zu bestimmen. Dabei ist zu beachten, daß der Kalif sich nicht auf die bereits aus unterschiedlichen Tabellen bekannten Koordinaten der beiden Städte verlassen wollte, sondern sie auf Grund eigener Beobachtung anlässlich einer Mondfinsternis festzustellen suchte. Die erzielte Längendifferenz von 3° (für korrekt 4°37') war recht gut.<sup>34</sup>

Für die künftigen Versuche, die Erdoberfläche mathematisch zu erfassen, war es von fundamentaler Bedeutung, daß al-Ma'mūn die Aufgabe einer genauen Bestimmung der Länge eines Grades im Meridian ausführen ließ. Unter Benutzung von Instrumenten für die Ermittlung des Sonnenstandes sowie der genauen Richtung der Mittagslinie und mit Hilfe von Schnur und Stäben führte eine Gruppe seiner Astronomen in den Ebenen von Syrien und dem Irak mehrfach Messungen durch und ermittelte die Länge eines Meridiangrades zwischen  $56 \frac{1}{3}$  und 57 Meilen, wobei  $56 \frac{2}{3}$  Meilen als durchschnittlicher Wert akzeptiert wurde. Es war ein Ergebnis, das vom modernen Wert nur minimal abweicht. Nach den Worten von Carlo A. Nalino war dies der eratosthenischen Ermittlung gegenüber, die auf mehreren unsicheren Voraussetzungen beruhte, die erste streng wissenschaftlich durchgeführte Erdmessung, die als Ergebnis einer lang andauernden, mühevollen Arbeit zustande gekommen war.<sup>35</sup> Weiterhin nahm der Kalif bei seiner Expedition gegen Byzanz die Gelegenheit wahr, die Länge eines

Grades im Meridian noch einmal trigonometrisch ermitteln zu lassen. Auf einer ziemlich hoch über den Meeresspiegel emporragenden Küste ließ er den ihn begleitenden Astronomen Sind b. 'Alī die Depression der Sonne beim Sonnenuntergang messen, um danach die Größe des Erdradius trigonometrisch zu berechnen. Es ist das Verfahren, das später mit den Namen Francesco Maurolico (1558), Sylvius Belli (1565) und Francesco Giuntini (gest. 1580) verbunden wurde.<sup>36</sup>

Das starke Interesse des Kalifen al-Ma'mūn an der Astronomie und ihrer Fortentwicklung führten ihn dazu, zuerst im Šammāsiya-Viertel in Bagdād und dann auf dem Qāsiyūn, dem Hausberg von Damaskus, je eine Sternwarte zu errichten. Er wollte dort mittels großer Instrumente und dauerhafter Beobachtung genauere Messungen als die der Vorgänger erreichen. Allem Anschein nach war er der erste in der Geschichte der Astronomie, der Sternwarten im engeren Sinn gegründet hat.

Abschließend sei dasjenige von al-Ma'mūn ins Leben gerufene Projekt erwähnt, das zweifellos als das bedeutendste und für die Nachwelt folgenreichste betrachtet werden kann. Es gehört ins Gebiet der Geographie und Kartographie.

Nachdem man sich im arabisch-islamischen Kulturraum bereits eine nicht unerhebliche Vertrautheit mit Längen- und Breitengraden, Karten und Ländergeographie erworben hatte,<sup>37</sup> wurde die γεωγραφικὴ ὑφήγησις des Ptolemaios ins Arabische übersetzt. Zusätzlich kamen den arabisch-islamischen Gelehrten zu Beginn des 3./9. Jahrhunderts die Geographie und die Karten von Marinus (1. Hälfte 2. Jh.n.Chr.) zur Kenntnis.<sup>38</sup> In diesem Zuge beschloß al-Ma'mūn, ein geographisches Werk mit einer Weltkarte und Teilkarten zustande bringen zu lassen und beauftragte eine Gruppe von Gelehrten mit

<sup>33</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 136-137.

<sup>34</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 94.

<sup>35</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 95.

<sup>36</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 96.

<sup>37</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 73 ff.

<sup>38</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 30-31, 80, 82.

der Durchführung. Es versteht sich von selbst, daß diese sich in erster Linie auf die Geographie des Ptolemaios stützten, welche ihrerseits eher eine kartographische Anleitung als ein geographisches Buch war. Sie enthielt die Koordinaten von etwa 8000 Orten, die mit sehr wenigen Ausnahmen keine durch astronomische Messung ermittelten Daten waren. Die Koordinaten waren überwiegend aus der Geographie und den Karten von Marinus gewonnen und weiter ausgearbeitet.

Die vor rund zwanzig Jahren entdeckte Weltkarte und die erhaltenen Teilkarten der Ma'mün-Geographen sowie die darauf basierenden zeitgenössischen Koordinatentabellen eröffnen einen völlig neuen Horizont für die Kartographiegeschichte. Allerdings ist die Bereitschaft des Historikers gefragt, sich vorurteilsfrei damit auseinanderzusetzen. Meine eigene Bewertung habe ich in meiner vor zwei Jahren erschienenen Studie *Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland* (Band 10 und 11 meiner *Geschichte des arabischen Schrifttums*) dargestellt und werde einige zentrale Punkte daraus im kartographischen Teil des vorliegenden Kataloges referieren. In dieser allgemeinen Übersicht über die Stellung der arabisch-islamischen Kultur in der Universalgeschichte der Wissenschaften möchte ich dagegen meine Grundvorstellung, die Überzeugung, die ich während meiner langjährigen Beschäftigung mit dem Thema gewonnen habe, zum Ausdruck bringen. Wie groß auch immer die Bemühungen der vom Kalifen al-Ma'mün beauftragten Astronomen und Geographen gewesen sein mögen, ihren Leistungen waren naturgemäß enge Schranken gesetzt. Das hatte bereits für ihre griechischen Vorgänger gegolten und sollte auch für ihre Nachfolger im Abendland seine Gültigkeit behalten. Wir dürfen uns der naiven, zwanghaft entstandenen kartographiehistorischen Betrachtungsweise nicht mehr hingeben, nach der etwa zu Beginn des 14. Jahrhunderts ein Priester wie

Giovanni Carignano<sup>39</sup> von seinem Wohnort Genua aus in der Lage gewesen sein soll, nur auf Grund von Erkundigungen eine Weltkarte mit einer fast wirklichkeitstreuen Darstellung des Mittelmeeres, des Schwarzen und des Kaspischen Meeres und Anatoliens herzustellen, ohne an Ort und Stelle als Arbeit von Generationen gewonnene Karten gekannt und als Vorlage verwendet zu haben – oder angenommen wird, um ein weiteres Beispiel zu nennen, daß es im Jahre 1724 Guillaume Delisle von seinem Atelier in Paris aus hätte gelingen können, als erster eine fast perfekte Karte von Persien mit Ostanatolien und dem Kaukasus zu zeichnen mit hunderten von Orten nach Koordinaten, mit den Konfigurationen von Meeren und Seen, mit Länderumrissen und Flußläufen, ohne eine in Generationen erarbeitete einheimische Karte als Vorlage in seine Muttersprache übersetzt zu haben.<sup>40</sup>

Auf der Basis dieser Realität und auf historische Gegebenheiten gestützt sehen wir, daß die Ma'mün-Geographen die von ihren Vorgängern ererbte kartographische Darstellung wesentlich verbessert haben. Ihr Fortschritt läßt sich an Hand einer nach Angaben der ptolemaischen Geographie von dem byzantinischen Gelehrten Maximus Planudes um 1300 n. Chr. rekonstruierten Weltkarte messen. Die von al-Ma'mün beauftragten Gelehrten hatten den Vorteil, von Bagdad aus, das nahezu im Zentrum der damaligen bewohnten Welt lag, Süd- und Zentralasien, Ost- und Nordafrika so weit wie möglich durch eigene Beobachtungen und Messungen zu erfassen. Für uns ist die Ma'münkarte aus mannigfachen Gründen von epochaler Bedeutung. Zusammen mit der auf Grund ihres Koordinatenbuches gezeichneten Rekonstruktionskarte spiegelt sie – abgesehen von einigen Eigenschaften der ersten Vulgata, die nicht mehr zu ermitteln sind – die Errungenschaften der Menschheit im Zusammenhang mit der kartographischen

<sup>39</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 332 ff.

<sup>40</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 413 ff.

Darstellung der Erdoberfläche im ersten Viertel des 3./9. Jahrhunderts wieder. Sie liefert uns damit eine solide Basis zur Bewertung der weiteren Entwicklung, wobei sie selbst für diese Entwicklung, sowohl im arabisch-islamischen Kulturraum als auch im Abendland, von großer Wirksamkeit gewesen ist. Abgesehen von ihrer ziemlich weit entwickelten Form der Erdoberfläche hilft sie uns mit ihren kartographischen Hilfsmitteln wie der globularen Projektion, dem kartographischen Maßstab und der perspektivischen Darstellung der Berge unsere Datierung für die Entstehungszeit dieser Hilfsmittel weitgehend nach oben zu korrigieren.

Die Mathematik, die schon in der zweiten Hälfte des 2./8. Jahrhunderts, vor allem nach der Übersetzung des indischen *Siddhānta* ins Arabische durch die Kenntnis der Null einen wesentlichen Fortschritt erzielt hatte, erfuhr in den ersten zwei Dekaden des 3./9. Jahrhunderts durch das fast gleichzeitige Erscheinen dreier Werke über Algebra eine neue Bereicherung. Ihre Verfasser waren Muḥammad b. Mūsā al-Ḥwārizmī<sup>41</sup>, Sind b. ‘Alī<sup>42</sup> und ‘Abdalḥamīd b. Wāsi‘ Ibn Turk<sup>43</sup>. Der Titel ihrer Werke lautete *Kitāb al-Ġabr wa-l-muqābala* im Sinne von «Wiederherstellung und Gegenüberstellung». Es waren die ersten von der Arithmetik losgelösten Behandlungen algebraischer linearer und quadratischer Gleichungen. Al-Ḥwārizmī schrieb sein Buch nach eigener Angabe im Auftrag des Kalifen al-Ma’mūn. Alle drei Werke scheinen auf einer synkretistischen Tradition zu basieren, die sich im hellenisierten Orient herausgebildet hatte und griechische, indische und spätbabylonische Elemente auf direktem oder indirektem Weg in sich aufgenommen hatte. Die Algebra von al-Ḥwārizmī und seine Arithmetik haben nach ihrer Übersetzung ins Lateinische

die Mathematik im Abendland seit dem 12. Jahrhundert tief beeinflusst.<sup>44</sup>

Gegen Ende der ersten Hälfte des 3./9. Jahrhunderts scheint die Mathematik im Islam die Schwelle der Periode ihrer Kreativität erreicht zu haben. Einem typischen Kennzeichen dieser Erscheinung begegnen wir in den Werken der Banū Mūsā (Muḥammad, Aḥmad und al-Ḥasan, Söhne von Mūsā b. Šākīr). Zur Zeit ihrer Beschäftigung mit der Mathematik standen die bedeutendsten Werke des Faches wie die von Euklid, Archimedes, Apollonios, Menelaos und anderen bereits zur Verfügung. Die terminologischen Schwierigkeiten waren weitgehend überwunden. Der Inhalt der *Elemente* Euklids war durch Kommentare, die ein dreiviertel Jahrhundert zuvor verfaßt worden waren, völlig assimiliert. Ältere Zeitgenossen der Banū Mūsā hatten mit regem Interesse der deduktiven Geometrie der Griechen monographische Abhandlungen gewidmet und die drei Brüder setzten durch eigene Monographien die begonnene Tätigkeit fort. Die uns erhaltenen Werke zeugen von ihrer Fähigkeit, sich schöpferisch und unbefangen mit der Arbeit der griechischen Vorgänger auseinanderzusetzen, wobei nicht ausschlaggebend ist, wieviel sie tatsächlich zustande brachten. In ihrem Werk über Geometrie behaupten sie, eine neue Lösung zur Dreiteilung des Winkels gefunden zu haben. Sie gehen dabei von einer Kurve aus, welche später in weiterentwickelter Form als «Pascalsche Schnecke» bekannt wurde. Der Grad ihrer eigenen Leistung ist dabei für unsere Beurteilung weniger entscheidend als ihre Haltung. Die drei Brüder unternahmen auch eine Kreisberechnung nach der von Archimedes entwickelten Methode. Sie bemühten sich, «durch abweichende Beweisführung und Wahl anderer Buchstaben sich von ihren griechischen Meistern so weit als möglich zu entfernen.»<sup>45</sup> Sie kannten den Heronischen Lehrsatz

<sup>41</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 228-241.

<sup>42</sup> s. ebd. Bd. 5, S. 242-243.

<sup>43</sup> s. ebd. Bd. 5, S. 241-242.

<sup>44</sup> s. ebd. Bd. 5, S. 28.

<sup>45</sup> H. Suter, *Über die Geometrie der Söhne des Mūsā ben Šākīr*, in: Bibliotheca Mathematica (Stockholm) 3.

für die Fläche des Dreiecks, doch brachten sie einen anderen, vielleicht von der Geometrie der Spätantike beeinflussten Beweis dafür. Auch waren sie bereits in der Lage, die Kubikwurzel aus einer Nichtkubikzahl ziemlich genau in Sexagesimalbrüchen zu berechnen.<sup>46</sup>

Der Naturphilosoph Ya'qūb b. Ishāq al-Kindī (gest. kurz nach 256/870), ein Zeitgenosse der Banū Mūsā, gibt interessante Anhaltspunkte für den Beginn der Kreativitätsperiode auf dem Gebiet der Meteorologie. Er behandelt<sup>47</sup> sämtliche Themen der aristotelischen Meteorologie in Anlehnung an Aristoteles und dessen Schüler Theophrast, doch gibt er bei vielen Problemen unabhängige und originelle Erklärungen, etwa für die Entstehung der Winde.<sup>48</sup> Als Physiker stützt er sich auf das Gesetz der Ausdehnung: Die Volumen aller Körper verkleinern sich je nach dem Grad der Kälte und dehnen sich nach dem Grad der Wärme aus. Darin findet er die Erklärung für die Entstehung der Winde, indem er sagt: «Die Luft strömt von der Region, in welcher [sie] sich [auf Grund von] Wärme ausdehnt, nach der Richtung derjenigen Region, wo sich [die Luft durch] Kälte zusammenzieht.»<sup>49</sup> In der Zeit, in der die Sonne über der nördlichen Erdkugel stehe, dehne sich dort die Luft wegen der Wärme aus und ströme nach Süden, wo sie sich auf Grund der dort herrschenden Kälte zusammenziehe. Deswegen wehten die meisten Winde im Sommer von Norden her, im Winter aber umgekehrt, es sei denn, daß wegen topographischer Beschaffenheit und Nebenwirkungen Richtungsänderungen eintreten.

---

Folge, 3/1902/259-272, bes. S. 272 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 76, S. 137-150, bes. S. 150); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 34, 249.

<sup>46</sup> s. Moritz Cantor, *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, Bd. 1, 3. Aufl. Leipzig 1907, S. 733; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 34-35, 251.

<sup>47</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 7, S. 241-261.

<sup>48</sup> s. ebd. Bd. 7, S. 242.

<sup>49</sup> s. ebd. Bd. 7, S. 242.

Diese Erklärung al-Kindīs für die Entstehung der Winde und ihrer Richtung deckt sich fast völlig mit der modernen, als deren Vorläufer George Hadley (1685-1744) und Immanuel Kant (1724-1804) gelten.<sup>50</sup>

Auch die Anfänge der neuzeitlichen Erklärung für die Entstehung von Ebbe und Flut scheinen in der ersten Hälfte des 3./9. Jahrhunderts zu suchen zu sein. Der Naturphilosoph 'Amr b. Baḥr al-Ġāḥiẓ (gest. 255/888) gibt die Ansicht wieder, daß Ebbe und Flut dem Maß der Anziehung und Abstoßung des Mondes auf das Wasser entspreche.<sup>51</sup> Diese Anschauung fand bei einem seiner Nachfolger die präzisere Formulierung, «daß sich der Mond zum Meer wie der Magnet zum Eisenstein verhält, welcher es zu sich heranzieht, wie auch immer er sich dreht und wendet».<sup>52</sup>

Den hier an Hand einiger Beispiele skizzierten Fortschritten in den Naturwissenschaften standen diejenigen der Geisteswissenschaften nicht nach. Doch hat sich in der historischen Darstellung dieser Gebiete eine unglückliche und kontraproduktive Betrachtungsweise entwickelt, indem eine Gruppe von Arabisten die Tendenz vertritt, den Beginn der Kodifikation der literarischen, poetischen, juristischen, historischen, theologischen und philologischen Texte aller früheren Generationen seit vorislamischer Zeit erst in dieser Phase, in der ersten Hälfte des 3./9. Jahrhunderts anzusetzen. Die Vertreter dieser Tendenz wollen sich davon überzeugt haben, daß die Verfasser der Werke, die in dieser Periode in Erscheinung treten, als erste dazu gekommen sind, die bislang mündlich überlieferten Materialien schriftlich niederzulegen. Dem ist entgegenzuhalten, daß die schriftliche Produktion dieser Periode, nicht ohne neue literarische Gattungen hervorgebracht zu haben, im wesent-

<sup>50</sup> s. K. Schneider-Carius, *Wetterkunde, Wetterforschung*, München 1955, S. 82-87; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 7, S. 242-243.

<sup>51</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 7, S. 241.

<sup>52</sup> s. ebd. Bd. 7, S. 304.



lichen auf Erweiterung, besseren systematischen Aufbau, bessere Auswahl und Auslegung, kurz auf Ergänzung im weitesten Sinne und auf Fortsetzung der vorangegangenen literarischen Aktivitäten angelegt war. Charakteristisch in diesem Sinne waren die in theologisch-dialektischen Werken in aller Virtuosität geführten mathematischen Auseinandersetzungen der Atomisten mit ihren Gegnern in der zweiten Hälfte des 2./8. Jahrhunderts und im folgenden Jahrhundert.<sup>53</sup>

In der zweiten Hälfte des 3./9. Jahrhunderts nahmen die Zeichen schöpferischer Souveränität zu. Auf dem Gebiet der Astronomie erzielte man wichtige Fortschritte in der Gnomonik und bei der praktischen Beschäftigung mit den Herstellungsmethoden von Sonnenuhren, die schon zu Beginn des Jahrhunderts eingesetzt hatte. Al-Kindī gewann den Azimut auf andere Weise als sein Vorgänger Ptolemaios. Sein jüngerer Zeitgenosse al-Māhānī, der sich in der zweiten Hälfte des 3./9. Jahrhunderts kurz mit derselben Aufgabe befaßte, entfernte sich mehr noch als al-Kindī von der darstellenden Geometrie und verwendete weitgehend ein rein graphisches Verfahren. Die rechnerische Methode für die Ermittlung von Azimut und Schattenlänge, welche für die punktweise Konstruktion der Sonnenuhren erforderlich sind, gewinnt nun vom letzten Viertel des 3./9. Jahrhunderts an immer mehr an Bedeutung gegenüber der graphischen. Tābit b. Qurra und sein Enkel Ibrāhīm b. Sinān, Vertreter dieser Richtung einer rechnerischen Lösung, entdecken die Krümmlichkeit der punktweise konstruierten Stundenlinien der ebenen Uhren. Den Beweis erbringt Ibrāhīm wie später Christoph Clavius<sup>54</sup> (1537-1612) und Jean-Baptiste Delambre (1749-1822).<sup>55</sup>

Tābit b. Qurra (gest. 288/901) steuert einen verbesserten Wert für die Präzession der Tag- und

Nachtgleichen bei. Dieser beträgt  $1^\circ$  in 66 Jahren, in einem Jahr also  $55''$ , im Vergleich zu  $1^\circ$  in 100 Jahren oder  $36''$  in einem Jahr bei Ptolemaios und Hipparchos. Spätere Astronomen brachten weitere Korrekturen an, so daß Naṣīr-addīn aṭ-Ṭūsī (gest. 672/1274) einen Wert von  $1^\circ$  in 70 Jahren oder  $51''$  pro Jahr errechnen konnte, welcher dem in der Neuzeit für gültig gehaltenen Wert von  $1^\circ$  in 72 Jahren bereits sehr nahe kommt.<sup>56</sup>

Im Laufe seiner Beobachtungen bemerkte Tābit b. Qurra als erster, daß sich das Sonnenapogäum im Sinne der Zeichen des Tierkreises bewegt.<sup>57</sup> Eine genaue Definition des höchsten Grades der Beschleunigung und der Verlangsamung dieser Bewegung gelang al-Bīrūnī gegen Ende des 4./10. Jahrhunderts.<sup>58</sup> Den Wert für die Vorwärtsbewegung des Apogäums fand der andalusische Astronom Ibrāhīm b. Yaḥyā az-Zarqālī gegen Ende des 5./11. Jahrhunderts mit  $1^\circ$  in 279 Jahren, entsprechend  $12,09''$  in einem Jahr, was annähernd dem gegenwärtigen Wert von  $11,46''$  gleichkommt.<sup>59</sup>

Gegen Ende des 3./9. Jahrhunderts verteidigte Abu l-‘Abbās al-Īrānšahrī gegen Ptolemaios die Möglichkeit einer ringförmigen Sonnenfinsternis, und er vertrat die Ansicht, daß die totale Sonnenfinsternis nur in einer mittleren, nicht in der größten Distanz der Sonne zur Erde stattfinden kann.<sup>60</sup> Eine ringförmige Finsternis wurde im Abendland durch Chr. Clavius im Jahre 1567 beobachtet.<sup>61</sup>

<sup>56</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 26.

<sup>57</sup> al-Mas‘ūdī, *at-Tanbih wa-l-iṣrāf*, Leiden 1893, S. 222; E. Wiedemann, *Über Tābit ben Qurra, sein Leben und Wirken*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 52-53/1920-21/189-219 (Nachdr. in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, Bd. 2, S. 548-578, bes. S. 565); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 163.

<sup>58</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 263.

<sup>59</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 27.

<sup>60</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 173.

<sup>61</sup> s. Matthias Schramm, *Ibn al-Haythams Weg zur Physik*, Wiesbaden 1963, S. 27.

<sup>53</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 29-30.

<sup>54</sup> s. Cantor, *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, a.a.O. Bd. 2, S. 556.

<sup>55</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 23-24.

Der Geograph Aḥmad b. ‘Umar Ibn Rustah<sup>62</sup>, der in der zweiten Hälfte des 3./9. Jahrhunderts wirkte, referiert unter den ihm geläufigen kosmologischen und astronomischen Theorien die Vorstellung, daß sich die Erde irgendwo im Universum, nicht aber in seinem Mittelpunkt befindet und daß die Erde rotiere, nicht die Sonne und die Sphären. Wir wüßten gern, woher diese Vision eines heliozentrischen Systems stammt. Er berichtet weiter von einer Anschauung, die besagt, daß das Universum unendlich sei und daß sich die Erde darin fallend ins Unendliche bewege.

Zur Erfindung der ersten astronomischen Instrumente kam es im arabisch-islamischen Kulturraum im letzten Viertel des Jahrhunderts. Eines davon war das sphärische Astrolabium, als dessen Erfinder Ġābir b. Sinān al-Ḥarrānī<sup>63</sup> angesehen wird (s.u.II, 120 f.). Sein Zeitgenosse al-Faḍl b. Ḥātim an-Nairīzī rühmt sich, als erster Instrumente erfunden zu haben, mit denen man die Entfernung von Gegenständen ermitteln kann, die sich in der Atmosphäre befinden oder von der Erdoberfläche emporragen.<sup>64</sup>

Einen deutlichen Schritt vorwärts in der Geschichte der Mathematik tat der Mathematiker und Astronom Muḥammad b. ‘Īsā al-Māhānī (lebte vielleicht bis 275/888), als er eine mit Zirkel und Lineal nicht zu lösende Aufgabe des Archimedes auf eine Gleichung dritten Grades zurückführte. Es gelang ihm jedoch noch nicht, die Gleichung zu lösen.<sup>65</sup> Al-Māhānī war auch der erste Mathematiker, der bei der rechnerischen Bestimmung des Azimuts zur Anwendung des sphärischen Kosinussatzes gelangte, indem er aus den Seiten eines sphärischen Dreiecks einen der Winkel berechnete. Wie Paul Luckey<sup>66</sup>

im Jahre 1948 nachweisen konnte, war al-Māhānī hierin ein Vorgänger von Johannes Regiomontanus (1436-1476).

In der zweiten Hälfte des 3./9. Jahrhunderts leistete Ṭābit b. Qurra nicht nur in der Astronomie, sondern auch in der Mathematik Hervorragendes. Den Satz des Pythagoras verallgemeinerte er für jedes beliebige Dreieck; das entsprechende Theorem trägt indes im Abendland den Namen von John Wallis (1616-1703).<sup>67</sup> Ohne Kenntnis der bereits von Archimedes auf diesem Gebiet geleisteten Arbeit machte Ṭābit in seinen beiden Schriften über die Quadratur der Parabel und die Kubatur des Paraboloids von der Infinitesimalrechnung Gebrauch. Seine Parabelquadratur entspricht der Berechnung des Integrals  $\int_0^a \sqrt{px} dx$ . Durch einen Kunstgriff, den er dabei anwandte, wurde auch «das in Vergessenheit geratene Verfahren der Integralsummen wiederbelebt, und mit seiner Hilfe berechnete Ibn Qurra faktisch erstmalig ein Integral der Potenz  $x^n$  für einen gebrochenen Exponenten, und zwar  $\int_0^a x^{1/2} dx$ , wobei er ebenfalls erstmalig eine Unterteilung des Integrationsintervalls in ungleiche Teile vornahm. In der Mitte des 17. Jh. hat P. de Fermat durch ein ähnliches Verfahren, wobei er die Abszissen in Teile unterteilte, die eine geometrische Reihe bilden, die Quadratur der Kurven  $y = x^{m/n}$  für  $\frac{m}{n} < 1$  vorgenommen». <sup>68</sup> Auch das Verfahren Ṭābits zur Berechnung des Inhalts von Paraboloiden unterscheidet sich wesentlich von dem des Archimedes. Neu ist ferner seine Berechnung der Volumina von Kuppeln mit zugespitztem oder eingedrücktem Scheitel, die durch

---

in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 96, S. 46-66, bes. S. 58-59).

<sup>67</sup> s. A. Sayılı, *Sâbit ibn Kurra'nın Pitagor teoremini tamimi*, in: Belleten (Ankara) 22/1958/527-549; ders., *Thâbit ibn Qurra's Generalization of the Pythagorean Theorem*, in: Isis 51/1960/35-37; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 266.

<sup>68</sup> s. A.P. Juschkewitsch, *Geschichte der Mathematik im Mittelalter*, Basel 1964, S. 291; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 38, 265-266.

<sup>62</sup> *Kitāb al-A'lāq an-nafīsa*, Leiden 1891, S. 23-24.

<sup>63</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 162.

<sup>64</sup> s. ebd. Bd. 7, S. 268-269.

<sup>65</sup> s. ebd. Bd. 5, S. 260.

<sup>66</sup> s. seine *Beiträge zur Erforschung der islamischen Mathematik. I. Die ältere Gnomonik*, in: *Orientalia* (Rom) N.S. 17/1948/490-510, bes. S. 502-503 (Nachdr.

Rotation einer Parabel um eine Nebenachse entstehen, nachdem Archimedes sich nur mit Rotationsparaboloiden beschäftigt hat, bei denen die Rotationsachse mit der Parabelachse identisch ist.<sup>69</sup>

Sein Zeitgenosse Ḥabaš al-Ḥāsib verwandte bereits eine Art Iterationsalgorithmus bei der Berechnung der Mondparallaxe. Dabei handelt es sich um eine Gleichung, die derjenigen ähnelt, die später von Johannes Kepler (1571-1630) im Zusammenhang mit seiner Lehre der Planetenbewegung eingeführt wurde.<sup>70</sup> Ḥabaš war vielleicht auch der erste Mathematiker und Astronom, der in einer Tabelle die Kosekanten (*quṭr aḏ-ḏill*) zu einer Tafel von 1°-90° zusammengestellt hat,<sup>71</sup> doch taten es ihm seine arabischen Nachfolger hierin nicht gleich, da sie allem Anschein nach bemerkten, daß Sekanten und Kosekanten für ihre trigonometrischen Berechnungen entbehrlich waren. Im Abendland stellte Nikolaus Kopernikus (1473-1543) als erster Sekantentafeln auf, doch auch hier verschwanden sie ab dem 17. Jahrhundert wieder aus der Trigonometrie, nachdem ihre Entbehrlichkeit deutlich geworden war.<sup>72</sup>

Daß die Algebra in den Ländern des Islam in der zweiten Hälfte des 3./9. Jahrhunderts eine rasche Entwicklung durchgemacht haben muß,

ergibt sich aus einem Vergleich zwischen dem anscheinend im letzten Viertel des Jahrhunderts verfaßten Werk zu diesem Thema von Abū Kāmil Šuġā' b. Aslam<sup>73</sup> und seinen Vorläufern, die etwa in den 60<sup>er</sup> und 70<sup>er</sup> Jahren entstanden waren. Zwar geht Abū Kāmil, wie seine Vorgänger, über lineare und quadratische Gleichungen nicht hinaus, aber es wird bei ihm deutlich, daß er auf dem Weg zur Arithmetisierung eine ziemlich weite Strecke zurückgelegt hat und daß bei ihm der theoretische Teil enorm angewachsen ist. Bei der Anwendung geometrischer Beweisverfahren finden wir bei ihm einen Verzicht auf die Forderung nach Dimensionstreue.<sup>74</sup> Er spricht von Proportionen und macht keinen Unterschied zwischen kommensurablen und inkommensurablen Gliedern. Bei ihm verschwindet die Scheu vor den Irrationalitäten, die bei den Griechen auffällt. Den bei al-Ḥwārizmī angeführten drei Größen – Zahlen, Wurzeln und Quadraten – fügt er die Unbekannten bis zur siebten Potenz hinzu.<sup>75</sup>

Zusammen mit al-Ḥwārizmī gehört Abū Kāmil zu den arabisch-islamischen Gelehrten, die durch hebräische und lateinische Übersetzungen ihrer Werke eine tiefe Wirkung im Abendland hervorgerufen haben. «Am nachhaltigsten war sein Einfluß auf spätere abendländische Mathematiker durch Vermittlung von Leonardo von Pisa, der in seinem *Liber abaci* die <Algebra> von Abū Kāmil sehr ausgiebig benutzt hat.» Er hat Aufgaben teilweise wörtlich übernommen.<sup>76</sup>

Auch Medizin und Pharmazie entwickeln sich in der zweiten Hälfte des 3./9. Jahrhunderts auf beachtliche Weise. Unter den zahlreichen Ärzten der Zeit war Abū Bakr ar-Rāzī (geb. um 251/

<sup>69</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 38, 266.

<sup>70</sup> s. E.S. Kennedy, W.R. Transue, *A medieval iterative algorithm*, in: *The American Mathematical Monthly* (Menasha, Wisc.) 63/1956/80-83; E.S. Kennedy, *An early method of successive approximation*, in: *Centaurus* (Kopenhagen) 13/1969/248-250; A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 324; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 276.

<sup>71</sup> K. Schoy, *Über den Gnomonschatten und die Schattentafeln der arabischen Astronomie. Ein Beitrag zur arabischen Trigonometrie nach unedierten arabischen Handschriften*, Hannover 1923, S. 14-15 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 25, S. 187ff., bes. S. 200-201); J. Tropfke, *Geschichte der Elementarmathematik*, Bd. 5, 2. Aufl., S. 29; A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 309; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 39, 276.

<sup>72</sup> J. Tropfke, a.a.O. Bd. 5, S. 29-30; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 39.

<sup>73</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 277-281.

<sup>74</sup> s. A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 223; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 39, 278-279.

<sup>75</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 40.

<sup>76</sup> Josef Weinberg, *Die Algebra des Abū Kāmil Šoġā' ben Aslam*, München 1935, S. 16 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 23, S. 107ff., bes. S. 122); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 280.

865, gest. 313/925) der bedeutendste. Mit seinem voluminösen *Kitāb al-Hāwī* (lateinisch *Liber continens*) und zahlreichen weiteren Werken hat er nicht nur auf die Medizin und Pharmazie seines eigenen Kulturraumes gewirkt, sondern er wurde durch die Übersetzung vieler seiner Bücher ins Hebräische und Lateinische zur unumstrittenen Autorität in der Medizin des Abendlandes bis ins 17. Jahrhundert hinein.<sup>77</sup> Übrigens ist er unseres Wissens nach Ġābir b. Ḥaiyān der nächste, der die Medizin des Galen in mehreren Punkten kritisiert hat. Seine erhaltenen «Zweifel» an Galen<sup>78</sup> sind von großem medizinhistorischem Interesse.

Julius Hirschberg<sup>79</sup>, der namhafte Kenner der arabischen Augenheilkunde, hat darauf hingewiesen, daß ar-Rāzī in seinem *Kitāb at-Tibb al-Manšūrī* als erster von der Verengung der Pupille bei Lichteinfall spricht. Nicht nur in medizinischer Hinsicht, sondern auch für die Geschichte der Optik ist es von epochaler Bedeutung, daß ar-Rāzī in seiner Schrift über das Sehen und in seiner Kritik an Galen die Sehlehre von Euklid und Galen, die besagt, daß der Sehvorgang durch Strahlen zustande kommt, die vom Auge ausgehen, widerlegt hat.<sup>80</sup>

Auf dem Gebiet der Chemie – Alchemie schuf ar-Rāzī, auf Ġābirs Werk aufbauend, mit knappen Beschreibungen der Stoffe, Apparate und Verfahren eine hauptsächlich praktischen Zwecken dienende Fachliteratur.

Im Bereich Geographie entwickelte sich zur gleichen Zeit, in der zweiten Hälfte des 3./9. Jahrhunderts, aus der schon in der vorangehenden Periode entstandenen Gattung der Stadt- und Eroberungsgeschichte eine eigene Anthropogeographie. Als Beispiele seien genannt das *Kitāb*

*al-Amṣār wa-‘ağā’ib al-buldān*<sup>81</sup> des Naturphilosophen und Polyhistor ‘Amr b. Baḥr al-Ġāḥiḏ (gest. 255/868), das *Kitāb al-Masālik wa-l-mamālik*<sup>82</sup> von ‘Ubaidallāh b. ‘Abdallāh Ibn Ḥurrādābīh (gest. nach 289/902) und das *Kitāb al-Buldān*<sup>83</sup> von Aḥmad b. Isḥāq al-Ya‘qūbī (gest. um 300/913).

Aus dem Gebiet Physik und Technologie sei der Name des Andalusiers ‘Abbās b. Firnās (gest. 274/887) genannt. Diesem vielseitigen Gelehrten werden zahlreiche Erfindungen physikalischer und astronomischer Art zugeschrieben. Nachhaltigen Ruhm erwarb er sich durch einen Flugversuch, der ihm über eine gewisse Strecke hin gelungen sein soll.<sup>84</sup>

Die in den anderen Disziplinen der Wissenschaften jener Zeit fortschreitende Entwicklung fand in der Geschichtsschreibung durch die Entstehung umfangreicher, chronologisch geordneter Reichs- und Weltgeschichten eine Parallele. Das bekannteste erhaltene und bedeutendste Werk dieser Gattung ist zweifellos das *Kitāb Aḥbār ar-rusul wa-l-mulūk* von Muḥammad b. Ġarīr at-Ṭabarī<sup>85</sup> (224/839-310/923). Das voluminöse Buch steht seit der verdienstvollen Edition von M.J. de Goeje (1879-98) der arabistischen Forschung in 15 Bänden zur Verfügung. Allerdings steht der heutige Benutzer der Art und Weise, wie hier die Quellen zitiert werden, mit Unverständnis und Unbehagen gegenüber. Anstatt die Überlieferungsketten, die jeden Bericht begleiten, als Hinweise auf vom Verfasser zitier-

<sup>77</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 274ff.

<sup>78</sup> s. ebd. Bd. 3, S. 77.

<sup>79</sup> *Geschichte der Augenheilkunde*, Bd. 2: *Geschichte der Augenheilkunde im Mittelalter*, Leipzig 1908 (= Graefe-Saemisch, *Handbuch der gesamten Augenheilkunde*, Bd. 13), S. 105; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 18, 277.

<sup>80</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 18, 277.

<sup>81</sup> Eine stark gekürzte Zusammenfassung dieses Werkes mit dem Titel *Kitāb al-Auṭān wa-l-buldān* wurde herausgegeben von Ch. Pellat, *al-Ġāḥiḏ rā’id al-ḡuḡrāfiya al-insāniya*, in: al-Mašriq (Beirut) 60/1966/169-205.

<sup>82</sup> Herausgegeben und ins Französische übersetzt von M.J. de Goeje, Leiden 1889 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 39).

<sup>83</sup> Herausgegeben von M.J. de Goeje, Leiden 1892 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 40).

<sup>84</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 2, S. 674-675; Bd. 6, S. 158.

<sup>85</sup> s. ebd. Bd. 1, S. 323-329; englische Übersetzung in 39 Bänden *The History of al-Ṭabarī*, New York: State University 1985-1998 (Bibliotheca Persica).



te schriftliche Quellen oder auf autorisierte Überlieferer von Büchern aus früheren Generationen zu verstehen, hält man sie für die Namen fingierter Tradenten von irgendwie zugänglich gewordenen mündlichen Nachrichten. So entsteht nicht nur dem Inhalt der Berichte gegenüber eine unberechtigt ablehnende Haltung, sondern es entgeht der Universalhistoriographie auch die Kenntnis einer in den ersten Jahrhunderten des Islam gepflegten strengen Methodik<sup>86</sup> im Zitieren von Quellen.

Die Entwicklung auf dem Gebiet der Lexikographie zeichnet sich in dieser Periode durch umfassende Behandlung monographischer Themen aus, die später zur Entstehung sehr umfangreicher, alphabetisch oder nach Sachgebieten geordneter Lexika beitrug, wie sie im 4./10. Jahrhundert entstanden. Als interessantes Beispiel dieser Gattung erwähne ich das Pflanzenbuch (*Kitāb an-Nabāt*) von Abū Ḥanīfa ad-Dīnawarī<sup>87</sup> (gest. um 282/895). Die erhaltenen Teile des siebenbändigen Buches zeigen deutlich, wie weit und wie rasch sich ein ehemals von den Griechen behandelte Wissensbereich in voller Unabhängigkeit von diesen schon vor dem Ende des 3./9. Jahrhunderts im Kreise der arabischen Philologen entfalten konnte. Eine Untersuchung<sup>88</sup>, die allein an Hand von Fragmenten dieses Buches in späteren Lexika unternommen wurde, zeigt, daß die Pflanzenbeschreibungen des Abū Ḥanīfa denen der *Materia medica* des Dioskurides an die Seite gestellt werden können. Bei diesem seien die Beschreibungen nicht aus denselben Motiven heraus entstanden wie im *Kitāb an-Nabāt* des Abū Ḥanīfa. Der Zweck des ersteren

sei, dem Leser das Auffinden der Heilkräuter zu erleichtern, also ein rein praktischer, während Abū Ḥanīfas Darstellung der Freude an den mannigfachen Formen der Pflanzenbildungen entsprungen zu sein scheine. Der Forscher<sup>89</sup> fragte sich seinerzeit noch: «Wie sollte das Volk des Islams in diesem Punkte die genialen Hellenen in einer so frühen Periode ihrer Literatur erreicht oder gar übertroffen haben?»

Abū Ḥanīfas Buch bezeugt die Kenntnis einer wissenschaftlichen Terminologie der Botanik, er «kennt eine Menge von Kunstausdrücken für die verschiedenartigen Formen der Pflanzenteile, die bei einem Unbefangenen den Eindruck hervorrufen, als stellten sie eine zur größeren Präzision geschaffene Fachsprache dar.»<sup>90</sup> Er läßt eine fortgeschrittene wissenschaftlich-morphologische Auffassung erkennen,<sup>91</sup> ist vertraut mit Beobachtung und Beschreibung physiologischer Aspekte<sup>92</sup> und veranschaulicht «komplizierte Pflanzenformen durch Vergleiche mit bekannten Typen»<sup>93</sup>.

Unter den Beispielen für die Entwicklung der Wissenschaften in dieser Periode sei zuletzt die Entstehung der Rhetorik (*‘ilm al-badī‘*) und der Poetik (*‘ilm aš-šī‘r*) gegen Ende des 3./9. Jahrhunderts erwähnt. Zwar waren die betreffenden Werke des Aristoteles dem arabisch-islamischen Kulturkreis durch Übersetzungen zugänglich, doch scheint die bodenständige arabische Literaturtheorie davon kaum beeinflußt worden zu sein. Die beiden aristotelischen Werke haben lediglich, als Teil des *Organon*, die Philosophen und Logiker beschäftigt.<sup>94</sup>

<sup>86</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 1, S. 53-84, 237-256.

<sup>87</sup> s. ebd. Bd. 4, S. 338-343.

<sup>88</sup> Bruno Silberberg, *Das Pflanzenbuch des Abū Ḥanīfa Aḥmed ibn Dā‘ūd ad-Dīnawarī. Ein Beitrag zur Geschichte der Botanik bei den Arabern*, in: Zeitschrift für Assyriologie und verwandte Gebiete (Straßburg) 24/1910/225-265, 25/1911/39-88, bes. S. 43-44 (Nachdr. in: Natural Sciences in Islam Bd. 18, S. 117-208, bes. S. 163-164); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 4, S. 339.

<sup>89</sup> B. Silberberg, a.a.O. S. 44 (Nachdr. S. 164).

<sup>90</sup> Ebd. S. 45-47 (Nachdr. S. 165-167).

<sup>91</sup> Ebd. S. 67 ff. (Nachdr. S. 187 ff.).

<sup>92</sup> Ebd. S. 65-66 (Nachdr. S. 185-186).

<sup>93</sup> Ebd. S. 69 (Nachdr. S. 189).

<sup>94</sup> s. Seeger A. Bonebakker, *Reflections on the Kitāb al-Badī‘ of Ibn al-Mu‘tazz*, in: Atti del Terzo Congresso di Studi Arabi e Islamici, Ravello 1-6 settembre 1966, Neapel 1967, S. 191-209; Wolfhart Heinrichs, *Arabische Dichtung und griechische Poetik. Ḥāzīm al-Qartāğānīs*

## 4./10. Jahrhundert

Im 4./10. Jahrhundert stellten sich einige arabische Astronomen die Frage, ob die Schiefe der Ekliptik konstant sei, oder ob sie sich verändere. Ibrāhīm b. Sinān b. Tābit (gest. 335/946) kam zu der Ansicht, sie sei nicht konstant. Etwa fünfzig Jahre später konnte sich Hāmid b. al-Ḥiḍr al-Ḥuḡandī nach langjähriger Beobachtung in einer speziell zur Beantwortung dieser Frage gebauten Sternwarte mit einem Sextanten im Radius von ca. 20 m davon überzeugen, daß die Schiefe der Ekliptik permanent abnimmt (s.u. II, 25). Die bereits gegen Ende des 3./9. Jahrhunderts begonnene Diskussion der Frage nach der Rotation der Erde – wobei wohl auch ein heliozentrisches System in Erwägung gezogen wurde – fand gegen Ende des Jahrhunderts in der Person von Aḥmad b. Muḥammad as-Siġzī einen überzeugten Fürsprecher (s.u. II, 16). Auch Ğa‘far b. Muḥammad b. Ğarīr, ein Zeitgenosse von as-Siġzī, vertrat die Ansicht von der Rotation der Erde. Beide Gelehrte bauten Astrolabien nach dieser Anschauung.<sup>95</sup>

Zur gleichen Zeit entstand auch das Grundwerk der Fixsternastronomie von ‘Abdarrahmān aṣ-Ṣūfī, der darin die von Hipparchos und Ptolemaios geleisteten Vorarbeiten weitgehend revidieren und aktualisieren konnte (s.u. II, 17).

Aus dem astronomischen Bereich sei auch die bedeutende Erfindung des Instrumentes mit dem Namen *Ziġ aṣ-ṣafā’ih* erwähnt, das Abū Ğa‘far Muḥammad b. al-Ḥusain al-Ḥāzin<sup>96</sup> (1. Hälfte 4./10. Jh.) konstruierte, um die Längengrade der Planeten instrumental, ohne arithmetisches Rechnen, ermitteln zu können. Die nachhaltige Wirkung dieses Instrumentes können wir, deut-

licher als in der islamischen Welt, in Europa unter dem Namen Äquatorium bis ins 16. Jahrhundert hinein verfolgen (s.u. II, 173 ff.).

Gegen Ende des Jahrhunderts erweiterte ein völlig neues Element die astronomische Beobachtung, indem man der Brechung des Lichtes durch die Atmosphäre Rechnung trug und versuchte, sie quantitativ zu bestimmen.<sup>97</sup>

Auf dem Gebiet der Mathematik sind im 4./10. Jahrhundert große Erfolge zu verzeichnen. So war der erwähnte Mathematiker und Astronom Abū Ğa‘far al-Ḥāzin der erste, dem es gelang, eine Gleichung dritten Grades mit Hilfe von Kegelschnitten zu lösen. Weitere Fortschritte beim Ausziehen der Kubikwurzel erzielte man in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts. Dank der Arbeiten von H. Suter<sup>98</sup> und P. Luckey<sup>99</sup> kennen wir zwei Verfahren der beiden Mathematiker Kūṣyār b. Labbān<sup>100</sup> und Abu l-Ḥasan an-Nasawī<sup>101</sup>, die sich dabei vielleicht an die bekannten Verfahren der Chinesen und Inder angelehnt haben, aber weiter kamen als ihre Vorgänger. Eines der beiden Verfahren war die aus dem binomischen Lehrsatz für  $b < a$  ableitbare Formel  $\sqrt{a^2 + b} \approx a + \frac{b}{2a}$ , die in der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts bei Leonardo von Pisa wieder erscheint. Das zweite ist eine Annäherungsformel. Dabei handelt es sich, wie P. Luckey<sup>102</sup> festgestellt hat, um das bekannte Ruffini-Hornersche Verfahren zur näherungsweise Auflösung algebraischer Gleichungen.<sup>103</sup> Muḥammad b. al-Ḥasan al-Karaġī<sup>104</sup>,

<sup>97</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 229.

<sup>98</sup> *Über das Rechenbuch des Alī ben Aḥmed el-Nasawī*, in: Bibliotheca Mathematica (Leipzig, Berlin) 3. Folge 7/1906-7/113-119 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 82, S. 361-367).

<sup>99</sup> *Die Ausziehung der n-ten Wurzel und der binomische Lehrsatz in der islamischen Mathematik*, in: Mathematische Annalen (Berlin) 120/1948/217-274 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 56, S. 11-68).

<sup>100</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 343-345.

<sup>101</sup> s. ebd. Bd. 5, S. 345-348.

<sup>102</sup> *Die Ausziehung der n-ten Wurzel*, a.a.O. S. 220-221 (Nachdr. S. 14-15).

<sup>103</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 43.

<sup>104</sup> s. ebd. Bd. 5, S. 325-329.

*Grundlegung der Poetik mit Hilfe aristotelischer Begriffe*, Beirut 1969, S. 16: ders., *Poetik, Rhetorik, Literaturkritik, Metrik und Reimlehre*, in: Grundriß der arabischen Philologie, Bd. 2, Wiesbaden 1987, S. 177-207, bes. S. 188-190.

<sup>95</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 224-225.

<sup>96</sup> s. ebd. Bd. 5, S. 298-299, 305-307; Bd. 6, S. 189-190.

einer der bedeutenden Mathematiker der Zeit, kannte bereits eine Formel für die vierte Potenz. Sein Zeitgenosse Abu l-Wafā' Muḥammad b. Muḥammad al-Būzaḡānī<sup>105</sup> schrieb eine Abhandlung über das Ausziehen der Wurzel bis zum siebenten Grad einschließlich.<sup>106</sup> Um die Mitte des Jahrhunderts behandelte Aḥmad b. Ibrāhīm al-Uqlīdisī die Dezimalbrüche. Er schrieb auch nach eigener Angabe als erster über Kubikzahlen und Kubikwurzeln.<sup>107</sup>

Zu den großen Mathematikern der Zeit, die mit ihren Beiträgen das Niveau des Faches im 4./10. Jahrhundert bestimmten, gehörte auch Abū Sahl Waiḡan b. Rustam al-Kūhī<sup>108</sup>. Die Versuche seiner Vorgänger auf dem Gebiet der Infinitesimalrechnung fortsetzend berechnete er den Inhalt der parabolischen Kuppel nach einem einfachen Verfahren.<sup>109</sup> Unter den zeitgenössischen Versuchen, geometrische Probleme zu lösen, die zu Gleichungen dritten Grades führen, bewältigte Abū Sahl die Aufgabe, ein Kugelsegment zu finden, dessen Inhalt dem eines gegebenen Segments und dessen Oberfläche derjenigen eines anderen gegebenen Segments gleichkommt. «Er löst sie mit Hilfe einer gleichseitigen Hyperbel und einer Parabel, deren Durchschnittspunkte die Unbekannte ausmessen lassen. Er fügt auch eine strenge Erörterung der Bedingungen bei, unter welchen allein die Aufgabe lösbar ist.»<sup>110</sup> Abū Sahl al-Kūhī hinterließ uns auch

eine elegante Lösung für die Aufgabe, die Dreiteilung eines Winkels mit Hilfe einer Hyperbel zu lösen.<sup>111</sup> Durch seine intensive Beschäftigung mit Kurven dritter Ordnung kam er zur Erfindung eines «vollkommenen Zirkels» (*barkār tāmm*) zum Zeichnen von Kegelschnitten.<sup>112</sup> Auch suchte er eine geometrische Erklärung für die physikalisch-geometrische Frage, ob es eine unendliche kontinuierliche Bewegung auf einer endlichen Geraden geben könne.<sup>113</sup> Seine Bejahung dieser Frage und das dabei angewandte Verfahren erinnern an das Vorgehen von Giovanni Battista Benedetti<sup>114</sup> (1530-1590). Es ist möglich, daß Abū Sahl stillschweigend Aristoteles widerlegen wollte, der der Ansicht war, daß auf einer begrenzten Linie eine kontinuierliche Bewegung nicht möglich sei.<sup>115</sup>

Zu den großen Leistungen dieser Periode in der Mathematik zählen auch diejenigen auf dem Gebiet der ebenen und sphärischen Trigonometrie, auch wenn sie in der Regel als Bestandteil der Astronomie angesehen werden. Der ersten systematischen Behandlung von Elementen der Trigonometrie begegnen wir bei Abu l-Wafā' Muḥammad b. Muḥammad al-Būzaḡānī<sup>116</sup> (328/940 - ca. 388/998). Die trigonometrischen Funktionen behandelt er einheitlich und stellt eine neue Methode zur Berechnung von Tabellen nach einem Interpolationsverfahren auf, wonach

<sup>105</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 321-325.

<sup>106</sup> s. ebd. Bd. 5, S. 43.

<sup>107</sup> s. ebd. Bd. 5, S. 296.

<sup>108</sup> s. ebd. Bd. 5, S. 314-321.

<sup>109</sup> s. H. Suter, *Die Abhandlungen Thābit b. Qurra und Abū Sahl al-Kūhī über die Ausmessung der Paraboloiden*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 48-49/1916-17/186-227, bes. S. 222 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 21, S. 68-109, bes. S. 104).

<sup>110</sup> s. M. Cantor, *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, Bd. 1, 3. Aufl. 1907, S. 749 nach Fr. Woepcke, *L'algèbre d'Omar Alkhayyâmî*, Paris 1951, S. 103-114 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 56, S. 1-206, bes. S. 127-138); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 315.

<sup>111</sup> s. Aydın Sayılı, *The trisection of the angle by Abū Sahl Wayjan ibn Rustam al-Kūhī (fl. 970-988)*, in: *Bellesten* (Ankara) 26/1962/696-697; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 317.

<sup>112</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 317; u.S. III, 151.

<sup>113</sup> s. Aydın Sayılı, *A short article of Abū Sahl Waijan ibn Rustam al-Qūhī on the possibility of infinite motion in finite time*, in: *Actes du VIII<sup>e</sup> Congrès international d'histoire des sciences*, Florence - Milan 3-9 septembre 1956, Florenz 1958, Bd. 1, S. 248-249; ders., in: *Bellesten* (Ankara) 21/1957/489-495.

<sup>114</sup> Zum Verfahren s. Kurd Lasswitz, *Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton*, Bd. 2, Leipzig 1890 (Nachdr. Hildesheim 1963), S. 15-16.

<sup>115</sup> Zur Ansicht von Aristoteles s. ebd. S. 19.

<sup>116</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 321-325.

er Sinus-, Tangens- und Kotangententabellen berechnet. Seine Sinustabelle weist eine Schrittweite von 15 Minuten auf.<sup>117</sup> Gleichzeitig mit seinen Zeitgenossen Ḥāmid b. Ḥiḍr al-Ḥuḡandī und Abū Naṣr Maṣūb b. ‘Alī Ibn ‘Irāq beansprucht Abu l-Wafā’, als erster den fundamentalen Satz der sphärischen Trigonometrie entdeckt zu haben (s.u. III, 133 ff.). Es handelt sich dabei im wesentlichen um die Aufgabe, aus den Winkeln eines sphärischen Dreiecks seine Seiten zu berechnen. Es scheint, als käme die Priorität tatsächlich Abu l-Wafā’ zu. Auch war er der erste Mathematiker, bei dem sich der Versuch findet, geometrische Aufgaben mit konstanter Zirkelöffnung zu lösen.<sup>118</sup>

Aus dem Bereich der Medizin sei hervorgehoben, daß das inzwischen erreichte Niveau des Faches zum gleichzeitigen, voneinander unabhängigen Erscheinen der ersten Handbücher der gesamten Heilkunde in der Weltliteratur geführt hat. Es sind *Kāmil aṣ-ṣinā‘a at-ṭibbīya* von ‘Alī b. al-‘Abbās al-Maḡūsī<sup>119</sup>, *at-Taṣrīf li-man ‘aḡiza ‘an at-ta’līf* von Abu l-Qāsim Ḥalaf b. ‘Abbās az-Zahrāwī<sup>120</sup> und *al-Mu‘ālaḡāt al-Bu-qrāṭīya* von Abu l-Ḥasan Aḡmad b. Muḡammad at-Ṭabari<sup>121</sup>. Das Buch von ‘Alī b. al-‘Abbās al-Maḡūsī wurde im 11. Jahrhundert in Salerno von Constantinus Africanus unter dem Titel *Liber pantegni* ins Lateinische übersetzt und zirkulierte Jahrhunderte lang in Europa unter der Autorschaft des Übersetzers. Im Jahre 1127 trat es ein weiteres Mal in der Übersetzung von Stephanus

von Antiochien in Erscheinung.<sup>122</sup> Das 30., die Chirurgie behandelnde, Kapitel des *at-Taṣrīf* von az-Zahrāwī, wurde im 12. Jahrhundert von Gerhard von Cremona ins Lateinische übersetzt. Sein 28. Traktat über die Heilmittel und der 30. Traktat über Chirurgie gehörten zu den verbreitetsten Büchern arabischer Medizin in Europa. Der dritte Titel, *al-Mu‘ālaḡāt al-Buqrāṭīya*, hat Europa nicht vor der Neuzeit erreicht.

Zu den wichtigen Leistungen dieses Jahrhunderts ist auch das Buch *Maṣāliḡ al-abdān wa-l-anfus* von Abū Zaid Aḡmad b. Sahl al-Balḡī<sup>123</sup> (gest. 322/934) zu rechnen, dessen Verfasser als früher Vertreter der Psychosomatik erscheint.<sup>124</sup> Einer der großen medizinischen Fortschritte, die in diesem Jahrhundert erzielt wurden, betrifft die Augenheilkunde und ist mit dem Namen ‘Ammār b. ‘Alī al-Mauṣilī verbunden. In seinem gegen Ende des Jahrhunderts verfaßten Buch fand Julius Hirschberg<sup>125</sup> von besonderem Interesse «seine sechs klar und packend beschriebenen Star-Operationsgeschichten, die sogar dem heutigen Leser noch in hohem Maße anziehend erscheinen». In der griechischen Literatur habe es nichts vergleichbares gegeben und in der neueren Literatur habe es bis zum 18. Jahrhundert gedauert, «ehe wir wieder so genaue und so merkwürdige Krankengeschichten antreffen». Das wichtigste bei ‘Ammār sei seine

<sup>117</sup> s. A.P. Juschkewitsch, *Geschichte der Mathematik im Mittelalter* S. 309-310.

<sup>118</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 46.

<sup>119</sup> s. ebd. Bd. 3, S. 320-322; Faksimile-Ausgabe in drei Bänden vom Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, Frankfurt 1985.

<sup>120</sup> s. ebd. Bd. 3, S. 323-325; Faksimile-Ausgabe in zwei Bänden vom Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, Frankfurt 1986.

<sup>121</sup> s. ebd. Bd. 3, S. 320-309; Faksimile-Ausgabe in zwei Bänden vom Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, Frankfurt 1990.

<sup>122</sup> s. Heinrich Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin durch das lateinische Mittelalter*, Wiesbaden 1964, S. 34 ff.; Danielle Jacquart, Françoise Micheau, *La médecine arabe et l’occident médiéval*, Paris 1990, S. 96 ff.; Charles Burnett, Danielle Jacquart (Eds.), *Constantine the African and ‘Alī Ibn al-‘Abbās al-Maḡūsī. The Pantegni and related texts*. Leiden 1994 (enthält 16 Beiträge).

<sup>123</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 274.

<sup>124</sup> Die beiden erhaltenen Handschriften seines Buches wurden separat faksimiliert vom Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, Frankfurt 1984 und 1998, dazu Zahide Özkan, *Die Psychosomatik bei Abū Zaid al-Balḡī (gest. 934 A.D.)*, Frankfurt 1990 (Nachdr. Islamic Medicine Bd. 98).

<sup>125</sup> *Geschichte der Augenheilkunde im Mittelalter*, a.a.O. S. 54.



Radikal-Operation des weichen Stars durch Aussaugen mit einer von ihm erfundenen metallischen Hohlnadel. Bemerkenswert sei ferner die Abtragung des Iris-Vorfalles unter Erhaltung der Sehkraft, «während vor ihm Griechen wie Araber diese Operation nur zur Verbesserung des Aussehens, nicht des Sehens vorgenommen haben».<sup>126</sup>

Die vorangegangene Entwicklung auf dem Gebiet der Geographie führte im 4./10. Jahrhundert zum Erscheinen einer Anthropogeographie, wie sie in Europa erst im neunzehnten Jahrhundert anzutreffen ist. Diese Gattung der arabisch-islamischen Geographie, die vielleicht mit ihren schablonenartigen, didaktischen Karten mit dem sasanidisch-persischen Kulturkreis in Verbindung stand und in ihrer eigenen Entwicklung völlig autochthon erscheint, wird von Abū Zaid al-Balḥī, al-Ġaihānī, al-Iṣṭahri, Ibn Ḥauqal und al-Maqdisī (al-Muqaddasī) vertreten. Den jüngsten unter ihnen, al-Maqdisī, bezeichnete der Arabist Alois Sprenger um die Mitte des 19. Jahrhunderts, nachdem er die erste Handschrift seines Buches in Indien entdeckt und studiert hatte, als den «größten Geographen, den es je gegeben hat» (s.u. III, 3f.).

Zu den bedeutenden Leistungen des Jahrhunderts gehören auch zwei grundlegende Werke der Wissenschaftsgeschichte. Das eine ist das «Verzeichnis» (*Fihrist*) des Muḥammad b. Abī Ya‘qūb Iṣḥāq Ibn an-Nadīm<sup>127</sup> (gest. gegen 400/1010), das unter seinem bescheidenen Titel das Ziel verfolgt, die wissenschaftliche Literatur der bekannten Kulturräume zu erfassen. Das Erscheinen eines solchen Werkes der Wissenschaftsgeschichte, das uns mit seinem Vermögen, die Materie auf breiter Basis zu erfassen und die fremden Kulturen objektiv zu behandeln in Erstaunen setzt, wäre nicht verständlich ohne eine ältere Tradition, die sein Erscheinen erst ermöglicht hat. Diese Tradition kennen wir heu-

te recht gut.<sup>128</sup> Wir können beispielsweise auch an die Werke des weitgereisten Enzyklopädisten ‘Alī b. al-Ḥusain al-Mas‘ūdī<sup>129</sup> (gest. um 345/956) denken, in denen ich einen Versuch sehe, alle bekannten Kulturen und Zivilisationen in Geschichte und Gegenwart darzustellen.<sup>130</sup> Ibn an-Nadīm selbst gibt uns nicht selten interessante Anhaltspunkte, die uns helfen, den Weggang seines Buches zu verstehen. Im zweiten Teil des neunten Traktates über die Kulturen Indiens und Chinas<sup>131</sup> entnimmt er eine Passage über die Religionen und Sekten Indiens und ihre Kultstätten einem Buch, das von jemandem geschrieben worden war, den der Staatsmann Yaḥyā b. Ḥālid al-Barmakī (gest. 190/805) nach Indien gesandt hatte, um über die dortigen Religionen zu berichten und Heilmittel mitzubringen.

Das zweite grundlegende wissenschaftshistorische Buch der Zeit entstand im gleichen Jahr 377/987, in dem Ibn an-Nadīm sein Werk verfaßte. Es ist die Geschichte der Medizin (*Ṭabaqāt al-aṭibbā’ wa-l-ḥukamā’*) des andalusischen Arztes Sulaimān b. Ḥassān Ibn Ġulḡul<sup>132</sup>, die ebenfalls nicht auf die islamische Periode beschränkt blieb. Vergleichen wir dieses Werk mit dem Traktat von Iṣḥāq b. Ḥunain (gest. 298/910) über die «Geschichte der Ärzte» (*Ta’rīḥ al-aṭibbā’*)<sup>133</sup>, der ein knappes Jahrhundert zuvor, auf einem Büchlein des Alexandriner Johannes Grammatikos (1. Hälfte 6. Jh.n.Chr.) basierend, verfaßt worden war, so verstehen wir, wie weit die Historiographie der Wissenschaften in dieser kurzen Zeit fortgeschritten ist und welche Dimension an Universalität sie gewonnen hat.

<sup>128</sup> Ebd. Bd. 1, S. 383-388.

<sup>129</sup> s. ebd. Bd. 1, S. 332-336; Bd. 6, S. 198-203; Bd. 7, S. 276-277.

<sup>130</sup> Ich habe mich dazu in dem noch als Manuskript vorliegenden Teil über Anthropogeographie der *Geschichte des arabischen Schrifttums* geäußert.

<sup>131</sup> Ibn an-Nadīm, *Fihrist*, S. 345-351, bes. S. 345.

<sup>132</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 309-310.

<sup>133</sup> s. ebd. Bd. 3, S. 268.

<sup>126</sup> J. Hirschberg, a.a.O., S. 54; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 331.

<sup>127</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 1, S. 385-388.

Die Entwicklung, welche die Geisteswissenschaften auf philologischem und historischem Gebiet, in Philosophie und Literaturwissenschaft genommen haben und deren Bewandnis und Bedeutung Adam Mez seine 1922 erschienene *Renaissance des Islâms*<sup>134</sup> gewidmet hat, lasse ich unerwähnt und begnüge mich damit, eine einzigartige kulturhistorische Leistung des 4./10. Jahrhunderts ins Gedächtnis zu rufen. Ich meine das 24-bändige «Buch der Lieder» (*Kitāb al-Aġānī*) von Abu l-Faraġ Aḥmad b. al-Ḥusain al-Iṣfahānī<sup>135</sup> (gest. 356/967). Es ist die Erweiterung und Ergänzung einer Sammlung von 100 ausgewählten Liedkompositionen, die im Auftrag des Kalifen Hārūn ar-Rašīd von drei bekannten Musikern zusammengestellt und danach von dem großen Musiker und Literaten Iṣḥāq b. Ibrāhīm al-Mauṣilī<sup>136</sup> (geb. 150/767, gest. 235/850) überarbeitet und erweitert worden war<sup>137</sup>. Das monumentale Werk des Abu l-Faraġ al-Iṣfahānī, das in der Tradition seiner Vorgänger steht, die es im Laufe der Zeit in Vergessenheit geraten ließ, liefert uns nicht nur Angaben über die Kompositionen<sup>138</sup> der Hofmusiker<sup>139</sup>, über deren Leben und Eigenheiten ihrer Musik in Theorie und Praxis sowie über die vertonten Verse und ihre Dichter, sondern es ist darüber hinaus ein Spiegelbild des umayyadischen und abbasidischen Hoflebens und der daran beteiligten Intellektuellenkreise. Der Leser sieht sich dem kultivierten Leben einer

städtischen Gesellschaft gegenüber, in deren geistigen Interessen Musik, Poesie und schöne Literatur den ersten Platz einnehmen. Es ist ein Buch, desgleichen man in anderen Kulturen vergleichlich suchen wird.

Zu den Errungenschaften des Jahrhunderts gehörte auch die von chinesischer Tusche angelegte Entwicklung der Mischfarbe durch Zusatz von Ruß zur Eisengallustinte, die aus Vitriol, Galläpfelextrakt, Gummi arabicum und Wasser bestand.<sup>140</sup>

### 5./11. Jahrhundert

Im Zuge der im 4./10. Jahrhundert begonnenen Diskussion über die Frage nach der Exzentrizität oder Homozentrizität der Planetenbahnen bahnte sich im 5./11. Jahrhundert eine Auseinandersetzung um das ptolemaische Modell an. Anstöße in dieser Richtung waren schon im vergangenen Jahrhundert gegeben worden. Abū Ġaʿfar Muḥammad b. al-Ḥusain al-Ḥāzin hatte ein homozentrisches Modell entworfen, in welchem er die Lehre von der Exzentrizität und von den Epizyklen verwarf und durch die Annahme von Variationen der jeweiligen Planetenbahn zur Ekliptikebene ersetzte.<sup>141</sup> Gegen Ende des 4./10. Jahrhunderts diskutierte Abū Naṣr b. ʿIrāq<sup>142</sup> die bei seinen Zeitgenossen auftretende Idee elliptischer Planetenbahnen mit sehr geringer Differenz zwischen der Länge der beiden Achsen und die Möglichkeit einer tatsächlichen Ungleichförmigkeit der Umläufe. Er war jedoch von einer konstanten und gleichförmigen Bewegung überzeugt. Die scheinbaren Ungleichförmigkeiten und die bei der Beobachtung auftretenden Veränderungen der Durchmesser der Planetenbahnen seien mit der Exzentrizität zu erklären.

<sup>134</sup> Mez starb im Jahre 1917; das Manuskript seines Buches, zu dessen Durchsicht er selbst nicht mehr gekommen war, wurde von Hermann Reckendorf zum Druck vorbereitet und 1922 in Heidelberg herausgegeben.

<sup>135</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 1, S. 378-382.

<sup>136</sup> s. ebd. Bd. 1, S. 371.

<sup>137</sup> Ebd. Bd. 1, S. 378.

<sup>138</sup> s. Henry George Farmer, *The Song Captions in the Kitāb al-Aġhānī al-Kabīr*, in: Transactions of the Glasgow University Oriental Society 15/1953-54/1-10 (Nachdr. in: The Science of Music in Islam Bd. 1, S. 433-442).

<sup>139</sup> s. E. Neubauer, *Musiker am Hof der frühen Abbasiden*, Diss. Frankfurt 1965.

<sup>140</sup> Die Kenntnis verdanke ich Herrn Dr. Armin Schopen, der seit Jahren über das Thema arbeitet; es ist zu hoffen, daß seine bereits abgeschlossene Studie bald erscheinen wird.

<sup>141</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 189.

<sup>142</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 243.



Er hielt es anscheinend nicht für notwendig, epizyklische Bewegungen zu berücksichtigen.

Eine Wendung nahm die Diskussion durch Abū ‘Alī Ibn al-Haiṭam<sup>143</sup> (gest. kurz nach 432/1041). In seinen «Zweifeln an Ptolemaios» gibt er zu bedenken, dieser habe in seinem Modell zur Erklärung der Planetenbewegung durch Einführung des Aequans das Grundprinzip der gleichförmigen Kreisbewegung verletzt, da nunmehr die Bewegung des Epizykelmittelpunktes im Deferenten nicht mehr gleichförmig sein könne. Ibn al-Haiṭam war davon überzeugt<sup>144</sup>, Ptolemaios habe dieses irrierte Modell vorgeschlagen, um seine Vorstellung vom System der Planetenbahnen nicht aufgeben zu müssen. Er habe nichtige Modelle in die Welt gesetzt, die es in Wirklichkeit nicht gebe.<sup>145</sup>

Ibn al-Haiṭams Kritik an Ptolemaios hatte nachhaltigen Einfluß auf spätere Generationen, der sich bis Kopernikus verfolgen läßt. Doch übernahm Ibn al-Haiṭam andererseits aus Ptolemaios’ ὑποθέσεις die Darstellung der Himmelsphären als reale, durchsichtige Gebilde und baute diese Vorstellung in seinem *Kitāb fī Hai’at al-‘ālam* weiter aus. In der Entwicklungsgeschichte der Astronomie war das ein deutlicher Rückschritt. Die Vorstellung von körperlichen Sphären, die nach etwa hundert Jahren von Muḥammad b. Aḥmad al-Ḥaraqī (gest. 533/1139) kritisiert wurde,<sup>146</sup> blieb noch Jahrhunderte lang, bis in die Zeit Newtons hinein, von Bedeutung.<sup>147</sup> Die in diesem Zusammenhang von Ibn al-Haiṭam abgeleitete Kinematik der Planeten (s.u. II, 9f.) war dagegen von großer Wichtigkeit.

Ein Zeitgenosse von Ibn al-Haiṭam war der Universalgelehrte Abu r-Raiḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī (362/973-440/1048), der neben zahlreichen Arbeiten zu Einzelthemen die Aufgabe auf sich nahm, ein Grundwerk der Astronomie zu schaffen, in dem die Entwicklung des Faches bis zu seiner Zeit systematisch erfaßt werden sollte. Er nannte es *al-Qānūn al-Mas‘ūdī* nach dem Widmungsträger, dem in Ḡazna regierenden Mas‘ūd b. Maḥmūd b. Sebūktigin. Im wesentlichen folgte al-Bīrūnī dem ptolemaischen System, doch war ihm bewußt, daß die Wissenschaft im Laufe der Zeit eine Entwicklung durchgemacht hat und daß er selbst dazu Neues beitragen könne. Als Beispiel seiner Leistungen sei seine Berechnung der Entfernung des Apogäums vom Frühlingspunkt erwähnt. Er ermittelte die Beschleunigung und die Verlangsamung der Bewegung im Perigäum mit Hilfe von Differenzenbetrachtungen aus den Tabellen, womit er zu einem der Wegbereiter der Infinitesimalrechnung wurde.<sup>148</sup>

Zu den bedeutendsten Errungenschaften des Jahrhunderts gehört der Ausbau der mathematischen Geographie zu einer selbständigen Disziplin. Wieder war es al-Bīrūnī, dem dieses große Verdienst zukommt. Wie wir aus seinem, diesem Thema gewidmeten Werk *Taḥdīd nihāyāt al-amākin li-taṣḥīḥ masāfāt al-masākin*, erfahren, beschäftigte man sich im östlichen Teil der islamischen Welt im 4./10. Jahrhundert geradezu fieberhaft mit geographischen Ortsbestimmungen. Wir hören, daß al-Bīrūnī selbst schon in jungen Jahren eine große Neigung dazu verspürte. Die Berechnung der Seiten eines sphärischen Dreiecks aus den Winkeln, die seinen Lehrern gelungen war, führte ihn später dazu, Fragen der sphärischen Trigonometrie in einer

<sup>143</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 251 ff.

<sup>144</sup> Ebd. Bd. 6, S. 34.

<sup>145</sup> Ebd. Bd. 6, S. 87.

<sup>146</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 253.

<sup>147</sup> s. Karl Kohl, «Über das Licht des Mondes». Eine Untersuchung von Ibn al Haitham, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 56-57/1924-25 (1926)/305-398, bes. S. 306 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 58, S. 135-228, bes. S. 136).

<sup>148</sup> s. Willy Hartner, Matthias Schramm, *al-Bīrūnī and the Theory of the Solar Apogee: an example of originality in Arabic Science*, in: Scientific Change. Symposium on the History of Science. University of Oxford, 9-15 July 1961, ed. A.C. Crombie, London 1963, S. 206-218; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 263.

speziellen Monographie zu behandeln. Es ist das erhaltene *Kitāb Maqālīd ‘ilm al-hai’a*<sup>149</sup>. Hier steht die Disziplin noch im Dienste der Astronomie. Im achten Kapitel seines *al-Qānūn al-Mas‘ūdī* beschäftigte al-Bīrūnī sich mit den Funktionen von Tangens und Kotangens und gab dem Buch eine Tangens-Tabelle bei.<sup>150</sup> Kurz darauf kam er dann dazu, auch bei der Ermittlung von Längendifferenzen und Distanzen zwischen Orten von der neuen Methode Gebrauch zu machen. Die danach erzielten Längendifferenzen zahlreicher Orte zwischen Baġdād und Ġazna entsprechen bis auf Fehler zwischen 6' und 45' den heutigen Werten. Über seine Methode und ihre Anwendung auf den langen Strecken zwischen Ġazna und Baġdād, auf denen er seine Arbeit durchgeführt hat, erfahren wir durch seine Angaben und lebendigen Schilderungen. Über seine diesbezüglichen Arbeiten hat er in mehreren Schriften gehandelt, die leider mit Ausnahme einer einzigen verschollen sind. Die interessanten Titel jener Werke und der Inhalt des uns erhaltenen *Tahdīd nihāyāt al-amākin* vermitteln die Ansicht, al-Bīrūnī sei in der Tat derjenige Gelehrte gewesen, der die mathematische Geographie zu einer selbständigen Disziplin ausgebaut hat,<sup>151</sup> wobei sein erhaltenes Buch es verdient, als Grundwerk des Faches bezeichnet zu werden.

Zu Beginn des 5./11. Jahrhunderts wurden al-Bīrūnī und Ibn al-Haiṭam unabhängig voneinander dazu geführt, das herkömmliche Verfahren zur Bestimmung der Mittagslinie mit Hilfe des indischen Kreises auf Grund von Fehlern, die

durch die Veränderung der Sonnendeklination entstehen, bedenklich zu finden. In Unkenntnis des von al-Bīrūnī vorgeschlagenen Verfahrens kam Ibn al-Haiṭam zur Bestimmung der Mittagslinie durch eine Methode der Beobachtung von korrespondierenden Höhen eines Fixsterne und erfand dafür ein spezielles Instrument (s.u. II, 146). Ibn al-Haiṭams Methode erschien in Europa zum ersten Mal im ersten Viertel des 15. Jahrhunderts bei Regiomontanus.

Auf dem Gebiet der Mathematik stehen wir im 5./11. Jahrhundert ebenfalls vor großen Leistungen. Allein die Arbeiten von al-Bīrūnī und Ibn al-Haiṭam zeigen, daß schon in den ersten 30 bis 40 Jahren des Jahrhunderts im Vergleich zum vergangenen Jahrhundert beträchtliche Fortschritte gemacht wurden.

Abgesehen von den erwähnten Leistungen in Richtung auf die Infinitesimalrechnung konnte al-Bīrūnī in seinem *Qānūn*, dem Grundwerk der Astronomie, zwölf Verfahren zur Dreiteilung des Winkels anführen,<sup>152</sup> die von seinen Vorgängern und Zeitgenossen abgeleitet worden waren. Diese Aufgaben, deren Lösung durch kubische Gleichungen bewältigt wurden, führten auch zu dem Versuch, die Gleichungen numerisch zu lösen. Ein interessantes Beispiel für einen solchen Versuch war al-Bīrūnīs Aufgabe, die Seiten eines Neunecks zu bestimmen.<sup>153</sup> Unter seinen zahlreichen weiteren bisher bekannten Leistungen auf dem Gebiet der Mathematik sei abschließend seine Kreisberechnung mittels der Seiten eines ein- und umbeschriebenen Neunecks er-

<sup>149</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 266-267; ediert und ins Französische übersetzt von M.-Th. Debarnot, Damaskus 1985.

<sup>150</sup> s. Carl Schoy, *Die trigonometrischen Lehren des persischen Astronomen Abu'l-Raiḥān Muḥ. ibn Aḥmad al-Bīrūnī dargestellt nach al-Qānūn al-Mas‘ūdī*, Hannover 1927, S. 46-57 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 35, S. 161-278, bes. S. 216-227); A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 302.

<sup>151</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 154-161.

<sup>152</sup> s. Carl Schoy, *Die trigonometrischen Lehren des... Abu'l-Raiḥān... al-Bīrūnī*, a.a.O. S. 23-30 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 35, S. 193-200); A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 301-302; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 376.

<sup>153</sup> s. Carl Schoy, *Die trigonometrischen Lehren des... Abu'l-Raiḥān... al-Bīrūnī*, a.a.O. S. 18-22 (Nachdr. a.a.O. S. 188-192); J. Tropfke, *Geschichte der Elementar-Mathematik*, Bd. 3, 3. Aufl., Berlin und Leipzig 1937, S. 129-132; A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 258.

wähnt, eigentlich eine trigonometrische Aufgabe, die al-Bīrūnī auf eine kubische Gleichung zurückführt oder mit Hilfe eines besonderen Iterationsverfahrens (*istiqrā'*) löst.<sup>154</sup>

Auch bei Ibn al-Haiṭam hat die rezente Forschung bedeutende Leistungen herausgestellt, von denen einige hier genannt seien. Einen wichtigen Platz in der Geschichte der Mathematik nimmt das nach ihm benannte berühmte mathematisch-optische Problema Alhazeni ein. Dabei handelt es sich um eine von ihm gestellte und mit einer Gleichung vierten Grades gelöste Aufgabe des Inhalts, «den Spiegelungspunkt eines kugelförmig gekrümmten Spiegels zu finden, von welchem aus das Bild eines an einem gegebenen Orte befindlichen Gegenstandes in ein gleichfalls an einem gegebenen Orte befindliches Auge geworfen wird».<sup>155</sup> Eine wichtige Entwicklung der von Ibn al-Haiṭam gestellten und gelösten Aufgabe zeichnet sich im *Kitāb al-Istikmāl* von al-Mu'taman b. Yūsuf b. Aḥmad b. Sulaimān al-Hūdī, einem Herrscher aus Saragossa (gest. 478/1085) ab.<sup>156</sup> Al-Mu'taman bringt in seinem höchst interessanten, erst vor zwei Jahrzehnten bekannt gewordenen Buch eine Vereinfachung und Verallgemeinerung der Aufgabe Ibn al-Haiṭams.<sup>157</sup> An anderer Stelle wird erörtert werden, daß diese Aufgabe und ihre Lösung, die im Rahmen des großen optischen Werkes (*Kitāb al-Manāẓir*) von Ibn al-

Haiṭam im 12. Jahrhundert ins Lateinische übersetzt wurde, große Mathematiker in Europa bis ins 19. Jahrhundert hinein beschäftigt hat (s.u.III, 187f.).

Ibn al-Haiṭam gehört auch zu den Wegbereitern der Infinitesimalrechnung. Er berechnet, über seine Vorgänger Archimedes, Tābit b. Qurra, Ibrāhīm b. Sinān b. Tābit und Abū Sahl al-Kūhī hinausgehend, auch Paraboloiden, «die durch Rotation der Parabel um einen beliebigen Durchmesser derselben entstehen, und dann besonders diejenigen, die durch Rotation eines Parabelstückes um die Ordinate entstehen»<sup>158</sup>. Seine Lösung, «bei der die Summe der 4. Potenz auftritt, enthält eine Rechnung, die der Berechnung des bestimmten Integrales  $\int_0^a t^4 dt$  gleichkommt»<sup>159</sup>. Eine der wenigen bisher bekannt gewordenen Leistungen Ibn al-Haiṭams auf dem Gebiet der Geometrie sichert ihm eine hervorragende Stellung in der Geschichte der Auseinandersetzung mit Euklids Parallelenlehre (s.u.II, 126f.). Er versucht, das 5. Postulat der *Elemente* mit Hilfe eines Bewegungsprinzips zu beweisen, das auf die Annahme hinausläuft, daß Linien konstanten Abstandes zu einer Geraden wieder Geraden sind. Ibn al-Haiṭam «betritt hier bereits den Weg, den später viele seiner direkten und indirekten Nachfolger einschließlich der Geometer des 18. Jahrhunderts eingeschlagen haben»<sup>160</sup>.

<sup>154</sup> s. Paul Luckey, *Der Lehrbrief über den Kreisumfang (ar-Risāla al-Muḥīṭiya) von Ġamšīd b. Mas'ūd al-Kāšī übersetzt und erläutert*, ed. A. Siggel, Berlin 1953, S. 46-47 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 56, S. 227-329, bes. S. 280-281); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 377.

<sup>155</sup> M. Cantor, a.a.O. Bd. 1, S. 789; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 359.

<sup>156</sup> s. Jan P. Hogendijk, *The geometrical parts of the Istikmāl of Yūsuf al-Mu'taman ibn Hūd (11<sup>th</sup> century)*, in: *Archives internationales d'histoire des sciences* (Paris, Rom) 41/1991/207-281. Bemerkenswert ist, daß Maimonides (Mūsā b. Maimūn) das Buch von al-Mu'taman unter dem Titel *Tahdīb al-Istikmāl* bearbeitet hat (s. Ibn al-Qiftī, *Ta'rīḥ al-ḥukamā'*, Leipzig 1903, S. 319).

<sup>157</sup> s. Jan P. Hogendijk, *Al-Mu'taman's simplified lemmas for solving Alhazen's Problem*, in: *From Baghdad to Barcelona. Studies in the Islamic exact sciences in honour of Prof. Juan Vernet*, Bd. 1, Barcelona 1996, S. 59-101.

<sup>158</sup> s. H. Suter, *Die Abhandlung über die Ausmessung des Paraboloides von el-Ḥasan b. el-Ḥasan b. el-Haiṭham, übersetzt und mit Kommentar versehen*, in: *Bibliotheca Mathematica* (Leipzig), 3. Folge 12/1912/289-332, bes. S. 320 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 57, S. 141-184, bes. S. 172); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 359.

<sup>159</sup> A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 292-294; ders. und B.A. Rosenfeld, *Die Mathematik der Länder des Ostens im Mittelalter*, Berlin 1963, S. 155-156.

<sup>160</sup> A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 281; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 49, 361.

In der Trigonometrie sei auf seinen sphärischen Kotangentensatz verwiesen, den er interessanterweise rein geometrisch ableitet und in seinem Traktat über die Ermittlung der Gebetsrichtung (*qibla*) anwendet.<sup>161</sup> Mit diesem dritten Hauptsatz der sphärischen Trigonometrie erweist sich Ibn al-Haiṭam als Vorgänger von François Viète (1593).<sup>162</sup>

Nicht vergessen sei ein Zeitgenosse von Ibn al-Haiṭam und al-Bīrūnī namens Muḥammad b. al-Laiṭ Abu l-Ġūd<sup>163</sup>. Von ihm kennen wir eine Konstruktion des Siebenecks im Kreis, die er auf eine Gleichung dritten Grades zurückführt.<sup>164</sup> Die Konstruktion hatten schon Abū Sahl al-Kūhī<sup>165</sup> und Aḥmad b. Muḥammad as-Siġzī<sup>166</sup> etwa ein halbes Jahrhundert vor ihm durchgeführt, aber Abu l-Ġūd ging einen anderen Weg<sup>167</sup> und fand die Konstruktion der Gleichung  $x^3 = 13\frac{1}{2}x + 5 = 10x^2$ , was seinen Vorgängern nicht gelungen war<sup>168</sup>. Bei der Konstruktion des Siebenecks machten sich die Nachwirkungen des arabisch-islamischen Kulturkreises bei europäischen Mathematikern bis zum 17. Jahrhundert bemerkbar.<sup>169</sup>

<sup>161</sup> s. Carl Schoy, *Abhandlung des al-Ḥasan ibn al-Ḥasan ibn al-Haiṭam (Alhazen) über die Bestimmung der Richtung der Qibla*, in: Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft (Leipzig) 75/1921/242-253 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 58, S. 28-39), s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 362.

<sup>162</sup> s. J. Tropicke, *Geschichte der Elementar-Mathematik*, Bd. 5, 2. Aufl., Berlin und Leipzig 1923, S. 143.

<sup>163</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 353-355.

<sup>164</sup> Ebd. Bd. 5, S. 353.

<sup>165</sup> s. Yvonne [Dold-]Samplonius, *Die Konstruktion des regelmäßigen Siebenecks nach Abū Sahl al-Qūhī Waiḡan ibn Rustam*, in: Janus 50/1963/227-249; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 316.

<sup>166</sup> s. C. Schoy, *Graeco-arabische Studien ...*, in: Isis (Brüssel) 8/1926/21-40 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 62, S. 29-48); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 330.

<sup>167</sup> s. C. Schoy, *Graeco-arabische Studien ...*, a.a.O. S. 38-39 (Nachdr. S. 46-47); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 353-354.

<sup>168</sup> s. A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 259.

<sup>169</sup> vgl. J. Tropicke, *Geschichte der Elementar-Mathematik*, a.a.O. Bd. 3, S. 132.

Abu l-Ġūd war offenbar der erste Mathematiker, der Gleichungsformen dritten Grades und ihre Lösungsarten in einer eigenen Abhandlung dargestellt hat. Das erfahren wir von seinem Nachfolger ‘Umar al-Ḥaiyām (2. Hälfte 5./11. Jh.), der zwar das Werk nicht selbst gesehen hat, aber durch einen Zeitgenossen darüber informiert wurde.<sup>170</sup> Das erhaltene, vor 150 Jahren von Franz Woepcke edierte, untersuchte und ins Französische übersetzte Buch von ‘Umar al-Ḥaiyām über Algebra (*al-Barāhīn ‘alā masā’il al-ġabr wa-l-muqābala*) kann als ein Spiegelbild der Entwicklung bezeichnet werden, die die Algebra im Rahmen der arabisch-islamischen Mathematik zurückgelegt hat. Al-Ḥaiyām führt 25 Typen von Gleichungen an, von denen 12 von linearer oder quadratischer Art sind; der Rest besteht aus Gleichungen dritten Grades, die sich durch Kegelschnitte lösen lassen und die er systematisch behandelt. Er beklagt, daß eine numerische Lösung jener Gleichungen noch nicht gefunden sei, bringt aber seine Hoffnung zum Ausdruck, daß kommenden Generationen dies vielleicht gelingen werde.<sup>171</sup> Al-Ḥaiyām macht auch darauf aufmerksam, daß kubische Gleichungen, die nicht auf quadratische reduzierbar sind, sich im allgemeinen mit Hilfe der Eigenschaften des Kreises, d.h. mit Zirkel und Lineal, nicht lösen lassen. Der Gedanke wurde später auch von René Descartes (1637) ausgesprochen, aber erst von Pierre Laurent Wantzel (1837) als richtig nachgewiesen.<sup>172</sup>

Daß das «ausgezeichnete Werk» von ‘Umar al-Ḥaiyām «bis auf die neueste Zeit» unbekannt blieb und Mathematiker wie Fermat (um 1637),

<sup>170</sup> ‘Umar al-Ḥaiyām, *Risāla fi l-barāhīn ‘alā masā’il al-ġabr wa-l-muqābala*, hsg. in F. Woepcke, *L’algèbre d’Omar Alkhayyāmī*, Paris 1851, S. (arab.) 1ff., bes. S. 47, Übers. S. 81-82 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 45, S. 105-106, 158).

<sup>171</sup> ‘Umar al-Ḥaiyām, a.a.O. S. (arab.) 6, Übers. S. 9 (Nachdr. a.a.O. S. 33, 199); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 50.

<sup>172</sup> s. J. Tropicke, a.a.O. Bd. 3, S. 125; A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 261.



Descartes (1637), van Schooten (1659), E. Halley (1687) und andere «ähnliche Konstruktionen erst von neuem wieder erfinden» mußten, bedauerte noch im Jahre 1937 der Mathematikhistoriker Johannes Tropfke.<sup>173</sup>

Al-Ḥaiyām, der auch zu den großen persischen Dichtern zählt und dem in weiteren wissenschaftlichen Disziplinen wie Astronomie und Physik eine hohe Autorität zuerkannt wird, fand eine eigene Lösung für die Parallelenlehre. Er lehnt die Verwendung der Bewegung als Beweismittel in der Geometrie, die Ibn al-Haiṭam befürwortet hatte, ab. Seine Lösung erscheint wieder im 18. Jahrhundert bei dem italienischen Mathematiker Girolamo Saccheri (s.u. III, 127f.). Im 5./11. Jahrhundert begegnen wir einigen maßgeblichen Leistungen auf dem Gebiet der Physik unter Einschluß von Optik und Meteorologie<sup>174</sup>. Die Physik gehört, trotz verdienstvoller Einzelaufsätze von Eilhard Wiedemann und seinen Schülern und trotz der ausgezeichneten Arbeit von Matthias Schramm über *Ibn al-Haythams Weg zur Physik* (1963) zu den Gebieten der arabisch-islamischen Wissenschaften, die nach wie vor auf eine zusammenfassende historische Darstellung, und sei sie noch so bescheiden, warten. Schramm kam bei seinem Ansatz, sich auf das Hauptwerk Ibn al-Haiṭams über die Optik (*Kitāb al-Manāẓir*) und seine astrophysikalischen Traktate zu stützen, zu der Feststellung, daß in diesen Schriften aristotelische Physik mit angewandter Mathematik, traditioneller Astronomie und Optik vereint werden und daß dies als typisch für die naturwissenschaftliche Forschung Ibn al-Haiṭams gelten kann.<sup>175</sup> Andererseits gelinge es ihm, «die aristotelische Metaphysik der Natur, mit deren Studium er seine wissenschaftlichen Bemühungen begann, in eine physikalische Theorie um-

zuformen, welche eine dynamische Erklärung des von Ptolemäus entworfenen kinematischen Modells gestattet.»<sup>176</sup> Ibn al-Haiṭam habe mit seinen Bemühungen auf diesem Wege «den ersten Schritt getan, der zu einer der erstaunlichsten Leistungen des menschlichen Geistes überhaupt führen sollte, von der Metaphysik der Natur und ihrer mathematischen Deskription zur Physik, zur mit mathematischer Methodik arbeitenden exakten Naturwissenschaft»<sup>177</sup>.

Seine sich ständig erweiternden physikalisch-astronomischen Kenntnisse finden ihren Niederschlag in zahlreichen monographischen Abhandlungen<sup>178</sup>, etwa über die Gestalt der Welt, über Brennspiegel, über Regenbogen und Halo, über das Mondlicht, über Lichterscheinungen der Sterne, über die Substanz des Sehorgans und die Art des Sehvorgangs, über das «Abbild der Finsternis» und über die Mondflecken. Seine Kenntnisse über die optischen Gegenstände legte er in dem genannten umfassenden *Kitāb al-Manāẓir* nieder. Wie seine arabischen Vorgänger Abū Bakr ar-Rāzī (gest. 313/925), al-Fārābī (gest. 339/950) und sein Zeitgenosse Ibn Sīnā (gest. 428/1037), und abweichend von Euklid und Ptolemaios schließt er sich Aristoteles' Auffassung an, wonach das Sehen nicht durch Strahlen erfolgt, welche vom Auge ausgehen, sondern durch solche, die vom Gegenstand ausgehen. Nicht nur beim Sehvorgang, sondern bei allen von ihm behandelten Problemen stehen Mathematik und Experiment im Vordergrund. Nach Schramms<sup>179</sup> Urteil zeugt die Optik von einer genialen mathematischen Begabung ihres Verfassers. Zum Experimentieren baut Ibn al-Haiṭam mehrere Instrumente und Vorrichtungen, darunter eine Camera obscura.<sup>180</sup>

<sup>173</sup> J. Tropfke, a.a.O. Bd. 3, S. 133.

<sup>174</sup> Hierzu s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 7, S. 203-305.

<sup>175</sup> M. Schramm, *Ibn al-Haythams Weg zur Physik*, Wiesbaden 1963, S. 7.

<sup>176</sup> Ebd. S. 143.

<sup>177</sup> Ebd. S. 145.

<sup>178</sup> s. ebd. S. 274-284.

<sup>179</sup> Ebd. S. 14.

<sup>180</sup> Ebd. S. 210.



Zu einer vorzüglichen Bewertung der Optik von Ibn al-Haitam und ihrer Bedeutung gelangte Leopold Schnaase<sup>181</sup> im Jahre 1890 auf der Grundlage der lateinischen Übersetzung des Buches, eine Bewertung, die wir in der Untersuchung von Schramm meisterhaft bestätigt finden. Schnaase nennt Ibn al-Haitam mit seinem latinisierten Namen und schreibt: «Ein Vergleich der Leistungen Alhazens mit denen des Ptolemäus zeigt, wie bedeutende Fortschritte die Optik gerade dem ersteren zu verdanken hat: Alhazen ist der erste Physiker gewesen, der den Bau des Auges berücksichtigt und auf Grund desselben eine ausführliche Theorie des Sehens entwickelt hat, die trotz unrichtiger Voraussetzung über die Funktionen der Krystalllinse zu Resultaten führt, welche mit denen unserer heutigen Lehren fast übereinstimmen. Die Annahmen und Versuche, durch welche er die Bedingungen des Einfach- und des Doppeltsehens feststellt, sind als von ihm selbst gemachte Entdeckungen zu bezeichnen. Er hat ferner zuerst in bestimmter Weise die Unrichtigkeit der Lehre von den Gesichtsstrahlen nachgewiesen, diese Lehre endgiltig aus der Physik entfernt und die entgegengesetzte eingeführt – eine Änderung in den Grundlagen der Optik von ausserordentlicher Tragweite. Auch die Behauptung, dass die Fortpflanzung des Lichts Zeit erfordere, finden wir schon bei ihm. Eine wie gewaltige Kluft trennt hier Ptolemäus und Alhazen, die griechische und die arabische Schule!»

«In der Lehre von der Reflexion überragt Alhazen alle seine Vorgänger durch die Klarheit der Anschauungen. Er beweist zuerst vermittelst des Apparates die bezüglichen Gesetze gleichzeitig für alle Arten der Spiegel und giebt zuerst eine

richtige Erklärung der Spiegelbilder. Die Untersuchungen über den Ort, über die Verzerrungen der Bilder und die Lösung der nach ihm genannten Aufgabe sind neu.»

«Auch in der Kenntnis der Refraction übertrifft Alhazen den Ptolemäus. Er weiss, dass das Verhältnis zwischen Brechungs- und Einfallswinkel nicht constant ist, dass der Weg des Lichts durch zwei Mittel vorwärts und rückwärts derselbe bleibt, dass das Bild eines Gegenstandes in einem dichteren Mittel gehoben und vergrössert erscheint, und bestimmt endlich den Ort desselben in noch heute giltiger Weise. Als ein merkwürdiges Resultat seiner Untersuchungen erscheint hier die Entdeckung der vergrössernden Kraft gläserner Kugelsegmente, welche auf die erste Anfertigung der Augengläser nicht ohne Einfluss geblieben sein kann. – Der von Alhazen angegebene Grund für die scheinbare Vergrösserung der Gestirne am Horizonte ist der einzige, den wir bisher kennen, und viel richtiger als der des Ptolemäus, welcher die Verkleinerung im Zenith durch die ungewöhnliche Stellung der Augen beim Sehen zu erklären sucht, während er in andern Punkten der astronomischen Strahlenbrechung genauer ist als Alhazen. – Dass die Berechnung der Höhe der Atmosphäre so wie die Untersuchungen über die Brennkugel von keinem Physiker vor Alhazen auch nur angedeutet sind, bedarf kaum besonderer Erwähnung.»

«... Mögen hier und da vielleicht Ansichten, den seinigen ähnlich, auch schon früher ausgesprochen worden sein, diese geklärt und zwischen den widerstreitenden Meinungen endgiltig entschieden zu haben, ist unstreitig Alhazens Verdienst, und damit hat er die grossartige Umwälzung in den Grundlehren der Optik bewirkt, durch welche bei dem Beginne des neuen Jahrtausends der Forschung neue Bahnen angewiesen und die glänzenden Entdeckungen der Neuzeit vorbereitet wurden.»

<sup>181</sup> *Alhazen. Ein Beitrag zur Geschichte der Physik*, in: *Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig* N.F. 7, Heft 3, 1890, S. 140-164, bes. S. 163-164 (Nachdr. in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 33, S. 26-52, bes. S. 51-52).

Dieser äußerst informativen Beurteilung eines Physikers humanistischen Geistes vom Ende des 19. Jahrhunderts lasse ich die Meinung des zeitgenössischen Medizinhistorikers H. Schipperges<sup>182</sup> folgen, die dieser sich durch die Lektüre der Untersuchung von Schramm über die Stellung Ibn al-Haitams in der Geschichte der Physik gebildet hat. Er stimmt mit Schramm überein, «daß in der Tat Ibn al-Haytham es gewesen ist, der erstmalig einen neuen methodischen Zug in die Naturwissenschaft gebracht hat, eine Methodik, die ihn von der Naturforschung der Griechen deutlich trennt und über die Epoche Galileis hinaus an die moderne experimentelle Physik verknüpft».

Weitere originelle physikalische Ideen und Leistungen dieser Epoche erkennen wir in den bekannten Werken wie auch in den Titeln verlorener Schriften von Abu r-Raiḥān al-Bīrūnī. Die Reife der Zeit für eine Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Problemen spiegelt sich in der Korrespondenz zwischen al-Bīrūnī und dem elf Jahre jüngeren, damals siebzehnjährigen Abū ‘Alī Ibn Sīnā. Abgesehen von den erhaltenen Texten jener Korrespondenz<sup>183</sup> geben die Äußerungen, die al-Bīrūnī zur Frage der Geschwindigkeit des Lichtes und der Erwärmung der Erde in seiner «Chronologie orientalischer Völker» (*al-Āṭār al-bāqiya ‘an al-qurūn al-ḥāliya*)<sup>184</sup>

macht, wo er sich auf diese Korrespondenz bezieht und von Ibn Sīnā als einem verdienstvollen jungen Mann spricht, ein lebendiges Beispiel für unsere Vorstellung von dem hohen wissenschaftlichen Geist der Zeit. Eine Würdigung der Stellung al-Bīrūnī’s in der Geschichte der Physik läßt noch auf sich warten. Bisher wurde vor allem seine Leistung bei der Bestimmung von Gewichten gleicher Volumina untersucht und wissenschaftshistorisch bewertet.<sup>185</sup> Nach mehrmaligen, mit Mißerfolgen beendeten Experimentierversuchen gelang es ihm, zu diesem Zweck ein Gerät zu bauen, das dem modernen Apothekenpyknometer ähnlich sieht (s.u.V, 9ff.). Die von ihm und seinen Nachfolgern damit ermittelten spezifischen Gewichte einer Reihe von Metallen und Edelsteinen sind mit ihren modernen numerischen Werten fast identisch. Erwähnt sei auch der interessante Versuch aus der zweiten Hälfte des 5./11. Jahrhunderts, die Höhe der Atmosphäre zu bestimmen. Die Aufgabe wurde trigonometrisch-astronomisch gelöst und findet sich in lateinischer Übersetzung in dem irrtümlich Ibn al-Haitam zugeschriebenen *De crepusculis et nubium ascensionibus*. Der wahre Verfasser<sup>186</sup> war der andalusische Gelehrte Abū ‘Abdallāh Muḥammad Ibn Mu‘āḍ al-Ġaiyānī<sup>187</sup>. Der im Jahre 1542 in Portugal gedruckte lateinische Traktat hat das Abendland nachhaltig beeinflusst.<sup>188</sup>

<sup>182</sup> Rezension des Buches von Schramm in: Archives internationales d’histoire des sciences (Paris) 17/1964/183-184, bes. S. 184.

<sup>183</sup> Mit türkischer Übersetzung herausgegeben von Muhammed Tancî in: *Beyrunî’ye armağan*, (zum 1000-jährigen Geburtsjahr al-Bīrūnīs) hsg. von Aydın Sayılı, Ankara 1974, S. 231-301.

<sup>184</sup> Hsg. von Eduard Sachau, Leipzig 1878 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 30), S. 256-257; englische Übersetzung ders., London 1879 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 31), S. 247.

<sup>185</sup> E. Wiedemann, *Über das al-Bīrūnische Gefäß zur spezifischen Gewichtsbestimmung*, in: Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft im Jahre 1908, Braunschweig 1908, S. 339-343 (Nachdr. in: Natural Sciences in Islam Bd. 46, S. 113-117); ders., *Über die*

*Verbreitung der Bestimmungen des spezifischen Gewichtes nach Bīrūnī*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 45/1913/31-34 (Nachdr. in: Natural Sciences in Islam Bd. 46, S. 119-122); Heinrich Bauerreiß, *Zur Geschichte des spezifischen Gewichtes im Altertum und Mittelalter*, Erlangen 1914, S. 28 ff. (Nachdr. in: Natural Sciences in Islam Bd. 45, S. 193-324, bes. S. 224 ff.).

<sup>186</sup> s. A.I. Sabra, *The authorship of the Liber de crepusculis, an eleventh-century work on atmospheric refraction*, in: Isis (Berkeley) 58/1967/77-85.

<sup>187</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 109.

<sup>188</sup> s. Matthias Schramm, *Ibn al-Haythams Stellung in der Geschichte der Wissenschaften*, in: Fikrun wa Fann (Hamburg) 6/1966/65-85, bes. S. 73-74; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 364.

Zu den wichtigsten wissenschaftlichen Leistungen des arabisch-islamischen Kulturkreises gehören zweifellos die beiden Hauptwerke von Abū ‘Alī Ibn Sīnā (gest. 428/1037), sein «Kanon der Medizin» (*al-Qānūn fi ṭ-ṭibb*) und die Enzyklopädie der philosophischen und exakten Wissenschaften mit dem Titel «Buch der Genesung» (*Kitāb aš-Šifā’*).

Den «Kanon» dieses Denkers von außergewöhnlicher Begabung und Arbeitskraft bezeichnete Julius Hirschberg<sup>189</sup> als «ein durch Ordnung und Genauigkeit ausgezeichnetes, sehr umfangreiches und vollständiges Lehrgebäude der gesamten Heilkunde, einschließlich der Chirurgie, – fast ohne Gleichen in der Welt-Literatur» und fährt fort: «Von den Griechen besitzen wir nur Sammlungen, Auszüge, Compilationen. Der Kanon ist ein Werk aus einem Guss. Heutzutage braucht man ein ganzes Collegium von Ärzten, um ein entsprechendes «Handbuch» zu schaffen. Ein halbes Jahrtausend hat der Kanon gegolten, hat Ibn Sina geherrscht, wie Aristoteles und Galenos.» Das Buch wurde im 12. Jahrhundert ins Lateinische übersetzt und hat die Medizin im Abendland bis zum 17. Jahrhundert beeinflusst.

Das zweite, ebenso umfangreiche, enzyklopädische Werk Ibn Sīnā’s erfaßt die Lehre über die Prinzipien der Naturkörper und das Weltgebäude, Entstehen und Vergehen, Wirken und Leiden in der Natur, Meteorologie und Erdkunde, Psychologie, Botanik und Zoologie, Mathematik und Astronomie, Musik, Philosophie und Logik.<sup>190</sup> Das Buch wurde im 12. Jahrhundert von Johannes Hispaniensis ins Lateinische übersetzt und beeinflusste jahrhundertlang die Entwicklung der Wissenschaften im Abendland.

<sup>189</sup> *Geschichte der Augenheilkunde*, Bd. 2: *Geschichte der Augenheilkunde im Mittelalter*, Leipzig 1908 (= Graefe-Sæmisch, *Handbuch der gesamten Augenheilkunde*, Bd. 13), S. 16.

<sup>190</sup> *Die Metaphysik Avicennas*, übersetzt und erläutert von Max Horten, Halle und New York 1907 (Nachdr. in: *Islamic Philosophy* Bd. 40-41), S. VIII.

Im Anschluß an die beiden Werke Ibn Sīnā’s sei auch die große Leistung des christlichen Augenarztes ‘Alī b. ‘Īsā al-Kaḥḥāl (1. Hälfte 5./11. Jh.) erwähnt. J. Hirschberg betrachtet das Werk als führend unter den in den folgenden 800 Jahren verfaßten Lehrbüchern der Augenheilkunde. Zu seiner lateinischen Übersetzung meint er dagegen, «die Augenheilkunde hätte im Abendland während dieser Zeit einen höheren Stand gehabt und mehr zum Nutzen der Menschheit leisten können, wenn die frühzeitig von seinem Werk verfertigte lateinische Übersetzung brauchbarer und dem entsprechend auch verbreiteter gewesen wäre.»<sup>191</sup> Hirschberg weist darauf hin, daß Operationen unter Betäubung zu den bekannten medizinischen Verfahren gehörten und beklagt, daß die von den Arabern praktizierte chirurgische «Einschläferung» (*tanwīm*) den Historikern der Medizin gänzlich unbekannt geblieben sei.<sup>192</sup>

Aus der Geographie dieses Jahrhunderts sei auf das erste uns bekannte umfangreiche geographische Lexikon hingewiesen. Es wurde von Abū ‘Uбайд ‘Abdallāh b. ‘Abdal‘azīz al-Bakrī<sup>193</sup> aus Cordova (gest. 487/1094) zusammengestellt. Aus zahlreichen monographischen und anderen Quellen über Karawanenstationen, Berge, Flüsse, Brunnen etc., die ihm zugänglich waren, schuf dieser Geograph, Historiker und Lexikograph ein alphabetisch angeordnetes Nachschlagewerk. Der gleiche Verfasser hinterließ uns eine wertvolle, von den Geographen der östlichen Schule der Anthropogeographie unabhängige Ländergeographie (*Kitāb al-Masālik wa-l-mamālik*), deren hoher Wert in ihrer ausgezeichneten Beschreibung Spaniens und in sel-

<sup>191</sup> *Alī ibn Isa. Erinnerungsbuch für Augenärzte*, übersetzt und erläutert von J. Hirschberg und J. Lippert, Leipzig 1904 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 44), S. XXXVII.

<sup>192</sup> Ebd. S. XXXVI; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 338.

<sup>193</sup> *Mu‘ğam ma sta‘ğam min asmā’ al-bilād wa-l-mawā-dī’*, ed. Muṣṭafā as-Saqqā, 4 Bde. Kairo 1945-1951.

tenen, aus nicht erhaltenen Quellen übernommenen Informationen über Mittel- und Osteuropa und Nordafrika liegt.<sup>194</sup>

Aus dem Bereich der Geschichtswissenschaften sei das Indienbuch al-Bīrūnī's erwähnt, das eine mustergültige Wahrheitsliebe, kritischen Geist, scharfe Beobachtung und eine erstaunliche Weltoffenheit und Objektivität seines Verfassers bezeugt. Al-Bīrūnī behandelt die Kultur, die Religionen und die Wissenschaften der Indier auf der Grundlage eigener, während eines langjährigen Aufenthaltes vor Ort durchgeführter Forschungen und Beobachtungen. In der Einleitung sagt er<sup>195</sup>: «Dieses Buch ist nicht polemisch, sondern nur ein einfacher Tatsachenbericht. Ich werde die Theorien der Hindus entwickeln, wie sie sind, und werde in Verbindung damit ähnliche Theorien der Griechen nennen, um die Verwandtschaft zwischen beiden aufzuzeigen.» Al-Bīrūnī's Buch dürfte in der Tradition jenes Geistes stehen, den wir schon in frühabbasidischer Zeit antreffen (s.o.S. 23) und der darauf gerichtet ist, fremde Kulturen und Religionen kennen zu lernen, wie er in vielen Reisebüchern, in den Meisterwerken al-Mas'ūdīs (s.o.S. 23) und auch in al-Bīrūnī's «Chronologie orientalischer Völker» seine Ausprägung gefunden hat. Al-Bīrūnī's Indienbuch bildet einen Höhepunkt, der, vielleicht nicht nur in der arabisch-islamischen Kultur, nicht mehr zu übertreffen war.

Zum Abschluß dieser Auswahl herausragender Leistungen des 5./11. Jahrhunderts seien die bei-

den äußerst bedeutsamen Werke von 'Abdalqāhir b. 'Abdarrahmān al-Ġurġānī (gest. 471/1078) aus dem Bereich der Sprachforschung angesprochen. Es sind sein *Kitāb Dalā'il al-i'ġāz* und das *Kitāb Asrār al-balāġa*. In seiner ausgezeichneten Untersuchung des ersteren hat Max Weisweiler<sup>196</sup> festgestellt, daß der Autor versucht, «sprachliche Erscheinungen nach Ursache, Zweck und Wirkung psychologisch zu begreifen». Es ist al-Ġurġānī anscheinend nicht bewußt geworden, daß er mit seinen Leitgedanken und Beispielen die Grundlage einer Stilgrammatik geschaffen hat. Schon in der nächsten Generation wurde sie unter dem Namen *'ilm al-ma'ānī* in Form eines systematisch aufgebauten Lehrbuches zu einem neuen Zweig der Sprachwissenschaften.<sup>197</sup> Daß al-Ġurġānī's bewundernswerte Gedanken nicht von heute auf morgen entstehen konnten, sondern bereits ein hohes Niveau in einer langfristigen Aufwärtsentwicklung darstellen, bedarf wohl keiner Begründung. Die vorhergehenden Leistungen sind uns heute auch recht gut bekannt.<sup>198</sup>

Im zweiten, *Asrār al-balāġa* («Die Geheimnisse der Wortkunst») betitelten Buch 'Abdalqāhir al-Ġurġānī's entdeckte sein Herausgeber und Übersetzer, Hellmut Ritter<sup>199</sup>, «eine psychologische Begründung ästhetischer Werturteile über Poesie». Der mit der Edition und deutschen Übersetzung des Buches rund fünfundzwanzig Jahre lang beschäftigte Forscher, der zweifellos einer der größten Kenner der arabischen Sprache und Literatur war, wies darauf hin, daß etwas ähnliches seines Wissens «auf islamischem

<sup>194</sup> Dieser Teil trägt den Titel *Kitāb al-Muġrib fī dīkr bilād Ifrīqīya wa-l-Maġrib*, hsg. von Mac Guckin de Slane, Algier 1857 (Nachdr. Islamic Geography Bd. 134), französische Übersetzung von demselben, Algier 1913 (Nachdr. Islamic Geography Bd. 135).

<sup>195</sup> *Kitāb Tahqīq mā li-l-Hind min maqūla maqbūla fi l-'aql au marḍūla*, hsg. von Edward Sachau, London 1887 (Nachdr. in Islamic Geography Bd. 105); Übersetzung des Zitates nach Max Krause, *al-Bīrūnī. Ein iranischer Forscher des Mittelalters*, in: *Der Islam* (Berlin) 26/1942/1-15, bes. S. 13.

<sup>196</sup> 'Abdalqāhir al-Curcānī's Werk über die Unnachahmlichkeit des Korans und seine syntaktisch-stilistischen Lehren, in: *Oriens* 11/1958/77-121, bes. S. 79.

<sup>197</sup> vgl. Udo Gerald Simon, *Mittelalterliche arabische Sprachbetrachtung zwischen Grammatik und Rhetorik: 'ilm al-ma'ānī bei as-Sakkākī*, Heidelberg 1993, S. 3-4.

<sup>198</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 9, S. 11.

<sup>199</sup> *Die Geheimnisse der Wortkunst (Asrār al-balāġa) des 'Abdalqāhir al-Curcānī*. Aus dem Arabischen übersetzt, Wiesbaden 1959, S. 1.



Boden zuvor nie versucht worden war».<sup>200</sup> Auf jeden Fall erweist sich al-Ğurġānī heute als Vorläufer des drei bis vier Generationen nach ihm zu einer eigenen Disziplin der Sprachwissenschaft ausgebauten *‘ilm al-bayān*.

### 6./12. Jahrhundert

Wenn wir zur Astronomie zurückkehren, so sehen wir, daß der um die Wende vom 5./11. zum 6./12. Jahrhundert im muslimischen Spanien wirkende Ibrāhīm b. Yaḥyā az-Zarqālī zu einer wesentlich genaueren Messung der Eigenbewegung des Sonnenapogäums gelangte als seine Vorgänger. Er erhielt als Wert der Bewegung  $1^\circ$  in 299 Jahren, d.h.  $12,09''$  in einem Jahr, was annähernd mit den gegenwärtig angenommenen  $11,46''$  übereinstimmt.<sup>201</sup> Dieser Wert und die Kenntnis des dazu entwickelten Modells erreichten Kopernikus über die beiden Kompilationen *Theoricæ planetarum* von Georg Peurbach und die *Epitome* von Johannes Regiomontanus.<sup>202</sup> Es wurde bereits durch einen Vergleich nachgewiesen, daß die Tafeln, die az-Zarqālī bei der Aufstellung seiner Sonnentheorie verwendet hat, und die entsprechenden Tafeln aus *De revolutionibus* von Kopernikus, von einer kleinen Abweichung abgesehen, Übereinstimmung in der Gestaltung und im Aufbau verraten.<sup>203</sup> Auch Johannes Kepler erfuhr von az-Zarqālīs Beobachtungen zur Feststellung des Sonnenapogäums.<sup>204</sup> Es wird zudem vermutet, daß Keplers Erklärung der Marsbahn als Oval mit der ovalen Merkurbahn az-Zarqālīs in Verbindung stehen könnte.<sup>205</sup>

Auch eine zukunftsweisende Erfindung in der Geschichte des Astrolabs trägt den Namen az-Zarqālīs. Er ersetzte die stereographische Polarprojektion durch eine Horizontalprojektion, wobei der Hauptteil des Instruments auf eine einzige Scheibe reduziert werden konnte statt für je eine geographische Breite eine eigene Scheibe zu benutzen. Dieses in der astronomischen Literatur als Universalscheibe bekannte Instrument erfreute sich später in Europa großer Verbreitung (s.u. II, 116 ff.).

Zu den astronomischen Instrumenten, die im 6./12. Jahrhundert in Erscheinung traten, gehört dasjenige, das in Europa unter dem Namen Torquetum große Verbreitung gefunden hat. Es wurde von dem andalusischen Astronomen Ğābir b. Aflaḥ (s.u. II, 154) entwickelt. Dieser beschrieb das Instrument in seinem Buch zur Verbesserung des *Almagest*, in welchem er Ptolemaios scharf kritisiert. Bekanntlich übte diese Kritik am *Almagest*<sup>206</sup>, die von Gerhard von Cremona, einem Zeitgenossen des Autors, ins Lateinische übersetzt wurde, sowohl auf das Fach selbst als auch auf die Mathematik (s.u. II, 12) großen Einfluß aus.

Ein weiteres astronomisches Instrument, das etwa zur gleichen Zeit erfunden wurde, war das lineare Astrolab von Šarafaddīn al-Muẓaffar b. Muḥammad b. al-Muẓaffar aṭ-Ṭūsī (gest. nach 606/1209). Bei diesem nach seinem Erfinder *‘aṣā aṭ-Ṭūsī* («Stab des aṭ-Ṭūsī») genannten Instrument wird die Projektion eines planisphärischen Astrolabiums auf eine gerade Linie übertragen, die auf einem Stab aufgetragen ist (s.u. II, 134 f.).

Auf der theoretischen Seite der Astronomie erhebt sich im 6./12. Jahrhundert im andalusischen Teil der arabisch-islamischen Welt ein Kampf gegen das ptolemaische System der Himmelsbewegungen. Die Vertreter dieser Kritik waren hauptsächlich Philosophen, namentlich Muḥammad b. Yaḥyā Ibn Bāġġa (gest. 533/1139), Muḥammad b. ‘Abdalmalik Ibn Ṭufail

<sup>200</sup> H. Ritter, a.a.O. S. 1.

<sup>201</sup> s. G. J. Toomer, *The solar theory of al-Zarqāl. A history of errors*, in: Centaurus 14/1969/306-336; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 27, 43.

<sup>202</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 43.

<sup>203</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 43.

<sup>204</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 43-44.

<sup>205</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 44.

<sup>206</sup> s. ebd. Bd. 6, S. 45, 93.



(gest. 581/1185), Muḥammad b. Aḥmad Ibn Rušd (gest. 595/1198) und Ibn Ṭufails Schüler Nūraddīn al-Bīṭrūḡī (um 600/1200). Sie fanden, daß das Grundprinzip der Gleichförmigkeit der Planetenbewegungen durch die Lehre von der Exzentrizität und den Epizykeln gestört werde, und bemühten sich, mit eigenen Modellen dieses Grundprinzip wieder herzustellen. Ein großer und nachhaltiger Einfluß auf die abendländische Astronomie ging von dem Buch des letzten Vertreters dieser Schule, Nūraddīn al-Bīṭrūḡī, aus. Schon kurze Zeit nach seinem Erscheinen erreichte das Buch durch die Übersetzung von Michael Scotus (gest. ca. 1235) das außerspanische Abendland. Wie Ibn Ṭufail und Ibn Rušd vertrat al-Bīṭrūḡī die Ansicht, daß die Sphären der Planeten konzentrisch um den Mittelpunkt der Erde verlaufen müssen, und wie Ibn Rušd meinte er, daß sie sich spiralförmig um verschiedene Achsen bewegen (s.u. II, 12f.).<sup>207</sup>

In der Mathematik dieser Epoche spielte im Osten der islamischen Welt der oben erwähnte Šarafaddīn aṭ-Ṭūsī (gest. nach 606/1209) eine signifikante Rolle. Mit seinem Buch mit dem Titel *al-Mu‘ādalāt*<sup>208</sup> nahm er im Prozeß der systematischen Behandlung von Gleichungen dritten Grades einen wichtigen Platz ein. Er verfolgte ‘Umar al-Ḥaiyāms Weg weiter, indem sein Buch eine Vorstellung von den im Laufe des vergangenen Jahrhunderts in der Mathematik der islamischen Welt erreichten Fortschritten vermittelt. Diese zeigen sich vor allem in der Verbindung numerischer und geometrischer Traditionen und in der Formulierung und Begründung einer ganzen Reihe numerischer Verfahren.<sup>209</sup>

Aus dem Westen der islamischen Welt führe ich ein weiteres Mal den Namen des andalusischen Mathematikers und Astronomen Ġābir b. Aflaḥ an. Viele Mathematikhistoriker sind der Ansicht, daß von dem trigonometrischen Kapitel seiner Kritik am *Almagest* ein großer Einfluß auf das Fach im Abendland ausgegangen ist. So habe Regiomontanus (1436-1476) in seinem *De triangulis omnimodis* aus dem Buch von Ġābir b. Aflaḥ geschöpft. Während er in den ersten Büchern dieses Werkes nach den Worten Johannes Tropicke<sup>210</sup> «selbständig die Resultate seiner Vorgänger bearbeitete, schloß er sich im vierten Buch den Herleitungen Ġābirs fast wörtlich an». In der Geschichte der sphärischen Trigonometrie<sup>211</sup> wird eine Grundformel nach ihm «Geberscher Satz» genannt. Er besagt, daß sich ein rechtwinkliges sphärisches Dreieck aus einer gegebenen Kathete  $a$  und einem gegebenen anliegenden Winkel  $\beta$  berechnen läßt, was zu der Formel  $\cos \alpha = \cos a \sin \beta$  führt.

Abschließend zur Mathematik im 6./12. Jahrhundert sei auf einen Mathematiker ersten Ranges, Aḥmad b. Muḥammad Ibn as-Sarī b. aṣ-Šalāḥ (gest. 548/1153) hingewiesen. Er verfaßte eine Reihe von Schriften, die der Nachprüfung und Kritik von Ergebnissen griechischer und älterer arabischer Autoritäten gewidmet sind. Daß er zu einer solchen Kritik tatsächlich befähigt war und daß es ihm dabei um historische Gerechtigkeit ging, wenn er etwa die Kritik seiner arabischen Vorgänger an den Griechen nachprüft und zum Teil widerlegt, lernen wir durch eine Studie von Matthias Schramm<sup>212</sup> über eine jener Schriften.

<sup>207</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 36-37.

<sup>208</sup> *Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī, oeuvres mathématiques: Algèbre et géométrie au XII<sup>e</sup> siècle*. Texte établi et traduit par Roshdi Rashed, 2 Bde., Paris 1986.

<sup>209</sup> J.L. Berggren, *Innovation and tradition in Sharaf al-Dīn al-Ṭūsī's al-Mu‘ādalāt*, in: *Journal of the American Oriental Society* 110/1990/304-309, bes. S. 309.

<sup>210</sup> *Geschichte der Elementar-Mathematik*, 2. Aufl., Bd. 5, S. 137; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 53.

<sup>211</sup> A. von Braunmühl, *Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie*, Bd. 1, Leipzig 1900, S. 81-82; J. Tropicke, a.a.O. Bd. 5, S. 131-132; A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 304; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 53.

<sup>212</sup> *Ibn al-Haythams Stellung in der Geschichte der Wissenschaften*, in: *Fikrun wa Fann* (Hamburg) Heft 6, 1965, S. 65-85, bes. S. 81.

Aus den Bereichen Physik und Technik sind uns zur Zeit mindestens zwei wichtige Werke bekannt, die das hohe Niveau des Faches im 6./12. Jahrhundert im arabisch-islamischen Kulturraum dokumentieren. Es sind *Mīzān al-ḥikma* von ‘Abdarrāḥmān al-Ḥāzinī<sup>213</sup> (schrieb 515/1121) und *al-Ġāmi‘ bain al-‘ilm wa-l-‘amal an-nāfi‘ fi šinā‘at al-ḥiyal* von Abul-‘Izz Ismā‘il Ibn ar-Razzāz al-Ġazari<sup>214</sup> (verf. um 600/1203).

Der Titel *Mīzān al-ḥikma* verspricht ein Buch über die «Waage der Weisheit», doch geht der Inhalt des Buches weit darüber hinaus. Vor allem erweitert und ergänzt der Autor die von al-Bīrūnī erreichten Resultate zur Bestimmung der spezifischen Gewichte. Die im Titel des Buches angesprochene Waage ist so konstruiert, daß sie eine Genauigkeit von 1/60000 erreichen kann (s.u. V, 5 f.). Al-Ḥāzinī hat eine klare Vorstellung von der Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes des Wassers von der Temperatur und deutet in diesem Sinne sein Beobachtungsergebnis, daß das Wasser auf seiner Waage im Sommer ein niedrigeres Gewicht erreicht als im Winter. Auch beschreibt er eine spezielle Wasseruhr für die Ermittlung von Minuten, die nach

dem Prinzip einer Waage gebaut ist (s.u. III, 117), sowie ein bereits aus der Spätantike bekanntes Aräometer (s.u. V, 12f.) zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Flüssigkeiten.

Von großem Interesse ist al-Ḥāzinī’s Kenntnis davon, daß ein Körper in dünnerer Luft an Gewicht gewinnt und an Gewicht verliert, wenn er in dichtere Luft gelangt oder in Wasser getaucht wird.<sup>215</sup> Auch sein folgender Gedanke ist bemerkenswert: «Flüssigkeiten nehmen in einem Gefäß einen größeren Raum ein, wenn sich dieses näher am Erdmittelpunkt befindet und einen kleineren, wenn es weiter davon entfernt ist.»<sup>216</sup>

E. Wiedemann fand im Jahre 1890 denselben Gedanken im *Opus majus*<sup>217</sup> von Roger Bacon und stellte fest, daß beider Autoren Beweise verwandt sind, auch wenn Bacons Beweisführung «etwas schwerfälliger als die des Arabers» ist.

Al-Ḥāzinī’s *Mīzān al-ḥikma* ist im echten Sinne des Wortes ein Physikbuch, das uns eine Fülle physikalischer Gesetze vermittelt, die im 6./12. Jahrhundert arabisch-islamischen Gelehrten bekannt waren. Auffallend ist seine qualitativ hohe Beschreibung der Experimente, wie wir sie von Ibn al-Haiṭam und al-Bīrūnī her kennen, und daß er das Experiment als systematisches Arbeitsmittel einsetzt.

<sup>213</sup> s. Nicolas Khanikoff, *Analysis and extracts of Kitāb Mizān al-ḥikma* [arabisch im Original] «*Book of the Balance of Wisdom*», an Arabic work on the water-balance, written by Khāzinī, in the twelfth century, in: *Journal of the American Oriental Society* (New Haven) 6/1860/1-128 (Nachdruck in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 47, S. 1-128); Thomas Ibel, *Die Wage im Altertum und Mittelalter*, Erlangen 1908, S. 73-162 (Nachdruck in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 45, S. 77-166); C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Litteratur*, 1. Suppl.-Bd., S. 902. Der Text wurde nach einer Handschrift aus einer Moschee in Bombay herausgegeben in Haidarabad 1940 (Nachdruck in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 47, S. 219-510).

<sup>214</sup> Das in mehreren Handschriften erhaltene Werk wurde herausgegeben von Aḥmad Y. al-Ḥasan, Aleppo 1979; engl. Übers. Donald R. Hill, *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*, Dordrecht und Boston 1974; Faksimile-Ausgabe der Handschrift Ayasofya 3606 vom Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 2002.

<sup>215</sup> s. *Mīzān al-ḥikma*, ed. Khanikoff S. 68 (Nachdr. S. 68); Ed. Haidarabad S. 69 (Nachdr. S. 414); E. Gerland, *Geschichte der Physik*. Erste Abteilung: *Von den ältesten Zeiten bis zum Ausgange des achtzehnten Jahrhunderts*, München und Berlin 1913 (= *Geschichte der Wissenschaften in Deutschland*. Neuere Zeit. Bd. 24), S. 175.

<sup>216</sup> *Mīzān al-ḥikma*, ed. Khanikoff S. 38 (Nachdr. S. 38); Ed. Haidarabad S. 25 (Nachdr. S. 484); E. Wiedemann, *Inhalt eines Gefäßes in verschiedenen Abständen vom Erdmittelpunkte nach Al Khāzinī und Roger Baco*, in: *Annalen der Physik* (Leipzig) 39/1890/319 (Nachdr. in: *Gesammelte Schriften* Bd. 1, S. 41); ders., *Inhalt eines Gefäßes in verschiedenen Abständen vom Erdmittelpunkt*, in: *Zeitschrift für Physik* (Braunschweig und Berlin) 13/1923/59-60 (Nachdr. in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 47, S. 217-218).

<sup>217</sup> *The «Opus majus» of Roger Bacon*, ed. John H. Bridges, London 1900 (Nachdr. Frankfurt 1964), Bd. 1, S. 157-159; engl. Übers. Robert B. Burke, Philadelphia 1928, Bd. 1, S. 179-180.

Das zweite der erwähnten Bücher wurde von dem sonst unbekanntem Ibn ar-Razzāz al-Ġazarī im Auftrag des Lokalfürsten von Āmid, Nāṣir-addīn Maḥmūd b. Muḥammad b. Qarā'arslān (reg. 597/1200-619/1222), geschrieben und zwei Jahre nach dessen Machtantritt vollendet. Das uns in mehreren Handschriften mit farbigen Abbildungen zugängliche Buch ist zweifellos das schönste unter den erhaltenen Werken auf dem Gebiet der Mechanik. Der Verfasser nennt unter den Gegenständen seines Buches «Wassermaschinen für Äquinoktial- und Temporalstunden» und Geräte zur «Fortbewegung von Körpern aus ihrer natürlichen Stellung durch [andere] Körper». Er beschreibt 50 Maschinen und Objekte in aller Deutlichkeit aus der Sicht eines Ingenieurs und versieht sie mit 50 Ganz- und rund 100 Teilbildern so anschaulich, daß man sie ohne ernste Schwierigkeiten nachbauen kann.

Dieses Buch, das im Osten Kleinasiens, unter den damaligen ungünstigen politischen Verhältnissen entstand, als die Kämpfe mit den Kreuzfahrern die Kommunikation in der Bevölkerung und den Austausch von Büchern und Kenntnissen zwischen den Ländern der islamischen Welt erschwerte, spiegelt wahrscheinlich nicht die letzte Entwicklungsstufe wieder, die die arabisch-islamische Technologie damals oder auch generell erreicht hat. Es handelt sich um ein Buch, wie es ein fähiger Ingenieur nach Maßgabe seiner Begabung und seines Verständnisses auf der Grundlage seiner Quellenkenntnis und im Rahmen der Voraussetzungen seines Lebensraumes hat zusammenstellen können. Wenn zum Beispiel das Kegelventil zur Regelung des Wasserstandes in hydraulischen Vorrichtungen zum ersten Mal in al-Ġazarī's Buch auftaucht, so ist dies noch kein ausreichender Grund, ihn auch als dessen Erfinder anzusehen.<sup>218</sup> Diese Art Ventil war übrigens in Europa noch bis zum 18. Jahrhundert unbekannt. Wir wissen nicht, ob die

Kenntnis davon aus dem arabisch-islamischen Raum ins Abendland gelangte, oder ob sie sich hier noch einmal unabhängig gebildet hat.<sup>219</sup>

Was den eigenschöpferischen Anteil al-Ġazarī an seinem Buch angeht, so können wir heute, solange die Erforschung der Geschichte der Technologie in der arabisch-islamischen Kultur noch nicht auf gesichertem Boden steht und ihre Stellung im Rahmen der allgemeinen Geschichte der Wissenschaften noch nicht genügend aufgeklärt ist, nur vermuten, daß einige der in seinem Buch beschriebenen Erfindungen von ihm selbst stammen.<sup>220</sup> Mit Sicherheit läßt sich lediglich sagen, daß dieses Werk ein historisches Zeugnis kulturell und wissenschaftlich hohen Niveaus darstellt. Wir erfahren daraus Neues über Instrumente und Apparate, ihre Herstellung und die verwendeten Materialien. So trägt das Buch grundlegend zum Verständnis der allgemeinen Technologiegeschichte bei, obwohl es möglicherweise nicht repräsentativ für das Niveau der islamischen Welt insgesamt ist. Einige der darin beschriebenen Instrumente verraten Affinitäten mit solchen, die später in europäischen Büchern über Instrumente und Automaten auftauchen, doch ohne daß eine unmittelbare Verbindung zu bestehen scheint.

Die bedeutendste Leistung des 6./12. Jahrhunderts auf dem Gebiet der Geographie ist das geographische Werk des Abū 'Abdallāh Muḥammad b. Muḥammad b. 'Abdallāh al-Idrīsī, eines Nachkommens von Idrīs II., der in den Jahren 1042-47 und 1054-55 n.Chr. in Malaga geherrscht hat. Dieser Adlige aus dem Westen der islamischen Welt kam entweder als Gast des Normanenkönigs Roger II. (reg. 1130-1154) oder als Reisender nach Palermo. Während eines langjährigen Aufenthaltes verfertigte er dort im Auftrag seines Gastgebers eine runde Weltkarte auf

<sup>219</sup> s. Otto Mayr, *The Origins of Feedback Control*, in: *The Scientific American* (New York) 223/1970/111-118, bes. S. 114; D.R. Hill, *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*, a.a.O. S. 279.

<sup>220</sup> s. Einleitung in unsere Faksimile-Edition S. VIII-IX.

<sup>218</sup> s. Einleitung in unsere Faksimile-Edition S. VIII.

einer Silberscheibe, 70 Teilkarten und ein Buch der Weltgeographie unter dem Titel *Nuzhat al-muštāq fi ḥtirāq al-āfāq*. Für den nachfolgenden König Guillaume I. (reg. 1154-1166) schuf er außerdem eine Kurzfassung seines Buches unter dem Titel *Uns al-muhaġ wa-rauḍ al-furaġ* mit 72 Teilkarten. Die runde silberne Weltkarte (Tabula Rogeriana) wurde im Jahre 1160 n.Chr. von Aufständischen in Stücke geschlagen, die sie untereinander verteilten.

Kopien der Weltkarte und der Teilkarten sind als Endprodukt mehrfachen Abschreibens im Rahmen einer Reihe von Handschriften des geographischen Werkes erhalten. Die Frage, wie al-Idrisī die Karten hat schaffen können und die Frage nach der geographiegeschichtlichen Bedeutung des gesamten Werkes werden seit langem diskutiert und ganz unterschiedlich beantwortet. In der Diskussion der Kartenfrage ging man fast immer von der Voraussetzung aus, al-Idrisī müsse die ptolemaiische Weltkarte als Vorlage gehabt haben. Freilich konnten dabei die erst vor rund zwanzig Jahren entdeckte Weltkarte und einige Teilkarten der Geographen des Kalifen al-Ma'mūn (reg. 198/813-218/833) noch nicht herangezogen werden. Mit Verweis auf die ausführliche Diskussion der Frage in Band 10 und 11 meiner *Geschichte des arabischen Schrifttums* und in dem noch im Manuskript liegenden Band über Anthropogeographie bringe ich meine Ansicht in aller Kürze wie folgt zum Ausdruck: Die ptolemaiische Geographie, die eigentlich aus einer Anleitung zum Zeichnen von Karten besteht, enthielt mit größter Wahrscheinlichkeit selbst keine Karten. Die Ptolemaios zugeschriebenen Karten wurden um die Wende des 13. zum 14. Jahrhundert n. Chr. von dem Byzantiner Maximos Planudes auf der Grundlage von Koordinaten aus Ptolemaios' Buch und wahrscheinlich unter Heranziehung der Weltkarte der Ma'mūn-Geographen rekonstruiert.<sup>221</sup> Wir können heute nachweisen, daß al-Idrisī die Ma'mūn-Karte als Vorlage benutzt

hat. Abgesehen von gewissen auffälligen Fehlern und Abweichungen, wie zum Beispiel dem Wegfall des Gradnetzes, das irrtümlich durch äquidistante Linien ersetzt wurde, die die sieben Klimata darstellen sollen, übertrifft die Idrisī-Karte ihre Vorgängerin in mehrfacher Hinsicht. So ist Europa, vor allem der Mittelmeerraum, relativ besser dargestellt, der Nordosten Asiens ist völlig neu gestaltet und auch Zentralasien mit seinen Seen und Flußsystemen ist weiter entwickelt. Danach stellt sich die Frage, wie ein Geograph damals von Sizilien aus zu dieser kartographischen Darstellung gelangen konnte, die an sich eine an Ort und Stelle durchzuführende und Generationen lang andauernde Arbeit erfordert. Ich glaube, daß in der Tat das Ergebnis einer solchen Arbeit in Form eines (mit Karten versehenen) Buches zu al-Idrisī gelangt ist. Das Werk, verfaßt von einem Ḥānāḥ (Ġāḡān oder Ġānāḥ) b. Ḥāqān al-Kīmākī, wird von al-Idrisī<sup>222</sup> als eine seiner Quellen genannt. Allem Anschein nach basierte dieses geographisch-kartographische Werk eines Herrschers der Kimak-Türken auf einer in der Tradition der arabisch-islamischen Kartographie vor Ort durchgeführten langfristigen Datensammlung. Die Form von Nord- und Nordostasien bei al-Idrisī, die im Vergleich zu derjenigen der Ma'mūn-Geographen – von den sogenannten ptolemaiischen Karten ganz zu schweigen – völlig neu ist, erscheint bis zum 18. Jahrhundert auf den meisten abendländischen Weltkarten. Soweit ich weiß hat sich bisher kein Geographiehistoriker die Frage gestellt, woher diese Form Asiens auf den abendländischen Karten stammt.

Meines Erachtens ermöglicht uns al-Idrisīs Weltkarte, trotz ihrer Unzulänglichkeiten, die Entwicklung, die die Kartographie seit dem Erscheinen der Ma'mūn-Karte im arabisch-islamischen Kulturraum genommen hat, zu verfolgen,

<sup>221</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 50-57.

<sup>222</sup> *Nuzhat al-muštāq in: al-Idrisī. Opus geographicum*, ed. A. Bombaci u.a., Neapel und Rom 1970-1984, Bd. 1, S. 5; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 349.



und hilft uns außerdem, die seit langem diskutierte Frage nach dem Ursprung der sogenannten Portolankarten und nach ihrer «plötzlichen Entstehung» um die Wende vom 13. zum 14. Jahrhundert im Kreise europäischer Seefahrer und Kartographen zu beantworten.

Diese kartographiehistorisch hohe Würdigung der Weltkarte von al-Idrīsī setzt allerdings die Klarstellung eines Sachverhaltes voraus. Die in einigen Handschriften der Geographie erhaltene runde Weltkarte, die durch mehrfaches Kopieren gelitten hat, war vor dem Erscheinen des verdienstvollen Werkes *Mappae arabicae*<sup>223</sup> (1926-1931) von Konrad Miller nur einigen wenigen Arabisten bekannt. Miller gab in seinem Buch die erhaltenen Kopien der runden Weltkarte und der Teilkarten und eine nach den Teilkarten von ihm rekonstruierte Weltkarte heraus. Trotz des Hinweises al-Idrīsīs, er habe eine runde Weltkarte hergestellt, und obwohl ihre in mehreren Handschriften erhaltenen Kopien kreisförmig sind, war Miller davon überzeugt, die Weltkarte müsse rechteckig gewesen sein (s.u.III, 28) und fühlte sich daher legitimiert, durch Zusammenfügen der siebzig rechteckigen Teilkarten das verlorene Original wiederzugewinnen. Die von ihm rekonstruierte orthogonale Weltkarte, auf der nicht nur der Norden so breit wie die äquatorialen Regionen dargestellt ist, wodurch das kartographische Bild verzerrt wird, sondern auch die Gesamtkonfiguration von Nordasien und Afrika aus der Karte verschwindet, fand eine große Verbreitung. Nur wenige werden gewußt haben und wissen, daß es sich hierbei um eine von Miller selbst aus al-Idrīsīs Teilkarten rekonstruierte Karte handelt und daß die im Buch erhaltene Weltkarte rund ist und wesentlich anders aussieht als die, welche in Umlauf ist. Mit Hilfe elektronischer Da-

tenverarbeitung haben wir den Versuch unternommen, die Teilkarten orthogonal zu graduieren und in eine stereographische Projektion zu überführen, wobei die erhaltene runde Weltkarte gegebenenfalls als Ergänzung mit verwendet wurde. Wir glauben, daß diese Karte die Vorstellungen al-Idrīsīs besser widerspiegelt und haben sie daher als Poster publiziert.

Zum textlichen Inhalt des Buches von al-Idrīsī sei gesagt, daß wir durch seine arabischen Quellen umfangreiche Informationen zur Kenntnis der Geographie der europäischen Länder erhalten. Dementsprechend wurden al-Idrīsīs Ausführungen über Sizilien, Italien, Frankreich, Deutschland, die skandinavischen, slawischen und balkanischen Länder von arabistischer Seite aus recht gründlich untersucht.<sup>224</sup>

Auf dem Gebiet der Philosophie entstand zur gleichen Zeit eine neue philosophische Richtung, *falsafat al-išrāq* genannt. Ihr Begründer war Šihābaddīn Yaḥyā b. Ḥabaš as-Suhrawardī (gest. 578/1191). Die Grundlage seines neuen philosophischen Systems war eine Metaphysik des Lichtes. «Sein und Nicht-Sein, Substanz und Accidens, Ursache und Wirkung, Gedanke und Gefühl, Seele und Körper, alles erklärt er durch seine *Ishrāk*-Lehre; er betrachtet alles, was lebt oder sich bewegt oder existiert, als Licht, und sogar sein Gottesbeweis gründet sich auf dieses Symbol.»<sup>225</sup>

Auf philologischem Gebiet machte sich in diesem Jahrhundert ein zunehmendes Interesse an Fach- und Fremdsprachen und an der Erforschung fremdsprachiger Elemente im Arabischen bemerkbar, das nicht ohne Vorläufer in den vorangegangenen Jahrhunderten war. Als Beispiel sei das Pflanzenbuch des oben erwähnten al-Idrīsī genannt, sein *al-Ġāmi‘ li-šifāt aštāt*

<sup>223</sup> *Mappae arabicae. Arabische Welt- und Länderkarten des 9.-13. Jahrhunderts in arabischer Urschrift, lateinischer Transkription und Übertragung in neuzeitliche Kartenskizzen.* Mit einleitenden Texten herausgegeben von Konrad Miller. 6 Bände, Stuttgart 1926-1931 (Nachdr. Islamic Geography Bd. 240-241).

<sup>224</sup> Die meisten dieser Studien wurden am Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften in Frankfurt zusammengestellt und nachgedruckt in: *Islamic Geography* Bd. 2-8.

<sup>225</sup> S. van den Bergh, *as-Suhrawardī* in: *Enzyklopädie des Islām*, Bd. 4, Leiden und Leipzig 1934, S. 547-548.



*an-nabāt wa-ḍurūb anwāʿ al-mufradāt*<sup>226</sup>. Zu seinen über 1200 Drogen hat er «Tausende von Synonymen aus etwa einem Dutzend Sprachen»<sup>227</sup> zusammengetragen.<sup>228</sup> Der Baḡdāder Philologe Abū Maṣṣūr Mauḥūb b. Aḥmad al-Ġawālīqī<sup>229</sup> (gest. 539/1144) widmete eines seiner Bücher den ins Arabische aufgenommenen Fremd- und Lehnwörtern (*Kitāb al-Muʿarrab*). In einem bisher ganz unbekannt gebliebenen arabisch-persischen, relativ umfangreichen Wörterbuch mit dem Titel *aṣ-Ṣahīfa al-ʿadrā*<sup>230</sup> stellte ein Muḥammad b. ʿUmar an-Nasafī<sup>231</sup> (6./12. Jh.) Materialien aus entsprechenden Werken zweier Vorgänger, dem *Kitāb al-Maṣādir* von al-Ḥusain b. ʿAlī az-Zauzanī<sup>232</sup> (gest. 486/

1093) und aus *Kitāb as-Sāmī fi l-asāmī* sowie *al-Hādī li-š-šādī* von Aḥmad b. Muḥammad b. Aḥmad al-Maidānī<sup>233</sup> (gest. 518/1124) zusammen.<sup>234</sup>

Zuletzt seien hier die Fortschritte des 6./12. Jahrhunderts auf dem Gebiet der Kriegstechnik genannt. Über das Thema liefert ein 1948 durch Claude Cahen der Fachwelt bekannt gemachtes Buch aufschlußreiche Informationen, welche geeignet sind, manche These und Hypothese von Fachhistorikern als unhaltbar erscheinen zu lassen. Es handelt sich um das unter dem Aiyubiden Ṣalāḥaddīn (Saladin, reg. 569/1174-589/1193) verfaßte Buch *Tabṣirat arbāb al-albāb* von Murḍā b. ʿAlī b. Murḍā aṭ-Ṭarsūsī (s.u.V, 94 passim). Darin wird unter anderem eine große Armbrust (*qaus az-ziyār*) beschrieben, welche die bis dato größte, in ihrer Reichweite weiteste und wirksamste gewesen sein soll. Ihr aus mehreren Lagen verleimter Platten von Holz und Horn hergestellter großer Bogen konnte dank einer Windenkonstruktion von nur einem oder zwei (statt etwa zwanzig) Mann gespannt werden. Diese Art Armbrust begann im 13. Jahrhundert auch im Abendland in Erscheinung zu treten. Das beflügelte wohl die Phantasie Leonardo da Vincis, ein riesenhaftes Modell einer solchen Schußwaffe zu zeichnen (s.u.V, 119). Allem Anschein nach waren es die Kreuzzüge, die die Muslime in Syrien und Ägypten dazu bewegten, sich mit möglichst wirkungsvollen Waffen zu verteidigen. Der Prozeß, derartige Waffen zu entwickeln, dauerte auch im 7./13. und 8./14. Jahrhundert noch an.

<sup>226</sup> Faksimile-Ed. Frankfurt, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, 3 Bde. 1995.

<sup>227</sup> Max Meyerhof, *Über die Pharmakologie und Botanik des arabischen Geographen Edrisi*, in: Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik (Leipzig) 12/1930/45-53, 236, bes. S. 51 (Nachdr. in: Islamic Medicine Bd. 96, S. 59-68, bes. S. 65); ders., *Die allgemeine Botanik und Pharmakologie des Edrisi*, in: Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik (Leipzig) 12/1930/225-236, bes. S. 226 (Nachdr. in: Islamic Medicine Bd. 96, S. 69-80, bes. S. 70).

<sup>228</sup> al-Idrīsī hatte möglicherweise al-Bīrūnī zum Vorbild, der in seinem Drogenbuch *Kitāb aṣ-Ṣaidana* für viele Drogen Benennungen in etwa zehn Sprachen anführt, darunter «fast immer griechisch, syrisch, persisch, indisch, oft aber auch hebräisch und in zentral- und südasiatischen Sprachen (chwārazmisch, balchisch, tocharisch, zabūlich, siġistānisch, sindisch u.a.m.)», s. M. Meyerhof, *Das Vorwort zur Drogenkunde des Bīrūnī*, in: Quellen und Studien zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin (Berlin) 3/1933/157-208, bes. S. 170 (Nachdr. in: Islamic Medicine Bd. 96, S. 171-240, bes. S. 184).

<sup>229</sup> s. C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Literatur* Bd. 1, S. 280, Suppl.-Bd. 1, S. 492.

<sup>230</sup> Die einzige mir bekannte Handschrift befindet sich in Istanbul, Topkapı Sarayı, III. Ahmet 2707 (649 H.), s. Katalog von F.E. Karatay Bd. 4, S. 29.

<sup>231</sup> Nach der Art der Segensformel zu schließen, die dem Namen az-Zauzanīs folgt, und dem Fehlen einer Segensformel im Falle al-Maidānīs scheint an-Nasafī ein jüngerer Zeitgenoss des letzteren gewesen zu sein.

<sup>232</sup> s. C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 1, S. 288, Suppl.-Bd. 1, S. 505.

<sup>233</sup> s. ebd. Bd. 1, S. 289, Suppl.-Bd. 1, S. 506-507.

<sup>234</sup> Das Buch *Muqaddimat al-adab* von Maḥmūd b. ʿUmar az-Zamaḥṣarī (gest. 538/1144) lasse ich als arabisch-persisches Wörterbuch des 6./12. Jahrhunderts unberücksichtigt. Die in verschiedenen Handschriften erscheinenden persischen, türkischen oder mongolischen Glossen scheinen spätere Interpolationen zu sein, s. Heinz Grotzfeld, *Zamaḥṣarī's muqaddimat al-adab, ein arabisch-persisches Lexikon?* in: Der Islam (Berlin) 44/1968/250-253.

## 7./13. Jahrhundert

Das 7./13. Jahrhundert zeugt auf allen Gebieten der Wissenschaften von Kreativität in der Weiterentwicklung der im vorangegangenen Jahrhundert gepflegten Disziplinen. Doch ist für dieses Jahrhundert charakteristisch, daß die von früheren Generationen übernommenen Disziplinen so weit wie möglich einer Systematisierung unterzogen, zum ersten Mal in Form streng definierter Disziplinen ausgebaut oder unter Berücksichtigung der im Laufe der Zeit erfolgten Fortschritte neu bearbeitet werden. Es sei vorwegnehmend gesagt, daß die letztgenannte Art des Fortführungsprozesses ihre besten Beispiele in den Bearbeitungen namhafter Werke griechischer und arabischer Gelehrter durch Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī zu bieten hat, die er unter der Bezeichnung *tahrīr* (Bearbeitung) verfaßte.

Es ist eine unglückselige, den historischen Tatsachen widersprechende, irgendwann in totaler Unkenntnis der Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften in Umlauf gebrachte Meinung, daß dieses Jahrhundert bereits den Beginn der Stagnation in sich getragen habe. Das Gegenteil ist der Fall.

Auf dem Gebiet der Astronomie zeigt sich der Fortschritt in theoretischer Richtung bei den von Ibn al-Haiṭam und Abū ‘Ubaid al-Ġūzaġānī begonnenen Korrekturversuchen des ptolemaischen Planetenmodells (s.o.S. 25). Um das durch Ptolemaios mit der Einführung des Aequans in sein Planetenmodell verletzte Prinzip der gleichförmigen Kreisbewegung wieder herzustellen, hat Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī einen zukunftsweisenden Versuch unternommen. In seinem Modell behält er den Mittelpunkt des Aequans bei, wodurch die Exzenterlänge, deren Mitte den Mittelpunkt des Deferenten angibt, auf dem die Mittelpunkte der sich von Ost nach West bewegend Planetenepizykel zu gleichen Zeiten gleiche Strecken (nach Osten) zurücklegen, dem Durchmesser des Epizykels gleich ist. Die dabei entstehende Störung der Gleichförmigkeit der Bewegung beseitigt Naṣīraddīn durch ein

Modell doppelter Epizykeln, in dem sich ein kleinerer Kreis (mit einem Radius, der der Hälfte des Radius des großen und damit der Hälfte der Exzenterlänge entspricht) in einem größeren (zwischen dem Mittelpunkt und der Kreislinie des größeren) in entgegengesetzter Richtung von West nach Ost bewegt.<sup>235</sup> Naṣīraddīn baut sein Modell auf ein von ihm erdachtes Lemma, das lautet<sup>236</sup>: «In einem Kreis rolle ein kleiner Kreis. Ist sein Radius halb so groß wie der des großen, dann beschreibt jeder Punkt des kleinen Kreises beim Rollen einen Durchmesser des großen Kreises.»<sup>237</sup> Der Satz erscheint später bei Kopernikus (gest. 1543), Ludovico Ferrari (gest. 1565) und Philippe de La Hire (gest. 1718).<sup>238</sup> Kurz nach Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī entwickelten Mu’ayyadaddīn al-‘Urḍī (wirkte vor 670/1272) und Quṭbaddīn aš-Šīrāzī (gest. 710/1311) zwei neue, einander weitgehend ähnelnde Modelle, wobei der jüngere vom älteren abhängig zu sein scheint. Dabei ergab sich ein interessantes Merkurmodell.<sup>239</sup>

Zu den bedeutendsten Leistungen des 7./13. Jahrhunderts auf dem Gebiet der Astronomie gehört die Gründung der Sternwarte in Marāġa im Südosten des Urmiya-Sees. Das Projekt wurde zwischen etwa 657/1259 und 668/1270 im

<sup>235</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 35.

<sup>236</sup> s. *at-Taḍkira fī ‘ilm al-hai’a*, Hds. Paris, Bibliothèque nationale, ar. 2509, fol. 37b-38a; franz. Übers. durch Bernard Carra de Vaux, *Les sphères célestes selon Nasīr-Eddīn Attūsī*, in: Paul Tannery, *Recherches sur l’histoire de l’astronomie ancienne*, Paris 1893, appendice VI, pp. 337-361, bes. S. 348 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 50, S. 161-185, bes. S. 172).

<sup>237</sup> M. Curtze, *Noch einmal über den de la Hire zugeschriebenen Lehrsatz*, in: *Bibliotheca Mathematica* (Berlin) 9/1895/33-34; M. Cantor, *Geschichte der Mathematik*, a.a.O. Bd. 1, S. 780; J. Tropfke, *Geschichte der Elementar-Mathematik* Bd. 4, 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1923, S. 126.

<sup>238</sup> J. Tropfke, a.a.O. Bd. 4, S. 126.

<sup>239</sup> s. *The astronomical work of Mu’ayyad al-Dīn al-‘Urḍī. A thirteenth century reform of Ptolemaic astronomy. Kitāb al-Hay’ah*, hsg. von George Saliba, Beirut 1990.

Auftrag Hülägüs, des Gründers des westlichen Mongolenreiches, von einer Gruppe ursprünglich in Bagdad und Syrien wirkender Astronomen unter der Leitung Naşiraddin at-Ṭūsīs verwirklicht. Mit einem zum Zweck astronomischer Beobachtung groß angelegten Hauptgebäude und teilweise hier zum ersten Mal gebauten großen Instrumenten war dieses Unternehmen in der Geschichte der Sternwarten des arabisch-islamischen Kulturraumes von epochemachender Bedeutung. Seine Nachwirkung können wir nicht nur in der islamischen Welt bis ins 16. Jahrhundert hinein verfolgen, sondern auch in Europa, wo sie in der Mitte des 16. Jahrhunderts einsetzt.

Eines der prägnanten Beispiele für den Geist der logischen Systematisierung und des Ausbaus der von den Vorgängern geleisteten Arbeiten, der für dieses Jahrhundert bezeichnend ist, gibt uns Naşiraddin at-Ṭūsī mit seinem *Kitāb aš-Šakl al-qattā'*, mit dem er die Trigonometrie als selbständige Disziplin etabliert hat. Dieses Verdienst wurde lange Zeit J. Regiomontanus zugesprochen, bis A. von Braumühl gegen Ende des 19. Jahrhunderts den wahren Sachverhalt herausgestellt hat (s.u.III, 135 f.). Das Polardreieck oder Supplementardreieck, ein Grundelement der sphärischen Trigonometrie, das in Europa zum ersten Mal bei François Viète (1540-1603) erscheint, geht auch auf Naşiraddin zurück. Zwar war es bereits von Abū Naşr b. 'Irāq gefunden worden, wurde aber erst von Naşiraddin klar dargestellt.<sup>240</sup>

Eine Bearbeitung der Elemente Euklids, die nicht mit derjenigen Naşiraddin at-Ṭūsīs identisch ist, aber höchstwahrscheinlich auf sein Jahrhundert zurückgeht, wurde im Jahre 1594 in Rom als Buch at-Ṭūsīs herausgegeben. Auch dieses Werk verrät den spezifischen Geist der arabisch-islamischen Wissenschaften des 7./13. Jahrhunderts und hat die nachfolgenden Mathematiker-Generationen stark beeinflusst. Neben

at-Ṭūsīs im Kapitel Geometrie (s.u.III, 127) zu erwähnenden Rolle in der weiteren Entwicklung der Parallelenlehre, die im 18. Jahrhundert zur nicht-euklidischen Geometrie führte, ist hier sein Beitrag zur Theorie der zusammengesetzten Verhältnisse zu erwähnen. Seine Theorie der «Abmessungen der Verhältnisse» findet sich wieder in den «Benennungen der Verhältnisse» von Gregorius a Sancto Vincentio (1584-1667).<sup>241</sup>

Die im gleichen Jahrhundert auf dem Gebiet der mathematischen Geographie geleisteten Arbeiten waren quantitativ wie qualitativ enorm und teilweise von zukunftsweisender Bedeutung.

Im westlichen Teil der islamischen Welt beschrieb Abu l-Ḥasan al-Marrākuşī (geb. um 600/1203, gest. um 680/1280) eine Methode, um durch die Höhe von Fixsternen über dem östlichen oder westlichen Horizont, die mit Hilfe eines Astrolabs zu bestimmen ist, den Zeitunterschied zwischen Orten und damit deren Längendifferenz zu ermitteln.<sup>242</sup> Al-Marrākuşī beschreibt auch ein Verfahren, das die Lösung dieser Aufgabe ohne Verwendung eines Astrolabs ermöglicht. Die im 10. Band der *Geschichte des arabischen Schrifttums* beschriebene Aufgabe und deren Lösung läuft in ihrer allgemeinsten Form darauf hinaus, aus Höhe und Azimut eines Sterns seinen Stundenwinkel, die Drehung der Himmelskuppel seit seinem Durchgang durch den Meridian und die Deklination zu berechnen.<sup>243</sup>

<sup>241</sup> s. A. P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 255; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 58.

<sup>242</sup> Abu l-Ḥasan al-Marrākuşī, *Ġāmi' al-mabādī' wa-l-ġāyāt*, Faksimile-Edition Frankfurt 1984, Bd. 1, S. 153-154, 160; C. Schoy, *Längenbestimmung und Zentralmeridian bei den älteren Völkern*, in: Mitteilungen der K.K. Geographischen Gesellschaft Wien 58/1915/25-62, bes. S. 39-43 (Nachdr. in: Islamic Geography Bd. 18, S. 36-71, bes. S. 48-52); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 170.

<sup>243</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 168-171.

<sup>240</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 57 und u. III, 133 ff.

Freilich begegnet uns weder das Verfahren zur Ermittlung des Stundenwinkels noch die Verwendung der sphärischen Trigonometrie zur Bestimmung von Längendifferenzen zum ersten Mal bei al-Marrākušī. Bereits al-Bīrūnī hatte die von seinen Lehrern gefundenen Regeln für das sphärische Dreieck in den Dienst der mathematischen Geographie gestellt. Bei den nachfolgenden Generationen finden wir – für uns greifbar bei al-Marrākušī – eine weiterführende Entwicklung, bei der alle trigonometrisch-astronomischen Hilfsmittel für eine genaue Bestimmung der Ortszeit durch Fixsternbeobachtungen in systematischer Weise ausgebaut werden. Die Technik astronomischer Beobachtung, bei der Rektaszensionen und Deklinationen als Bezugssystem immer mehr in den Vordergrund treten, begegnet uns im Abendland in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts bei Tycho Brahe.<sup>244</sup>

Den geschilderten Spezialfall der geographischen Längenbestimmung scheint Abu l-Ḥasan al-Marrākušī tatsächlich verwendet zu haben. Er hinterließ eine Koordinatentabelle für etwa 130 Orte. Die geographiehistorische Bedeutung dieser Tabelle liegt darin, daß sie korrigierte Breitengrade und beträchtlich korrigierte Längengrade von Küstenstädten des Mittelmeeres und weiteren Orten auf der Iberischen Halbinsel und in Nordafrika enthält, wodurch sich feststellen läßt, daß sich die Länge des Mittelmeeres mit einer Korrektur von ca. 19° gegenüber der Geographie des Ptolemaios und von ca. 8° verglichen mit dem Ergebnis der Ma'mūn-Geographen bis auf 2° oder 3° dem modernen Wert angenähert hat und auch die Längendifferenz zwischen Toledo und Baġdād mit 51°30' eine ähnlich weitgehende Korrektur aufweist.

Daß eine so tiefgreifende Korrektur von Koordinaten eines großen geographischen Raumes, der sich von Spanien bis Baġdād erstreckt, nicht von einem einzigen Menschen und auch nicht während eines einzigen Menschenalters geschaffen werden konnte, versteht sich von selbst.

Auch Abu l-Ḥasan al-Marrākušī behauptet das nicht. Er weist im Gegenteil darauf hin, daß er seine eigenen Koordinaten, um sie von den bereits vorliegenden zu unterscheiden, auf der Tabelle in seinem Autograph mit roter Tinte kenntlich gemacht hat.<sup>245</sup> Die Bedeutung dieser Koordinaten hat der Geographiehistoriker Joachim Lelewel<sup>246</sup> in der Mitte des 19. Jahrhunderts richtig eingeschätzt und als «Reform der Geographie» bezeichnet. Er bemerkt, daß durch die «äußerst nützliche Operation» Spanien seine aus der früheren Kartographie stammende «unverhältnismäßig große Dimension» verliert, durch welche «die Seiten Afrikas nach Süden gedrückt waren, während ein großer Teil Spaniens nach Norden aufstieg und nach Westen hinausragte». Durch al-Marrākušīs Korrekturen werden alle Orte im Maghrib in der Breite angehoben und erreichen ihre tatsächlichen Positionen.

Daß die Anfänge der astronomisch-geographischen Bemühungen, die westlich und die östlich von Baġdād liegenden Gebiete unabhängig voneinander so weit wie möglich mathematisch korrekt zu erfassen, in der ersten Hälfte des 5./11. Jahrhunderts liegen, scheint heute ausreichend dokumentiert zu sein.<sup>247</sup> Zu den Folgen der im westlichen Teil durchgeführten Messungen gehört, daß man den von Marinus – Ptolemaios übernommenen Nullmeridian, der durch die Kanarischen Inseln ging, um 17°30' weiter westlich und somit 28°30' westlich von Toledo in den Atlantischen Ozean verlegt hat. Nach dieser Korrektur der Längengrade in der westlichen Hemisphäre der islamischen Welt erscheinen in einer der ältesten erhaltenen Tabellen die korrigierten Werte von Rom mit 45°25' und von Konstantinopel mit 59°50'. Nach Abzug von jeweils 28°30' (Rom 16°50'; Konstantinopel 31°20') sind diese den heutigen Werten (Rom 16°30';

<sup>245</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 171.

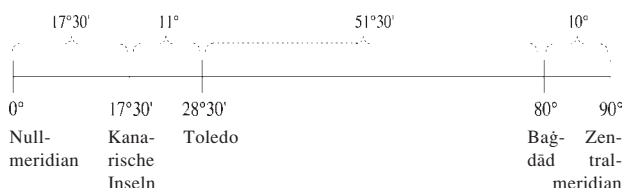
<sup>246</sup> *Géographie du moyen âge*, Bd. 1, Brüssel 1852, S. 138; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 172.

<sup>247</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 154-167.

<sup>244</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 171.



Istanbul  $32^{\circ}57'$ ) gegenüber nur um  $20'$  zu groß bzw. um  $1^{\circ}37'$  zu klein. Der Längengrad von Bagdād kam nun auf  $80^{\circ}$  zu liegen mit einer Längendifferenz zu Toledo von  $51^{\circ}30'$  und einer Entfernung von  $10^{\circ}$  zum östlich liegenden Zentralmeridian<sup>248</sup>:



Im Jahre 1843 machte Alexander von Humboldt in seiner *Asie centrale* darauf aufmerksam, daß auch in den Tafeln der *Libros del saber de astronomía* (angefertigt zwischen 1262 und 1272 n.Chr. im Auftrag von Alfons von Kastilien) von dem zweifachen Nullmeridian die Rede ist.<sup>249</sup> Wir sind heute in der Lage, nachweisen zu können, daß nach beiden Nullmeridianen angefertigte Tabellen seit der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts ihren Weg ins außerspanische Europa gefunden haben. Die zunächst langsam auftauchenden und später, etwa seit dem Beginn des 14. Jahrhunderts und bis ins 18. Jahrhundert hinein wie Pilze aus dem Boden schießenden und in die hunderte zählenden europäischen Tabellen erweisen sich entweder als fehlerhafte Kopien oder als Mischtabellen, die auf arabische Tafeln zurückgehen, welche Daten nach den beiden unterschiedlichen Nullmeridianen enthielten und teilweise auch auf ptolemäische Tabellen zurückgingen.<sup>250</sup>

Es sei auch auf die in der *Geschichte des arabischen Schrifttums*<sup>251</sup> ausführlich behandelte Tatsache hingewiesen, daß europäische gradierte

Weltkarten von der zweiten Dekade des 16. Jahrhunderts bis zum 18. oder sogar 19. Jahrhundert eine Abhängigkeit von Längengraden verraten, die mit gemischten oder mit der einen oder beiden Arten arabischer Tabellen in Verbindung stehen. Dabei muß betont werden, daß diese Feststellung nicht zu der unrichtigen Folgerung führen darf, die Karten seien von Europäern nach Koordinaten arabischer Tabellen entworfen worden. Es sind Kopien oder Bearbeitungen von Karten unterschiedlicher Qualität, die von Zeit zu Zeit aus der arabisch-islamischen Welt nach Europa gelangt sind.

Die seit dem 5./11. Jahrhundert durch Geographen und Astronomen der westlichen Schule erreichten radikalen Korrekturen von Längengraden zwischen dem Westrand der Ökumene und Bagdād sind der Mehrheit der sich damit befassenden Gelehrten nicht gleich bewußt geworden. Zwar wurden in einige nicht aus dem Westen stammende Tabellen solche Korrekturen schon im 5./11. Jahrhundert aufgenommen<sup>252</sup>, doch blieben sie auf Orte beschränkt, die westlich von Bagdād liegen. Eine ernsthafte Initiative, die seit Mitte des 5./11. Jahrhunderts westlich wie östlich Bagdāds gewonnenen Korrekturen der Längengrade zu vereinheitlichen, also auch die östlichen, von Bagdād aus gezählten Längengrade auf den  $28^{\circ}30'$  westlich von Toledo verlaufenden Nullmeridian umzustellen, ließ noch etwa drei Jahrhunderte auf sich warten.

Dieser kartographiehistorisch gesehen revolutionäre Durchbruch erfolgte durch die Zusammenarbeit zwischen dem «östlichen» Astronomen Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī und dem aus dem Westen stammenden Muḥyiddīn Yaḥyā b. Muḥammad b. Abi š-Šukr al-Mağribī (gest. um 680/1281), die kurz vor 670/1272 an der kurz zuvor gegründeten Sternwarte von Marāğa zustandekam. Die Vereinheitlichung der Längengrade wurde in den astronomischen Tafelwerken der beiden Gelehrten, dem *az-Ziğ al-İlhānī* und den *Adwār*

<sup>248</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 162.

<sup>249</sup> s. C. Schoy, *Längenbestimmung und Zentralmeridian bei den älteren Völkern*, a.a.O. S. 54 (Nachdr., a.a.O. S. 63); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 162, 213.

<sup>250</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 205-267.

<sup>251</sup> Bd. 11, S. 85-154.

<sup>252</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 164.



*al-anwār mada d-duhūr wa-l-akwār*, konsequent vollzogen.<sup>253</sup>

Wenn wir bedenken, daß die großangelegten vergleichenden geographischen Ortstabellen von Abu l-Fidā' Ismā'il b. 'Alī (gest. 732/1331) die tiefgreifenden Korrekturen der westlich von Bagdād liegenden Orte noch nicht enthalten, dürfen wir die in Marāga verwirklichte Integration der Koordinaten mit Recht als revolutionären Durchbruch in der Kartographiegeschichte bezeichnen. Die Tragweite dieses Unternehmens läßt sich an zwei Beispielen ablesen. Die Längendifferenz zwischen Toledo (28° 30') und Ġazna (104° 20') beträgt nur noch 75° 50' mit einem relativ geringen Fehler von 3° 28' gegenüber dem heutigen Wert 72° 22'. Die Differenz zwischen Rom (45° 27') und Daibul in Indien (102° 30') beträgt 57° 03' mit dem noch kleineren Fehler von 1° 48' gegenüber dem heutigen Wert 55° 15'. Insgesamt gesehen konnten diese Längendifferenzen von europäischen Kartographen erst im 19. und 20. Jahrhundert nach und nach weiter korrigiert werden.

Wir vermuten, daß die ersten nach den grundlegend korrigierten Koordinaten entworfenen Weltkarten bereits in der 2. Hälfte des 7./13. Jahrhunderts entstanden sind. Es gibt einige Fakten, die Anlaß zu einer solchen Vermutung geben. Dazu gehört, daß eine Handschrift, vielleicht ein Autograph, der astronomischen *at-Tadkira fi l-hai'a* von Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī, die zur Zeit verschollen ist, eine derartige Weltkarte zu enthalten scheint. Eine von Joseph Needham<sup>254</sup> nach dem Original angefertigte und 1959 veröffentlichte Nachzeichnung<sup>255</sup> vermittelt uns trotz ihrer Skizzenhaftigkeit eine fortschrittlichere Grunddarstellung der vom Ozean um-

schlossenen Ökumene als die auf der Weltkarte der Ma'mūn-Geographen und auf der Weltkarte al-Idrīsīs. Dazu gehört, daß die west-östliche Ausdehnung der Ökumene wesentlich gekürzt erscheint.<sup>256</sup>

Nach einem in der Kartographiegeschichte bisher außer acht gelassenen Bericht, der aus einem um die Wende vom 7./13. zum 8./14. Jahrhundert entstandenen Geschichtswerk<sup>257</sup> stammt, hat man im Jahre 664/1265 an der Bagdāder Sternwarte unter Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī auf einen aus Pappmaché angefertigten Globus eine Erdkarte gezeichnet. Dazu paßt eine Nachricht in den Annalen der ʿYüān-Dynastie von Sung Lien (1310-1381 n. Chr.), die von astronomischem Gerät spricht, das aus dem Westen (d.h. aus Mittelasien) nach China eingeführt wurde. Es werden darin sechs astronomische Instrumente und ein Erdglobus beschrieben, die im Jahre 1271 (also drei Jahre vor dem Tode Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsīs) von einem Ġamāladdīn dem Mongolenherrscher Qubilai Ḥān überreicht wurden. Der Erdglobus sei aus Holz gewesen, die sieben Wasser seien darauf grün und die drei Erdteile mit ihren Flüssen, Seen usw. hell (weiß) gezeichnet gewesen. Kleine Quadrate seien so markiert gewesen, daß die Berechnung der Größen von Regionen und der Distanzen aller Routen möglich gewesen sei.<sup>258</sup> Daß mit den «kleinen Quadraten» die einander schneidenden Längen- und Breitenkreise gemeint waren, dürfte außer Zweifel stehen. Es sei auch erwähnt, daß der Gesandte Ġamāladdīn mit dem ersten Direktor der von Qubilai im mongolischen Reich gegründeten Sternwarte identifiziert wurde. Ġamāladdīn verfaßte außerdem eine Geographie des ganzen Reiches. Aus diesem umfangreichen, in nachfolgende Kompilationen aufgenommenen Werk sind allerdings nur wenige Überreste erhalten.<sup>259</sup>

<sup>253</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 177 ff. Spuren inkonsequenter Integration finden wir z.B. in den Tabellen von Kūšyār b. Labbān (1. Hälfte 5./11. Jh.), im anonymen *Dastūr al-munağğimīn* (2. Hälfte 5./11. Jh.) und bei Abu l-Ḥasan al-Marrākuši.

<sup>254</sup> *Science and Civilisation in China*, Bd. 3, London, New York, Melbourne 1959, S. 563.

<sup>255</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 12, S. 36, Karte No. 15.

<sup>256</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 138 ff., 310.

<sup>257</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 310-311.

<sup>258</sup> Zu den Quellen s. ebd. Bd. 10, S. 311-312.

<sup>259</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 312.

Es gibt noch einige weitere Fakten, die für unsere Vermutung sprechen, daß die ersten Weltkarten, die nach den im 5./11. Jahrhundert wesentlich korrigierten Koordinaten entworfen wurden, bereits in der zweiten Hälfte des 7./13. Jahrhunderts entstanden sind. Sie werden im Rahmen der geographischen Bemühungen des 8./14. Jahrhunderts zur Sprache kommen. Hier sei abschließend zu den namhaften Leistungen des 13. Jahrhunderts die Entstehung der perfekten oder nahezu perfekten Karten des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres angeführt. Es sind diejenigen, die in der neuzeitlichen Kartographiegeschichte als «Portolankarten» bezeichnet werden. Man datiert die Entstehung der ältesten im europäischen Kulturkreis bekannten Karten dieses Typs um die Wende des 13. zum 14. Jahrhundert. Die Frage nach ihrem Ursprung wird seit etwa 150 Jahren diskutiert. Die Diskussion wurde bisher – mit Ausnahme einiger Arabisten, die eine gewisse Affinität jener Karten mit der Weltkarte al-Idrīsī festgestellt haben – in voller Unkenntnis der im arabisch-islamischen Kulturraum getätigten Leistungen auf dem Gebiet der mathematischen Geographie geführt. Dabei war verständlicherweise nicht bekannt, daß man dort die westöstlichen Dimensionen und Distanzen etwa zwischen Tanger und Rom, Toledo und Rom, Rom und Alexandria oder Rom und Konstantinopel bereits mit einer den heutigen Werten nahekommenden Genauigkeit ermittelt hatte. Diese korrekten Daten bilden das ausschlaggebende Element, das den Fortschritt zwischen der wirklichkeitsnahen Gestalt des Mittelmeeres auf der Idrīsī-Karte und der der sogenannten perfekten Portolankarten mit ihren Liniennetzen erklären kann. Meine Vorstellung von der langen Entwicklungsgeschichte der kartographischen Darstellung des Mittelmeeres, die aus Beiträgen unterschiedlicher Kulturen besteht und deren jüngster, in den sogenannten Portolankarten, dem arabisch-islamischen Kulturraum zuzuschreiben ist, habe ich in verschiedenen Kapiteln des 10. und 11. Bandes meiner *Geschichte*

*des arabischen Schrifttums* zu begründen versucht. Ein wichtiges Dokument für die Entwicklungsphase zwischen der Weltkarte al-Idrīsī (549/1154) und der voraussichtlich in der zweiten Hälfte des 7./13. Jahrhunderts gewonnenen fast perfekten Form des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres mit Umgebung bildet die von Brunetto Latini in seine *Livres dou trésor* (um 1260-1266) aufgenommene runde Weltkarte. Latini war florentinischer Gesandter in Toledo und Sevilla und hatte dort Gelegenheit, die in vollem Gang befindliche Rezeption arabisch-islamischer Wissenschaften kennen zu lernen. Bekanntlich hat er auch Dante Alighieris Kenntnisse über den Islam vertieft.<sup>260</sup> Diese in Italien plötzlich auftauchende Weltkarte, die sich von den alten, im 13. Jahrhundert in Europa zirkulierenden *Imago mundi*-Karten grundsätzlich unterschied, macht den Eindruck, die Kopie einer aus dem arabisch-islamischen Bereich stammenden Vorlage zu sein, die letztlich mit der Ma'mūn-Karte in Verbindung steht, aber hinsichtlich der Formen des Mittelmeeres, Kleasiens und Afrikas eine gewisse Weiterentwicklung zeigt. Dagegen fehlen ihr die Fortschritte in der Darstellung von Nord-, Nordost- und Zentralasien, die wir von der Idrīsī-Karte her kennen. Zu beachten ist auch, daß die Brunetto Latini-Karte nach arabischer Art gesüdet ist. Die Darstellung der Gebirge und Gebirgszüge im Aufriß entspricht derjenigen der Ma'mūn-Karte.<sup>261</sup> Neben der Brunetto Latini-Karte, die nach unserer Vermutung von einer Karte aus dem westlichen Teil der islamischen Welt kopiert wurde, gibt es einige Karten, die in skizzenhafter Form die Fortschritte wiedergeben, die in der zweiten Hälfte des 7./13. Jahrhunderts in der Darstellung Asiens erzielt wurden. Es sind die fünf Karten, die Marco Polo mitgebracht haben

<sup>260</sup> s. M. Asín Palacios, *La escatología musulmana en la Divina Commedia*, Madrid 1961, S. 381-386; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 223.

<sup>261</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 327-330.

soll.<sup>262</sup> Ohne uns auf die Diskussion einzulassen, ob Marco Polo auf seiner Asienreise tatsächlich bis China gelangt ist,<sup>263</sup> weisen wir darauf hin, daß er auf der Hinreise (1272) Westpersien unter der Herrschaft der Īlhāne und auf der Rückreise (1294/1295) Tabrīz besucht hat. Es war jene Region, in der mathematische Geographie und, darauf aufbauend, die neue Kartographie am intensivsten gepflegt wurde. In Marāġa und später in Tabrīz, den Hauptstädten der Īlhāne, entstanden neue Zentren der Wissenschaften, aus denen Bücher, Instrumente, Karten und weitere Materialien ihren Weg meist über Konstantinopel in den Westen fanden. Die von Marco Polo mitgebrachten Karten, deren Authentizität ich in der *Geschichte des arabischen Schrifttums*<sup>264</sup> behandelt habe, sind recht dilettantische Kopien, doch enthalten sie einerseits die älteste erhaltene kartographische Darstellung Südasiens und andererseits ein orthogonales Gradnetz, das den Ostrand Asiens bei 140° zeigt. Es ist die Ostgrenze der Ökumene, die nach Ptolemaios noch bei 180° lag und erst im 7./13. Jahrhundert von arabisch-islamischen Astronomen weitgehend auf ihren wahren Wert reduziert wurde.<sup>265</sup>

Der in der zweiten Hälfte des 7./13. Jahrhunderts im arabisch-islamischen Kulturraum entwickelte Typus der Weltkarte erreichte rasch nicht nur Europa, sondern auch China. Dort begannen zu Anfang des 14. Jahrhunderts Karten in Erscheinung zu treten, die mit der herkömmlichen chinesischen Auffassung von der Erdoberfläche und der kartographischen Tradition brechen. Gegen Mitte des vergangenen Jahrhunderts zogen diese Karten das Interesse der Forschung auf sich.<sup>266</sup> Als man ihre erhaltenen jüngeren Redaktionen untersuchte, stellte man

mit Erstaunen fest, daß diese die Dreiecksform Afrikas kennen, die Konfiguration des Mittelmeeres fast genau darstellen und darüber hinaus die arabisierten Namen von etwa 100 Städten und Ländern in Europa und, soweit sie bisher identifiziert werden konnten, 35 Namen aus Afrika wiedergeben. Die bisherige Forschung erklärt fast einstimmig die Erscheinung jenes Kartentyps in China, der in «seinen Ursprüngen in die Jahre um 1300» zurückgeht, mit einem arabischen Vorbild. Dieses Vorbild soll der im Jahre 1267 von dem oben erwähnten Astronomen und Geographen Ġamāladdīn von Marāġa nach Da Du (Beijing) transportierte und zusammen mit sechs astronomischen Instrumenten dem Herrscher Qubilai Ḥān überreichte Erdglobus gewesen sein, der mit Längen- und Breitenkreisen versehen war. Die Vermutung kann stimmen, doch neige ich eher dazu anzunehmen, daß auch planisphärische Weltkarten aus dem Osten der arabisch-islamischen Welt kurz nach ihrem Erscheinen nach China gelangt sind. Auf ihnen hätte man leichter als auf einem Erdglobus so viele Ortsnamen unterbringen können.

Ich erlaube mir, hier meine kartographiehistorische Bewertung jener Karten aus dem vor zwei Jahren erschienenen einschlägigen Band der *Geschichte des arabischen Schrifttums*<sup>267</sup> einem weiteren Leserkreis zur Kenntnis zu bringen: «Die eminent wichtige geographiehistorische Tatsache, daß – fast genau zu der gleichen Zeit, in der ein neuer Typus von Welt- und Portolan-karten in Europa in Erscheinung trat –, die sich bis dahin auf China und Teile Ostasiens beschränkende Kartographie der Chinesen mit der alten Tradition bricht, die Grenzen ihres Weltbildes bis in den Atlantik und von Südafrika bis nach Zentral-Rußland erweitert, wobei gleichzeitig eine fast exakte Konfiguration des Mittelmeeres und die Dreiecksgestalt Afrikas erkennbar werden, wurde in der mir bekannten Diskussion über die Entstehung der Portolan-karten bis-

<sup>262</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 315-320.

<sup>263</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 318, Anm. 2.

<sup>264</sup> Bd. 10, S. 315-319.

<sup>265</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 317-318.

<sup>266</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 321-326.

<sup>267</sup> Bd. 10, S. 326.

her nicht in Erwägung gezogen. Das Phänomen dieser zeitlich parallelen Entstehung eines fast gleichen neuen Weltbildes in Europa und China sollte m.E. den Geographiehistoriker zur Annahme eines gemeinsamen Vorbildes führen. Nicht nur der islamische Kulturkreis liefert uns ausreichend kartographische und mathematisch-historische Dokumente, die belegen, daß die gesuchten Vorbilder in der von ihm bestimmten Periode der Geschichte der Wissenschaften zu finden sind.»

Das älteste erhaltene arabische Dokument dieser jüngsten Entwicklungsstufe ist eine maghrebinische Karte<sup>268</sup>. Sie zeigt den westlichsten Teil des Mittelmeers mit einer vollständigen Konfiguration der Iberischen Halbinsel und den Westrand Europas mit einigen Küstenstreifen Englands und Irlands. Möglicherweise ist diese maghrebinische Karte älter als die älteste bekannte «Portolankarte», deren Entstehungszeit um 1300 n.Chr. vermutet wird. Ihr erster Erforscher, Gustavo Uzielli<sup>269</sup>, hat sie jedenfalls als ein Werk des 13. Jahrhunderts bekannt gemacht. Einige Jahre später war dann Theobald Fischer<sup>270</sup> im Rahmen seiner Studien mittelalterlicher Welt- und Seekarten geneigt, ihre Entstehungszeit auf das Ende des 14. Jahrhunderts zu verlegen, wodurch der späteren Forschung ein Meilenstein für die Entstehungsgeschichte der «Portolankarten» aus dem Blickfeld geriet. Leider wird öfter, nicht nur beim Thema Portolankarten, im Sog mediävistischer Betrachtungen die Gelegenheit verpaßt, Datierungs- und Herkunftsfragen bei technologischen Neuerungen und neuen naturwissenschaftlichen oder -philo-

sophischen Ideen, die sich vom 12. Jahrhundert an im außerspanischen Europa zeigen, im Rahmen des Gesamtkomplexes der Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften zu lösen.

Zur Unterstützung meiner Auffassung von der Art und Qualität der kartographischen Fähigkeiten der islamischen Welt im 7./13. Jahrhundert führe ich ein weiteres Zeugnis an, das wir einer der bedeutendsten Gestalten verdanken, die zu dieser Entwicklung beigetragen haben. Ich meine den oben (S. 41) erwähnten Universalgelehrten Quṭbaddīn aš-Širāzī (gest. 710/1311). Im Rahmen geographischer Fragen spricht er in seinem astronomischen Werk *at-Tuhfa aš-šāhīya fi l-hai'a* von der kartographischen Darstellung der Ökumene und von der Schwierigkeit, notwendige Einzelheiten in kleinen Formaten unterzubringen. Er schlägt zu diesem Zweck eine praktische Methode zum Entwurf einer vereinfachten, schematisierten Karte des Mittelmeeres vor. Das Mittelmeer wird mit dem Schwarzen Meer zusammen in ein Rechteck gestellt, das in 1200 Quadrate geteilt ist. Statt in Graden drückt man die Längen und Breiten durch die Quadrate aus.

Die Meere und Erdteile waren offenbar in unterschiedlichen Farben dargestellt. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts haben einige Arabisten ein solches Kartenschema nach den von Quṭbaddīn gelieferten Daten hergestellt (s. S. 49). Die Formen Nordafrikas, des Mittelmeeres, des Schwarzen Meeres und des dargestellten Teiles von Europa dürften keinen Zweifel daran lassen, daß die exakte kartographische Wiedergabe jener Gebiete, wie sie den Portolankarten zugrunde lag, bereits Quṭbaddīn bekannt gewesen sein muß. Es dürfte auch kein Zweifel daran bestehen, daß Quṭbaddīn seine Daten aus einer ihm vorliegenden Karte gewonnen hat.<sup>271</sup> Zur Bestätigung dessen kann eine Nachricht des Universalgelehrten Rašīdaddīn (gest. 718/1318)

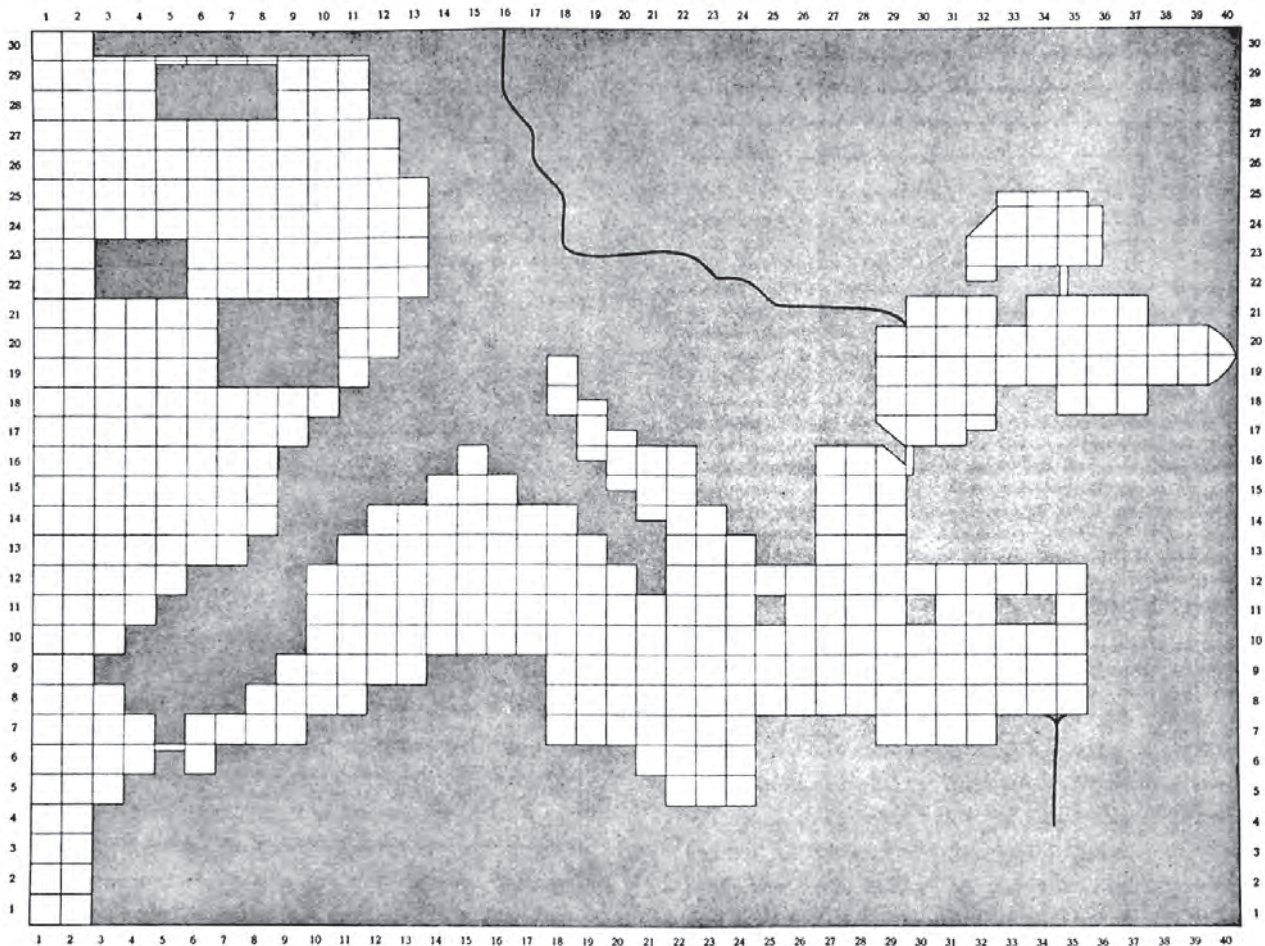
<sup>268</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 27-31.

<sup>269</sup> *Studi biografici e bibliografici sulla storia della geografia in Italia*, 2. Aufl. Bd. 2, Rom 1882, S. 229; Theobald Fischer, *Sammlung mittelalterlicher Welt- und Seekarten italienischen Ursprungs und aus italienischen Bibliotheken und Archiven*, Marburg 1885 (Nachdr. Amsterdam 1961 ohne Karten), S. 220; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 27-28.

<sup>270</sup> Th. Fischer, a.a.O. S. 220.

<sup>271</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 313-314.





angeführt werden, die besagt, daß Quṭbaddīn aš-Šīrāzī dem Mongolenherrscher Argūn am 13. Šaʿbān 688 (1.9.1289) eine detaillierte Mittelmeerkarte vorgelegt hat. Auf dieser Karte waren die Küsten, Buchten und Städte im Westen und im Norden und sogar Einzelheiten des byzantinischen Territoriums eingetragen.<sup>272</sup>

Den in der islamischen Welt im 7./13. Jahrhundert in der Kartographie gewonnenen Fortschritten lasse ich einen Höhepunkt der geographischen Lexikographie folgen. Gemeint ist das «Lexikon der Länder» (*Muʿğam al-buldān*) von Yāqūt b. ʿAbdallāh ar-Rūmī al-Ḥamawī<sup>273</sup> (geb. 574/1178, gest. 626/1229).

Yāqūt war in erster Linie Literat und Philologe. Auf literarischem Gebiet schrieb er eine Reihe wichtiger Werke, darunter sein *Iršād al-arīb* oder *Muʿğam al-udabāʾ* betitelt biographisches Gelehrten-Lexikon, das zu den bedeutendsten erhaltenen Werken seiner Art gehört. Auf geographischem Gebiet schlug sich sein lexikalisches Interesse in zwei Büchern nieder. Das eine, *al-Muštariq waḍʿan wa-l-muftariq ṣaqʿan* aus dem Jahre 623/1226, erfaßt geographische Homonyme. Das andere, *Muʿğam al-buldān*, markiert den Höhepunkt der sich in der islamischen Welt vom 4./10. Jahrhundert an unaufhörlich entwickelnden Literaturgattung des geographischen Sachwörterbuches. Neben lexikalischen Quellen hat Yāqūt darin eine Reihe von Titeln deskriptiver Regionalgeographie und mathematischer Geographie sowie Reiseberichte ausgewertet, wodurch sein Werk eine un-

<sup>272</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 312-313.

<sup>273</sup> s. C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Literatur* Bd. 1, S. 479-481, Suppl.-Bd. 1, S. 880.



schätzbare Quelle für die Historiographie der Wissenschaften und der Kultur des arabisch-islamischen Kulturkreises geworden ist. In der verdienstvollen Edition von Ferdinand Wüstenfeld (1866-1870) hat das Buch einen Umfang von 3500 Seiten. Die bedeutende Entwicklung dieses Zweiges der wissenschaftlichen Literatur in arabischer Sprache läßt sich gut ermes- sen, wenn man Yāqūt's Buch an Quantität und Qualität mit dem ersten neuzeitlich in Europa erschienenen geographischen Lexikon, der lateinischen *Synonymia geographica*<sup>274</sup> von Abraham Ortelius (1578), vergleicht.

Wenn wir nun auf das Gebiet der Medizin hin- überwechseln, so sei aus dem 7./13. Jahrhun- dert, das der Medizinhistoriker L. Leclerc<sup>275</sup>, auf Syrien bezogen, als eine Blütezeit der Wissen- schaften, vor allem der Medizin, bezeichnet hat, als bedeutender Fortschritt zunächst die Entdek- kung des kleinen Blutkreislaufes durch 'Alī b. Abi l-Hazm Ibn an-Nafīs al-Qurašī (gest. 687/ 1288) erwähnt. Der ägyptische Doktorand Muḥ- yiddīn aṭ-Ṭaṭāwī stieß darauf im Jahre 1924 bei der Arbeit an seiner Dissertation über den Kom- mentar von Ibn an-Nafīs<sup>276</sup> zum Chirurgiekapitel des *al-Qānūn fi ṭ-ṭibb* von Ibn Sīnā. Dank meh- rerer Studien von Max Meyerhof und Joseph Schacht<sup>277</sup> wissen wir heute, daß diese Entdek-

kung des Ibn an-Nafīs von Michael Servetus (Miguel Servet) in seine *Christianismi restitu- tio* (Wien 1553) übernommen wurde, wodurch dieser Jahrhunderte lang als deren Urheber galt. Auch Realdus Columbus (Realdo Colombo) scheint in seinem *De re anatomica libri XV* (Vene- dig 1559) die Entdeckung direkt oder indi- rekt von Ibn an-Nafīs übernommen zu haben. Es wird vermutet, daß Ibn an-Nafīs' Beschreibung des Lungenkreislaufes, die er in seinem Kom- mentar zum *Qānūn* von Ibn Sīnā gegeben hat, Europa durch eine Übersetzung von Andreas Alpagus (Andrea Alpago, gest. um 1520) er- reicht hat.<sup>278</sup> Während eines 30-jährigen Aufent- haltes in Syrien hatte sich dieser mit dem Arabischen und der arabischen Medizin vertraut gemacht. Er nahm bei seiner Rückkehr nach Padua zahlreiche arabische Bücher mit und übersetzte unter anderem Ibn Sīnā's *Qānūn* ins Lateinische, jenen *Canon*, der von Gerhard von Cremona bereits übersetzt worden war.

Auch bei einem anderen Mediziner des 7./13. Jahrhunderts stieß die Forschung auf die Spur einer wichtigen Entdeckung. Der vielseitige Arzt und geistreiche Naturhistoriker 'Abdallaṭīf b. Yūsuf b. Muḥammad al-Baḡdādī (geb. 557/ 1162, gest. 629/1232) nutzte bei einem Aufent- halt in Kairo die Gelegenheit, die Skelette von Menschen zu untersuchen, die im Jahre 598/ 1202 an einer Pestepidemie und Hungersnot umgekommen waren. Über seine Beobachtun- gen und Untersuchungsergebnisse berichtet er in seinem Buch über Ägypten mit dem Titel *Ki- tāb al-Ifāda wa-l-i'tibār fi l-umūr al-mušāhada wa-l-ḥawādiṭ al-mu'āyana bi-arḍ Miṣr*, einer Landeskunde, in der er unter anderem über Stei-

<sup>274</sup> s. J.-T. Reinaud, *Notice sur les dictionnaires géogra- phiques arabes*, in: *Journal asiatique* (Paris), 5<sup>e</sup> série 16/ 1860/65-106, bes. S. 67 (Nachdr. in: *Islamic Geography* Bd. 223, S. 1-42, bes. S. 3).

<sup>275</sup> *Histoire de la médecine arabe*, Bd. 2, Paris 1876 (Nachdr. *Islamic Medicine* Bd. 49), S. 157; M. Meyerhof, *Ibn an-Nafīs und seine Theorie des Lungenkreislaufes*, in: *Quellen und Studien zur Geschichte der Naturwissen- schaften und der Medizin* (Berlin) 4/1935/37-88, bes. S. 40 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 79, S. 61-134, bes. S. 64).

<sup>276</sup> *Der Lungenkreislauf nach el Koraschi. Wörtlich über- setzt nach seinem «Kommentar zum Teschrih Avicenna» ...* von Mohyi el Din el Tatawi, Freiburg 1924 (maschinen- schriftliche Dissertation, Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 79, S. 1-25).

<sup>277</sup> Die bis 1957 erschienenen Studien zum Thema wur- den gesammelt und herausgegeben in: *Islamic Medicine* Bd. 79.

<sup>278</sup> Edward D. Coppola, *The discovery of the pulmonary circulation: A new approach*, in: *Bulletin of the History of Medicine* (Baltimore) 31/1957/44-77 (Nachdr. in *Islamic Medicine* Bd. 79, S. 304-337); Charles D. O'Malley, *A Latin translation of Ibn Nafīs (1547) related to the problem of the circulation of the blood*, in: *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* (Minne- apolis) 12/1957/248-253 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 79, S. 338-343).

ne, Pflanzen und Tiere, Altertümer, Gebäude und die landesüblichen Speisen handelt. Bei seinen anatomischen Studien an tausenden von Skeletten ging er den Irrtümern und Ungenauigkeiten seiner Vorgänger und vor allem Galens nach. Er stellte unter anderem fest, daß der menschliche Unterkiefer aus einem einzigen, nicht aus zwei, am Kinn miteinander verbundenen Knochen besteht, wie Galen meinte.<sup>279</sup> Dabei weist er darauf hin, daß das Zeugnis der eigenen Wahrnehmung vertrauenswürdiger sei als die Lehre Galens, trotz des hohen Ranges, der diesem zukomme.<sup>280</sup>

Sowohl die Reife der Zeit mit ihrem erweiterten Horizont als auch Umfang und Größe der im eigenen Kulturraum verwirklichten Leistungen brachten Aḥmad b. al-Qāsim Ibn Abī Uṣai-bi‘a (gest. 668/1270), einen Zeitgenossen der erwähnten Ibn an-Nafīs und ‘Abdallaṭīf al-Baġdādī dazu, im Rahmen seiner Möglichkeiten eine Universalgeschichte der Medizin zu schreiben. Die Qualität und der Charakter seines, ‘*Uyūn al-anbā’ fī ṭabaqāt al-aṭibbā’*’ betitelten Werkes beschrieb die Medizinhistorikerin Edith Heischkel<sup>281</sup> treffend, auch wenn sie die Zeit des Verfassers leider unrichtig als «Spätepoch arabischer Wissenschaft, die mehr Vor-

handenes verarbeitete als selbst schöpferisch war,» bezeichnet: «Er hat sich losgelöst von der Einseitigkeit der antiken und jüdischen Mythen, er weiß, daß jedes Volk seine besondere Entstehungsgeschichte für die Heilkunde hat. Für ihn hat auch jedes Volk seine eigene, besondere Medizin, die eine löst die andere im Laufe der Jahrhunderte ab. Er bezweifelte, daß man überhaupt von der Heilkunde eines Volkes sagen könnte, sie sei die älteste. Der Araber, in dessen Heimat Kulturen der verschiedensten Völker des Abend- und Morgenlandes zusammenflossen, hatte den weltweiten historischen Blick, den vor ihm noch kein Arzt besaß; zum ersten Male ist hier bei Ibn Abi Usaibi‘a die Vergangenheit der Medizin vom universalhistorischen Standpunkt aus gesehen.»

«... Ein weiter Weg, den die abendländischen Medizinhistoriker gehen mußten, bis sie zu dieser Erkenntnis kamen. Was die Weltweite des Arabers sah, erblickten die Medizinhistoriker des Abendlandes erst, nachdem sie die Autorität der Antike und der Bibel überwunden hatten.»<sup>282</sup>

Auf medizinischem Gebiet sei abschließend zum 7./13. Jahrhundert das in Kairo im Jahre 683/1284 vom Mamlukensultan al-Malik al-Manṣūr Saifaddīn Qalāwūn<sup>283</sup> errichtete Krankenhaus genannt. Es war nach dem ‘Aḡudī-Krankenhaus in Baġdād (372/981) und dem Nūraddīn-Krankenhaus in Damaskus (549/1154) das jüngste und am weitesten entwickelte unter diesen drei bis zu seiner Zeit entstandenen Hauptkrankenhäusern der islamischen Welt. In mancher Hinsicht mutet es geradezu modern an. Dazu gehört seine ärztliche Struktur mit speziellen Behandlungsmethoden, der Therapie von Geisteskranken oder der Betreuung an Schlaflosigkeit Leidender mit Musik, Medizinunterricht im

<sup>279</sup> L. Leclerc, *Histoire de la médecine arabe*, Bd. 2, S. 182-187, bes. S. 184-185; *The Eastern Key. Kitāb al-Ifādah wa’l-i’tibār of ‘Abd al-Laṭīf al-Baġhdādī*. Translated into English by Kamal Hafuth Zand and John A. and Ivy E. Videan, London 1965, S. 272-277.

<sup>280</sup> Freie Zusammenfassung des folgenden arabischen Textes: *Fa-inna Ġālīnūs wa-in kāna fī d-daraġa al-‘ulyā fī t-taḥarrī wa-t-taḥaffuz fī-mā yubāšīruhū wa-yahkihī, fa-inna l-ḥiss aṣdaq minhu*, vgl. *Abdallaṭīf’s eines arabischen Arztes Denkwürdigkeiten Egyptens in Hinsicht auf Naturreich und physische Beschaffenheit des Landes und seiner Einwohner, Alterthumskunde, Baukunde und Ökonomie ...* Aus dem Arabischen übersetzt und erläutert von S.F. Günther Wahl, Halle 1790, S. 342-343.

<sup>281</sup> *Die Geschichte der Medizingeschichtsschreibung*, im Anhang zu: Walter Artelt, *Einführung in die Medizinhistorik. Ihr Wesen, ihre Arbeitsweise und ihre Hilfsmittel*, Stuttgart 1949, S. 201-237, bes. S. 205.

<sup>282</sup> Ebd. S. 210.

<sup>283</sup> s. Arslan Terzioġlu, *Mittelalterliche islamische Krankenhäuser unter Berücksichtigung der Frage nach den ältesten psychiatrischen Anstalten*, Diss. Berlin 1968, S. 88 ff.

Haus, eine elaborierte Organisation, die Sicherung der Finanzierung durch ausreichende Einkünfte aus einer Stiftung mit interessanten Bedingungen in der Stiftungsurkunde und schließlich der Bau selbst und seine Einrichtung. Man vermutet, daß dieses Krankenhaus mit seiner Kuppel (die anscheinend nach dem 11./17. Jahrhundert eingestürzt ist) und seinem kreuzförmigen Grundriß ähnlichen Hospitälern in Europa als Vorbild gedient hat.<sup>284</sup>

Auch in der Musikwissenschaft als Teil der Naturwissenschaften bildet das 7./13. Jahrhundert einen Höhepunkt. Nach der Verarbeitung überwiegend spätantiker Quellen durch Ya‘qūb b. Ishāq al-Kindī im 3./9. Jahrhundert und der souveränen Auswertung der «klassischen» griechischen Quellen im Dienste einer eigenen arabischen Musiklehre durch Abū Naṣr al-Fārābī und Abū ‘Alī Ibn Sīnā im 4./10. und frühen 5./11. Jahrhundert ist es Ṣafīyaddīn ‘Abdalmu‘min b. Yūsuf al-Urmawī (gest. 693/1294), dessen einflußreiches *Kitāb al-Adwār*<sup>285</sup> als systematisches Kompendium der Musiklehre die jüngste Entwicklung zusammenfaßt und abschließt. H.G. Farmer<sup>286</sup> bezeichnete ihn als Begründer der «systematischen Schule» mathematisch-physikalischer Ausrichtung, die bis gegen 900/1500 bestanden hat. In al-Urmawīs *Kitāb al-Adwār* begegnet uns zum ersten Mal die Teilung der Oktave in 17 ungleiche Stufen als voll ausgebildetes System.<sup>287</sup>

<sup>284</sup> s. A. Terzioğlu, a.a.O. S. 97; Dieter Jetter, *Das Mailänder Ospedale Maggiore und der kreuzförmige Krankenhausgrundriß*, in: Sudhoffs Archiv (Wiesbaden) 44/1960/64-75, bes. S. 66.

<sup>285</sup> Faksimile-Editionen von Ḥ. ‘A. Maḥfūz, Bagdad 1961 und Frankfurt: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1984; Editionen von H. M. ar-Raḡab, Bagdad 1980 und Ğ. ‘A. Ḥašaba, M. A. al-Ḥifnī, Kairo 1986.

<sup>286</sup> *The Sources of Arabian Music*, Leiden 1965, S. XXIII; Liberty Manik, *Das arabische Tonsystem im Mittelalter*, Leiden 1969, S. 52ff.

<sup>287</sup> s. E. Neubauer, Vorwort zur Faksimile-Ausgabe Frankfurt 1984.

Aus den Geisteswissenschaften erwähne ich die bedeutende Leistung von Yūsuf b. Abī Bakr as-Sakkākī (geb. 555/1160, gest. 626/1229) in den beiden interdisziplinären Fächern der Sprachwissenschaften ‘*ilm al-ma‘ānī* und ‘*ilm al-bayān*. Das erste übersetze ich mit Stilgrammatik, für das zweite übernehme ich die Bezeichnung Bildersprache von Wolfhart Heinrichs.<sup>288</sup> Die von dem oben (S. 33) erwähnten ‘Abdalqāhir al-Ġurġānī (gest. 471/1078) in seinen *Dalā’il al-i‘ġāz* und den *Asrār al-balāġa* geschaffenen Grundsätze wurden von as-Sakkākī in dessen *Miftāḥ al-‘ulūm*<sup>289</sup> in logischer Systematisierung zu streng definierten Disziplinen ausgebaut. Eine Zwischenstufe scheinen diese Disziplinen schon in der *Nihāyat al-iġāz fī dirāyat al-i‘ġāz* des Universalgelehrten Muḥammad b. ‘Umar Faḥraddīn ar-Rāzī<sup>290</sup> (geb. 543/1149, gest. 606/1209) erreicht zu haben.<sup>291</sup>

Im gleichen 7./13. Jahrhundert, in dem fast alle Richtungen der arabisch-islamischen Geschichtsschreibung Fortschritte gemacht haben, wurde die Weltgeschichte mit besonderem Interesse gepflegt. Im ersten Viertel des Jahrhunderts entstand die monumentale Chronik von ‘Izzaddīn ‘Alī b. Muḥammad Ibn al-Aṭīr<sup>292</sup> (geb. 555/1160, gest. 630/1233), die unter dem Titel *al-Kāmil fī t-ta’rīḥ* die Weltgeschichte von der Schöpfung bis zum Jahre 628/1231 erfaßt. Nach unserer Kenntnis ist dieses Werk das umfangreichste und bedeutendste seiner Art, das seit der Weltgeschichte von Muḥammad b. Ġarīr aṭ-Ṭabarī (gest. 310/923, s.o.S. 18) geschrieben wurde. Der Verfasser erweckt den Eindruck äu-

<sup>288</sup> *Poetik, Rhetorik, Literaturkritik, Metrik und Reimlehre*, in: *Grundriß der arabischen Philologie*, Bd. 2, Wiesbaden 1987, S. 184.

<sup>289</sup> s. C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Literatur* Bd. 1, S. 294, Suppl.-Bd. 1, S. 515.

<sup>290</sup> Ebd. Bd. 1, S. 506, Suppl.-Bd. 1, S. 920.

<sup>291</sup> W. Heinrichs, a.a.O. S. 184.

<sup>292</sup> s. C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 1, S. 345, Suppl.-Bd. 1, S. 587.

berster Objektivität und Zuverlässigkeit. Es ist jedoch unrichtig und ungerecht, ihn als den «vielleicht einzigen wahren Historiker des Islam im früheren Mittelalter» zu bezeichnen.<sup>293</sup>

Im selben Geist schrieb der Bagdāder Historiker ‘Alī b. Anğab Ibn as-Sā‘ī<sup>294</sup> (geb. 593/1197, gest. 674/1276) eine weitere Chronik der Weltgeschichte mit dem Titel *al-Ğāmi‘ al-muħtaşar fī ‘unwān at-tawārīħ wa-‘uyūn as-siyar*, von deren 25 Bänden nur der neunte erhalten ist. Nach diesem Teil zu urteilen, steht das Buch von Ibn as-Sā‘ī dem hohen Rang seines Vorgängers nicht nach.

In der Kriegstechnik hat offenbar die Sorge um die Verteidigung gegen die Angriffe der Kreuzfahrer auch in diesem, wie im vergangenen Jahrhundert zu einer Weiterentwicklung der Waffentechnik geführt. Die bedeutendste Neuerung auf diesem Gebiet war das Entstehen von Feuerwaffen unter Verwendung des Schießpulvers. Die Frage, ob die Kenntnis des Schießpulvers den arabisch-islamischen Kulturkreis von China aus erreicht hat, oder ob es in der islamischen Welt selbständig erfunden wurde, ist noch nicht geklärt. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß seine Treibkraft in der islamischen Welt erkannt und militärisch genutzt wurde, auch wenn Feuerwerkskörper in China schon früher bekannt gewesen sein sollten. Unseres Wissens haben die Araber seit der zweiten Hälfte des 7./13. Jahrhunderts Kanonen eingesetzt (s.u.V, 99); möglicherweise geht auch die erste Verwendung von Handgranaten auf dieses Jahrhundert zurück (s.u.V, 101f.).

## 8./14. Jahrhundert

Wenden wir uns nun dem 8./14. Jahrhundert zu, so sehen wir, daß auch in dieser Periode, trotz aller politischen Turbulenzen, die Wissenschaft in der islamischen Welt nicht an Schwung verloren hat. Durch den Verlust eines wesentlichen Teiles von Andalusien verringerte sich zwar der dort seit Jahrhunderten gewohnte Anteil an wissenschaftlicher Tätigkeit, doch aufgehört hatte sie noch nicht.

Auf dem Gebiet der Astronomie bewegte das im 7./13. Jahrhundert erneut aktuell gewordene Problem des durch Ptolemaios Theorie gestörten Prinzips der Gleichförmigkeit der Planetenbewegungen, mit dem sich Ibn al-Haiṭam im 5./11. Jahrhundert befaßt hatte, nun im 8./14. Jahrhundert den Schülerkreis von Naşīraddīn aṭ-Ṭūsī. Doch erschien das bedeutendste uns bekannte Modell zur Wiederherstellung des Prinzips der uniformen Bewegung in Syrien. Der Urheber dieses neuen Modells war ‘Alī b. Ibrāhīm Ibn aš-Şāṭir (gest. um 777/1375). In seinen Modellen beseitigt er die Exzentrizität und läßt den Vektor (je einen pro Planet) vom Mittelpunkt des Universums ausgehen, wobei er das Prinzip Naşīraddīn aṭ-Ṭūsīs von den doppelten Kreisen aufnimmt. Besonders wichtig ist sein Merkurmodell, in welchem er einen kleineren Epizykel als Ptolemaios zugrundelegt. Sein Versuch, für die Mondbewegung ein besseres Modell als seine Vorgänger zu entwerfen, gelingt ihm ausgezeichnet. Bei der Wiederherstellung der gleichförmigen Kreisbewegung des Mondes korrigiert er den groben Fehler des Ptolemaios, den dieser durch Übertreibung der Variation der Mond-Erddistanz hervorgerufen hatte.<sup>295</sup>

Die rezente Forschung<sup>296</sup> hat nachgewiesen, daß Kopernikus die Modelle von Ibn aš-Şāṭir und seinen persischen Vorgängern und Zeitgenossen

<sup>293</sup> wie Francesco Gabrieli in seinem Überblick *The Arabic historiography of the Crusades*, in: *Historians of the Middle East*, ed. Bernard Lewis und P.M. Holt, London 1962, S. 98-107, bes. S. 104.

<sup>294</sup> s. C. Brockelmann, a.a.O. Suppl.-Bd. 1, S. 590.

<sup>295</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 36.

<sup>296</sup> z.B. E.S. Kennedy, *Late medieval planetary theory*, in: *Isis* (Baltimore) 57/1966/365-378, bes. S. 377; ders., *Planetary theory in the medieval Near East and its trans-*



gekannt hat und von ihnen stark beeinflusst worden sein muß. Die bisher ermittelten Gemeinsamkeiten zwischen Kopernikus und seinen arabisch-islamischen Vorläufern lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Sowohl Kopernikus als auch Naşiraddīn at-Ṭūsī und Quṭbaddīn aš-Şīrāzī akzeptieren ohne Vorbehalt das Prinzip, daß jedes Planetenmodell als Grundlage einen Bewegungsmechanismus haben muß, in welchem gleiche Strecken von gleichen Vektoren mit gleicher Winkelgeschwindigkeit zurückgelegt werden.

2. Kopernikus und seine arabischen Vorgänger versehen ihr Planetenmodell mit dem Mechanismus eines Doppelvektors mit einer ganzen bzw. Halbxzenterlänge, um den Effekt des Aequans zu erlangen.

3. Das Mondmodell des Kopernikus ist das gleiche wie das von Ibn aš-Şāṭir; sie unterscheiden sich beide in ihren Dimensionen wesentlich von denen des Ptolemaios.

4. Das Merkurmodell des Kopernikus ist, mit geringfügigen Änderungen bei den Längen der Vektoren, das gleiche wie bei Ibn aš-Şāṭir.

5. Kopernikus benutzt den Mechanismus der doppelten Epizykel des Ṭūsī im Merkurmodell, von dem auch Ibn aš-Şāṭir Gebrauch macht.<sup>297</sup>

Nach dem neuesten Stand der Forschung gelangten die jüngsten arabisch-persischen Theorien über die Planetenbewegungen nicht durch lateinische Übersetzungen zu Kopernikus, sondern durch byzantinische Vermittlung auf dem Weg von Tabrīz und Marāğa über Trapezunt und Konstantinopel. Es sei erwähnt, daß beispielsweise die beiden polnischen Gelehrten Sandivogius von Czechel (1430) und Adalbertus von Brudzevo (1482) sich in ihren Kommentaren zu Gerhardus' *Theorica planetarum* bzw. zu Peur-

bachs *Theoricæ novæ planetarum* in den erwähnten Planetentheorien des arabisch-islamischen Kulturraumes recht gut auskennen,<sup>298</sup> daß demnach jene Theorien im 15. Jahrhundert in Krakau bekannt gewesen sein müssen.

Zu den wichtigen Errungenschaften der Zeit gehörte eine Form des Astrolabiums, die in Syrien von Aḥmad b. Abī Bakr Ibn as-Sarrāğ (gest. um 730/1330) konstruiert worden war. Das Instrument (s. u. II, 119) vereinigt in sich Eigenschaften eines normalen Astrolabs mit solchen der im Westen der islamischen Welt entwickelten Universalscheibe. Damit war ein Entwicklungsstand im Bau von Astrolabien erreicht, der fürderhin weder in den Ländern des Islam noch in Europa übertroffen wurde (s. u. II, 84).

In der Mathematik zeichnete sich im 7./13. und 8./14. Jahrhundert im westlichen Nordafrika eine beachtenswerte Entwicklung ab. Sie beinhaltet die Kenntnis und Anwendung einer algebraischen Symbolik, wie sie nach heutiger Kenntnis im östlichen Teil der islamischen Welt unbekannt blieb. Man findet sie vor allem bei Aḥmad b. Muḥammad Ibn al-Bannā' al-Marrākuşī<sup>299</sup> (geb. 654/1256, gest. 721/1321) und dessen Enkelschüler Abu l-Abbās Aḥmad b. Ḥasan Ibn Qunfud<sup>300</sup> (geb. 731/1331 oder wahrscheinlicher 741/1340, gest. 809/1406 oder 810/1407). Daß Ibn al-Bannā' nach Aussage seines Buches *Raf' al-ḥiğāb*<sup>301</sup> in der Kenntnis der al-

*mission to Europe*, in: Oriente e Occidente nel medioevo. Convegno internazionale 9 - 15 aprile 1969, Rom 1971 (Accademia Nazionale dei Lincei), S. 595-604, bes. S. 600-602; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 56.

<sup>297</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 55-56.

<sup>298</sup> s. G. Rosińska, *Naşir al-Dīn al-Ṭūsī and Ibn al-Shāṭir in Cracow?* in: Isis 65/1974/239-243; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 56.

<sup>299</sup> C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 2, S. 255, Suppl.-Bd. 2, S. 363-364; Juan Vernet in: Dictionary of Scientific Biography Bd. 1, New York 1970, S. 437-438.

<sup>300</sup> s. H.P.J. Renaud, *Sur un passage d'Ibn Khaldūn relatif à l'histoire des mathématiques*, in: Hespéris (Paris) 31/1944/35-47 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 44, S. 191-203); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 62.

<sup>301</sup> Hsg. von M. Aballagh, Paris 1988; s. auch ders., *Les fondements des mathématiques à travers le Raf' al-Hiğāb d'Ibn al-Bannā' (1256-1321)*, in: Histoire des mathéma-



gebraischen Symbolik die Mathematiker Ibn Mun‘im (Aḥmad b. Muḥammad al-‘Abdarī<sup>302</sup>) und al-Aḥdab zu Vorläufern hatte, berichtet schon der bekannte Historiker ‘Abdarrāḥmān Ibn Ḥaldūn (gest. 808/1406).<sup>303</sup> Die in der letzten Dekade des 20. Jahrhunderts entdeckten Schriften *Fiqh al-ḥisāb* von Ibn Mun‘im und *Raf‘ al-ḥiḡāb* von Ibn al-Bannā’ bestätigen dies. Ibn al-Bannā’ ist noch mit weiteren bedeutenden Beiträgen hervorgetreten, darunter einer Näherungsformel für die Ausziehung der Quadratwurzel.<sup>304</sup> Er unterscheidet dabei zwei Fälle, «ob nämlich, nachdem  $\sqrt{a^2+r} \approx a$  gefunden ist, der Rest sich als kleiner, beziehungsweise als gleich, oder aber als größer als der schon gefundene Wurzelteil erweist. Ist  $r < a$ , so soll man  $\sqrt{a^2+r} = a + \frac{r}{2a}$ , dagegen bei  $r > a$  lieber  $\sqrt{a^2+r} = a + \frac{r}{2a+1}$  setzen»<sup>305</sup>. Zweifellos war Ibn al-Bannā’ dabei weitgehend von seinem Vorgänger Muḥammad b. ‘Abdallāh al-Ḥaṣṣār (7./13. Jh.) abhängig.<sup>306</sup> Möglicherweise steht damit auch die Methode der Ausziehung der Quadrat-

wurzel des spanischen Mathematikers Juan de Ortega (gest. um 1568) in Verbindung.<sup>307</sup>

Aus den Bereichen Physik und Technik sei auf eine Aufsehen erregende Uhr hingewiesen, von der der Historiker Ḥalīl b. Aibak aṣ-Ṣafadī (gest. 764/1363) berichtet und die ein Werk des oben genannten Ibn aṣ-Ṣāṭir war. Aṣ-Ṣafadī besuchte Ibn aṣ-Ṣāṭir in Damaskus, um diese von ihm erfundene Vorrichtung zu sehen und beschreibt sie mit folgenden Worten<sup>308</sup>: Sie «befand sich senkrecht an einer Mauer, ... hatte die Gestalt eines Bogens (*qanṭara*) und maß etwa  $\frac{3}{4}$  Ellen, ... drehte sich Tag und Nacht, ohne Sand und ohne Wasser, und folgte den Bewegungen der Himmelsphäre in besonderer Weise geregelt, ... gab die gleichmäßigen und die zeitlichen Stunden». Diese knappe Beschreibung führt uns zur Vermutung, es habe sich möglicherweise um eine mechanische Gewichtsuhr gehandelt.

Auf dem Gebiet der Optik begegnen wir einer der bedeutendsten Personen der sich im 8./14. Jahrhundert nach wie vor als kreativ erweisen- den arabisch-islamischen Kultur. Es ist Kamāl-addīn Muḥammad b. al-Ḥasan al-Fārisī (geb. 665/1267, gest. 718/1318), den wir ansonsten

---

tiques arabes. Actes du premier colloque international sur l’histoire des mathématiques arabes, Alger 1-3 décembre 1986, Alger 1988, S. 133-156, bes. S. 140-142.

<sup>302</sup> s. A. Djebbar, *L’analyse combinatoire au Maghreb: l’exemple d’Ibn Mun‘im (XII<sup>e</sup> - XIII<sup>e</sup> s.)*, Orsay 1985 (Publications mathématiques d’Orsay no. 85-01). Die Identifizierung dieses Mathematikers mit Ibn ‘Abdalmun‘im, der in Sizilien am Hofe Rogers II. wirkte, wie sie von H. Suter und H.P.J. Renaud vertreten wird und von mir in *Geschichte des arabischen Schrifttums* Bd. 5, S. 62 übernommen worden ist, trifft nicht zu.

<sup>303</sup> s. Ibn Khaldūn, *The Muqaddimah. An introduction to history*, translated from the Arabic by Franz Rosenthal, Bd. 3, New York 1958, S. 123; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 62.

<sup>304</sup> Ibn al-Bannā’ al-Marrākuṣī, *Talḥiṣ a‘māl al-ḥisāb*, hsg. von M. Suwīsī, Tunis 1969, S. 63-66; franz. Übers. Aristide Marre, *Le Talkhys d’Ibn Albannā, traduit pour la première fois ...*, in: Atti dell’Accademia Pontificia de’ Nuovi Lincei (Rom) 17/1864/289-319, bes. S. 311-313 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 44, S. 1-31, bes. S. 23-25).

<sup>305</sup> M. Cantor, *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, a.a.O. Bd. 1, S. 808.

<sup>306</sup> s. Heinrich Suter, *Das Rechenbuch des Abū Zakarījā el-Ḥaṣṣār*, in: *Bibliotheca mathematica* (Leipzig) 3. Folge, 2/1901/12-40, bes. S. 37-39 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 77, S. 322-360, bes. S. 357-359).

<sup>307</sup> s. J. Vernet in: *Dictionary of Scientific Biography* Bd. 1, New York 1970, S. 437.

<sup>308</sup> Das Zitat aus dem noch nicht erschienenen 20. Band des *Kitāb al-Wāfī bi-l-wafayāt* von aṣ-Ṣafadī wurde von E. Wiedemann aus der französischen Version der *Description de Damas* von Henri Sauvaire (Paris 1894-1896, Bd. 2, S. 207-208; Nachdr. in: *Islamic Geography* Bd. 81, S. 277-278) frei übersetzt (s. *Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur* von Eilhard Wiedemann unter Mitwirkung von Fritz Hauser, in: *Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher*, Bd. 100, 5, Halle 1905, S. 19, Nachdr. in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften* Bd. 3, S. 1211-1482, bes. S. 1229, und in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 41, S. 21-292, bes. S. 39).

als hervorragenden Physiker und Mathematiker kennen. In seinem monumentalen Kommentar zur Optik des Ibn al-Haiṭam (s.o.S. 29f.), *Tanqīḥ al-Manāẓir*, der noch nicht umfassend ausgewertet wurde, finden wir eine epochemachende Erklärung des Phänomens des Regenbogens, wie sie seine Vorgänger Ibn al-Haiṭam und Ibn Sīnā im 5./11. Jahrhundert trotz aller Bemühungen noch nicht hatten geben können (s.u.III, 166 ff.). Die optische Wahrnehmung des Regenbogens, die nach seiner Meinung auf dem besonderen Wesen der durchsichtigen, kugelförmigen, einander nahe liegenden Tropfen beruhe, entstehe durch zweifache Brechung und ein- oder zweifache Reflexion beim Ein- und Austritt des Sonnenlichtes in den und aus dem einzelnen Tropfen. Zu diesem Ergebnis kam Kamāladdīn al-Fārisī nach einer Reihe systematisch durchgeführter Experimente an einer Kugel aus Glas oder Bergkristall (s.u.III, 166).

Zu den bedeutenden Forschungsergebnissen Kamāladdīns auf dem Gebiet der Optik, die man bisher festgestellt hat, gehört auch seine Lehre vom Pupillenbild. Es war Matthias Schramm<sup>309</sup>, der erkannt hat, daß Kamāladdīn «die Erklärung Galens als mit den Prinzipien der Optik unvereinbar abgelehnt» und den wahren Sachverhalt durch Kontrolle an Hand von Experimenten gesucht habe. Er experimentierte mit dem Auge eines geschlachteten Hammels. Dabei «hat er als erster einwandfrei die Reflexion von der Vorderfläche der Linse festgestellt und sie im Rahmen seiner Theorie in vorzüglicher Weise begründet». Schramm weist darauf hin, daß das Ergebnis, zu dem Kamāladdīn geführt wurde, das gleiche sei, «das erst 1823 durch Johannes Evangelista Purkynje wieder von neuem erarbeitet wurde».

Aus der Sicht der Geschichte der Rezeption der arabisch-islamischen Wissenschaften im Abend-

land ist von besonderer Bedeutung, daß Kamāladdīns Erklärung des Phänomens des Regenbogens mit einigen unwesentlichen Abweichungen in der Schrift *De iride et radialibus impressionibus* von Dietrich von Freiberg (Theodoricus Teutonicus), einem wenig bekannten Dominikaner-Mönch aus der ersten Dekade des 14. Jahrhunderts, in Erscheinung tritt. Nur in Unkenntnis oder ohne Berücksichtigung des Rezeptions- und Assimilationsprozesses der arabisch-islamischen Wissenschaften im Westen konnte der Physiker G. Hellmann im Jahre 1902 die Darstellung der Regenbogentheorie im Buch Dietrichs von Freiberg als «die größte derartige Leistung des Abendlandes im Mittelalter»<sup>310</sup> bezeichnen.

Nicht lange nach dieser überschwänglichen Würdigung der Schrift Dietrichs von Freiberg wurde das Werk Kamāladdīns im Schülerkreis E. Wiedemanns bekannt, und man erwog die Frage nach einer Beziehung zwischen Kamāladdīn und Dietrich. Das geschah freilich zu einer Zeit, in der die Art und Weise des Rezeptions- und Assimilationsprozesses und seiner Tragweite noch nicht so weit geklärt war wie heute. Eine der Erklärungen, diejenige von Otto Werner<sup>311</sup> aus seiner Studie über die Physik Leonardo da Vincis aus dem Jahre 1910, ist für uns nicht nur wegen unserer speziellen Frage von Interesse. Werner kam zur Vermutung, das Buch von Kamāladdīn müsse im Abendland bekannt gewesen und von Leonardo da Vinci benutzt worden sein. Außerdem sah er zwischen den Darstellungen von Kamāladdīn und Dietrich eine enge Beziehung (s.u.III, 169 ff.). Für uns besteht kein Zweifel daran, daß Dietrich von Freiberg zur Kenntnis der Leistung Kamāladdīns entweder durch unmittelbare Bekanntschaft mit dessen Buch oder während eines Aufenthaltes in der

<sup>309</sup> Zur Entwicklung der physiologischen Optik in der arabischen Literatur, in: Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften (Wiesbaden) 43/1959/289-316, bes. S. 311-316.

<sup>310</sup> *Meteorologische Optik 1000-1836*, Berlin 1902 (= Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus, Bd. 14), S. 8.

<sup>311</sup> *Zur Physik Leonardo da Vincis*, Diss. Erlangen 1910, S. 111.

islamischen Welt gekommen sein muß. Die Gemeinsamkeiten, sowohl in der Kernfrage als auch in Einzelheiten, sind so groß, daß es sich nicht um voneinander unabhängige Errungenschaften handeln kann. Die erste Hälfte des 14. Jahrhunderts zeichnete sich nämlich als eine Periode aus, in der die Wissenschaften des arabisch-islamischen Kulturkreises ihren Weg von Nordafrika nach Frankreich und Italien und von Syrien, Anatolien und Persien aus direkt oder über Konstantinopel in kürzester Zeit nach Italien und Mitteleuropa fanden. Geistliche Vermittler, namentlich aus dem Orden der Dominikaner, bewiesen bei diesem Rezeptionsprozeß besondere Fähigkeiten und erwarben sich große Verdienste.

In der Medizin läßt unter anderem eine klare Erkenntnis vom Wesen der Infektion aufhorchen. So entstanden im islamischen Spanien einige Schriften im Anschluß an die verheerende Pest, welche die westlichen Mittelmeerländer 749/1348 heimgesucht hatte. Darunter sind die Titel *Muqni‘at as-sā’il ‘an al-maraḍ al-hā’il* von Muḥammad b. ‘Abdallāh Ibn al-Ḥaṭīb (geb. 713/1313, gest. 776/1374)<sup>312</sup>, *Taḥṣīl al-ğaraḍ al-qāṣid fī tafṣīl al-maraḍ al-wāfid* von Aḥmad b. ‘Alī Ibn Ḥātima (gest. um 770/1369)<sup>313</sup> und

<sup>312</sup> s. C. Brockelmann, *Geschichte der arabischen Literatur* Bd. 2, S. 262, Suppl.-Bd. 2, S. 372; M.J. Müller, *Ibnul-khatīb's Bericht über die Pest*, in: Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften (München). Philosophisch-philologische Klasse 2/1863/1-34 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 93, S. 37-70).

<sup>313</sup> s. C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 2, S. 259, Suppl.-Bd. 2, S. 369; eine Auswahl ediert von M. al-‘Arabī al-Ḥaṭṭābī, *aṭ-Ṭibb wa-l-aṭibbā’ fī l-Andalus al-islāmīya*, Beirut 1988, Bd. 2, S. 161-186; deutsche Übers. von Taha Dinānah, *Die Schrift von Abī Ğa‘far Aḥmed ibn ‘Alī ibn Moḥammed ibn ‘Alī ibn Ḥātimah aus Almeriah über die Pest*, in: *Archiv für Geschichte der Medizin* (Leipzig) 19/1927/27-81 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 92, S. 239-293); Melchor M. Antuña, *Abenjātima de Almería y su tratado de la peste*, in: *Religion y Cultura* (El Escorial/Madrid) 1,4/1928/68-90 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 92, S. 294-316).

*Taḥqīq an-naba’ ‘an amr al-waba’* von Muḥammad b. ‘Alī aš-Šaḡūrī (geb. 727/1327)<sup>314</sup>. Die beiden ersten, vollständig erhaltenen Traktate vermitteln die Erfahrung ihrer Verfasser mit dem Effekt der Ansteckung. Die Bedeutung der Schrift von Ibn al-Ḥaṭīb hat Marcus Joseph Müller der medizinischen Welt durch Veröffentlichung des arabischen Textes mit deutscher Übersetzung schon im Jahre 1863 bekannt gemacht. Nach Max Meyerhof<sup>315</sup> waren die arabischen Traktate über die Pest den zwischen dem 14. und 16. Jahrhundert in Europa zu diesem Thema geschriebenen Schriften weit überlegen. Einige Sätze von Ibn al-Ḥaṭīb mögen das belegen:

«Die Existenz der Ansteckung steht fest durch die Erfahrung, die Forschung, die Sinneswahrnehmung, die Autopsie und verbürgte Kunden, und dies sind die Materien des Beweises. Es ist jedem bekannt, der diese Sache selbst gesehen oder Kenntnis davon erlangt hat, daß die meisten, die mit den von dieser Krankheit Behafteten zu tun haben, sterben, und die, bei denen dies nicht der Fall ist, gesund bleiben; ferner daß diese Krankheit in einem Hause oder Quartier wegen eines Kleides oder eines Gefäßes auftritt, so daß selbst ein Ohring Ursache des Todes einer Person wird, die sich denselben anhängt, und selbst das ganze Haus ins Verderben zieht, ferner daß sie in einer Stadt in einem einzigen Hause auftritt und dann aufflammt in den Individuen derer, die mit dem Kranken zu tun haben, dann in den Nachbarn und Verwandten und speziell denjenigen unter ihnen, welche

<sup>314</sup> s. Henri-Paul-Joseph Renaud, *Un médecin du royaume de Grenade. Muḥammad aš-Šaḡūrī*, in: *Hespéris* (Paris) 33/1946/31-64 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 92, S. 181-214).

<sup>315</sup> *Science and medicine*, in: *The Legacy of Islam*, ed. Th. Arnold, London 1931, S. 311-355, bes. S. 340-341 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 96, S. 99-147, bes. S. 132-133); s. noch Gustave E. von Grunebaum, *Medieval Islam. A study in cultural orientation*, 2. Ed. Chicago 1961, S. 335-336.

Besuche in dem Haus des Kranken abstaten, so daß der Riß sich immer mehr erweitert; ferner daß Seestädte sich vollkommener Gesundheit erfreuen, bis daß ein angesteckter Mann von dem andern Land, wo die Pest notorisch herrschte, ankommt und das Datum des Auftretens der Krankheit in der Stadt mit dem seiner Ankunft zusammenfällt.»<sup>316</sup>

Ein weiteres Zeichen für den Fortschritt der medizinischen Wissenschaft jener Zeit im arabisch-islamischen Kulturraum begegnet uns in dem umfangreichen ophthalmologischen Lehrbuch des Ṣadaqa b. Ibrāhīm al-Miṣrī aš-Šādīlī (2. Hälfte 8./14. Jh.) mit dem Titel *al-Umda al-kuḥlīya fi l-amrād al-baṣarīya*<sup>317</sup>. Im sechsten Kapitel des ersten Teils über die «Verschiedenheit der Tieraugen gegenüber dem menschlichen und von den besonderen Eigentümlichkeiten des letzteren»<sup>318</sup> fand J. Hirschberg den «Keim einer vergleichenden Anatomie und Physiologie des Seh-Organes», die in wissenschaftlicher Form erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts Einzug in die Handbücher der Augenheilkunde gehalten hat (s.u. IV, 17).

Auf medizinischem Gebiet sei schließlich noch das zu Beginn des 8./14. Jahrhunderts entstandene persische *Tanksūqnāma-i Īlḥānī dar funūn-i 'ulūm-i ḥitā'i* erwähnt, das von den «chinesischen Wissenschaften» handelt und den Namen des Großwesirs der Īlḥāne, Rašīdaddīn Faḍlallāh b. 'Imādaddaula (geb. ca. 645/1247, gest. 718/1318) als Verfassernamen trägt.<sup>319</sup> Das

Buch enthält «nicht nur eine ausreichende Charakteristik der nicht erhaltenen Bücher, sondern vermittelt auch ein außerordentlich fesselndes Bild von der Weite des Horizonts und den Interessen des großen Wesirs ... Nach der in der Einleitung gegebenen Charakterisierung der im <Tanksūqnāma> zusammengefaßten, vier überwiegend medico-pharmazeutischen Werke stellt sich das erhaltene Buch als persische Übersetzung eines teilweise gereimten anatomischen Werkes heraus, dem hier nach seinem vermeintlichen chinesischen Autor der Titel <Wang Shu-ho> gegeben wird. Es handelt sich dabei nämlich nicht um das klassische Mo-ching des berühmten Arztes Wang Shu-ho (265-317 n.Chr.), sondern um ein Mo-chüeh genanntes Werk, das sich mit den Modalitäten der Pulsbeobachtung und der Anatomie der wichtigsten menschlichen Organe beschäftigt und zur Zeit der Kin-Dynastie (1122-1234) im nördlichen China entstanden ist. Mit seinen zahlreichen Illustrationen, die ohne Zweifel auf ein chinesisches Original zurückgehen, stellt das vermeintliche <Wang Shu-ho> das älteste nachweisbare Beispiel einer <anschaulichen chinesischen Anatomie> im Vorderen Orient, ja, in der westlichen Welt überhaupt dar.» Das dritte Werk, das teils von den Arzneimitteln des alten China und teils von anderen Medikamenten in Form eines Drogenbuches handelte, versah Rašīdaddīn Faḍlallāh, der hauptberuflich Mediziner war, mit einem Appendix, in dem er «Tabellen der den Griechen unbekanntem chinesischen Arzneien mit genauer Beschreibung ihrer Anwendung und Wirkung in Buchform» zusammenstellte.<sup>320</sup>

<sup>316</sup> Übersetzung von M.J. Müller, a.a.O. S. 18-19 (Nachdr. S. 54-55), hier geringfügig geändert.

<sup>317</sup> s. C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 2, S. 137, Suppl.-Bd. 2, S. 170.

<sup>318</sup> *Geschichte der Augenheilkunde*, Bd. 2: *Geschichte der Augenheilkunde im Mittelalter*, Leipzig 1908 (= Graefe-Saemisch, *Handbuch der gesamten Augenheilkunde*, Bd. 13), S. 156-159.

<sup>319</sup> Die einzige erhaltene, aus der Zeit Rašīdaddīns stammende Handschrift befindet sich in Istanbul, Ayasofya 3596 (264 ff., 713 H.), Faksimile-Ed. von Muḡtabā Minuwī, Teheran 1972; Karl Jahn, *The still missing*

*works of Rashīd al-Dīn*, in: *Central Asiatic Journal* (Wiesbaden) 9/1964/113-122; ders., *Wissenschaftliche Kontakte zwischen Iran und China in der Mongolenzeit*, in: *Anzeiger der Philologisch-historischen Klasse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften* (Wien), 106/1969/200-211.

<sup>320</sup> K. Jahn, *Wissenschaftliche Kontakte zwischen Iran und China in der Mongolenzeit*, a.a.O. S. 201-203.



Auf dem Gebiet der Geographie sind uns aus dem 8./14. Jahrhundert interessante Zeugnisse dafür erhalten, daß die mathematische Erfassung der Erdoberfläche und deren kartographische Darstellung, die in den vergangenen Jahrhunderten im arabisch-islamischen Kulturraum gepflegt wurde, eine neue Qualität erreicht hat. Aus dem westlichen Teil der islamischen Welt kennen wir die bedeutende Koordinatentabelle des Astronomen und Mathematikers Muḥammad b. Ibrāhīm Ibn ar-Raqqām (gest. 715/1315) aus Murcia, die 97 Orte umfaßt. Die Tabelle zeigt, daß die radikale andalusisch-maghribinische Korrektur der Längengrade hier bereits auf einen größeren Teil der Ökumene bezogen ist und daß die Länge der großen Achse des Mittelmeeres auf  $44^\circ$  reduziert wurde und damit im Vergleich mit dem heutigen Wert nur noch  $2^\circ$  zu lang ist. Natürlich blieb die Korrektur nicht auf die Länge der großen Achse des Mittelmeeres beschränkt. Sie machte sich auch bei Werten zwischen dem Westrand der Ökumene und Orten östlich von Bagdād bemerkbar. Weitere erhaltene Tabellen mit radikalen Korrekturen der Längengrade lassen vermuten, daß diese Tafeln sich weiter Verbreitung erfreut haben. Eine Tabelle dieser Art, die um die Mitte des 20. Jahrhunderts von dem spanischen Arabisten J. Millás Vallicrosa entdeckt wurde, ist für unsere Frage von besonderem Interesse. Sie entstand höchstwahrscheinlich in der Stadt Tortosa (Ṭurtūša) im östlichen al-Andalus und überrascht uns damit, daß in diesem Fall die erwähnte Korrektur der Längengrade mit Bagdād als Nullmeridian für die von dort aus westlich liegenden Orte durchgeführt wurde. Die ins Lateinische übersetzte Tabelle hat uns auch in einer portugiesischen Redaktion erreicht. Sie enthält die Koordinaten von 31 Orten aus Spanien, Westeuropa und dem westlichen Mittelmeerraum. Obwohl sie nicht frei von Schreib- und Lesefehlern ist, stellt sie ein wichtiges Dokument für den großen Fortschritt dar, der nicht zuletzt im Zusammenhang mit der arabisch-spanischen Kartographie im westlichen Europa er-

zielt worden ist. Als Beispiel sei London genannt. Seine Koordinaten betragen nach dieser Tabelle von Bagdād aus  $L 42^\circ 00'$ ,  $B 48^\circ$  (nach heutigen Daten  $L 44^\circ 26'$ ,  $B 51^\circ 30'$ ). Die Längendifferenz zwischen London und Bagdād (Babylon) weist bei Ptolemaios noch einen Fehler von  $18^\circ$ , bei den Ma'mūngeographen einen Fehler von immerhin noch  $9^\circ$ , doch auf dieser Tabelle eine Abweichung von nur noch  $2^\circ 26'$  auf. Für weitere Beispiele auf die *Geschichte des arabischen Schrifttums*<sup>321</sup> verweisend, möchte ich betonen, daß diese für die Geschichte der mathematischen Geographie essentiellen Korrekturen bisher völlig unbekannt geblieben sind und daher auch in der Diskussion der Frage nach der Entstehung der neuen Karten, die in Europa seit der Wende vom 13. zum 14. Jahrhundert entstanden sind, noch keine Rolle gespielt haben.

Beim Prozeß der mathematischen Erfassung der Gebiete westlich von Bagdād blieben das unter byzantinischer Herrschaft stehende Kleinasien und der Ägäische Raum für die arabisch-islamischen Geographen und Astronomen lange Zeit außerhalb ihres Arbeitsgebietes. Nach heutiger Kenntnis scheint die Situation jedoch seit dem Ende des 6./12. Jahrhunderts angefangen zu haben sich zu ändern. Die uns mit ihrer Genauigkeit erstaunenden Karten jener Gebiete und des Schwarzen Meeres, die seit der Wende vom 13. zum 14. Jahrhundert nahezu plötzlich in Europa in Erscheinung treten, wie zum Beispiel diejenige, die als Karte von Giovanni da Carignano bekannt ist<sup>322</sup>, können nur als Resultate astronomischer Beobachtungen und geodätischer Messungen angesehen werden, die an Ort und Stelle und über einen ausreichenden Zeitraum hin mit staatlicher Unterstützung durchgeführt wurden. Wir kennen einige spärliche Koordinaten von Kleinasien, die unter islamischer Herrschaft spätestens im 7./13. Jahrhundert entstanden zu sein scheinen. Doch erst eine

<sup>321</sup> Bd. 10, S. 167.

<sup>322</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 332-337.



wohl aus der ersten Hälfte des 8./14. Jahrhunderts stammende frühosmanische Tabelle, die in der Astrolabschrift eines 'Abdalḥalim b. Sulaimān aṭ-Ṭūqāṭī<sup>323</sup> steht, liefert uns Koordinaten von 151 Orten, von denen sich ein Achtel in Kleinasien befindet. Die Tabelle dokumentiert die frühe Beteiligung osmanischer Gelehrter an der Ausgestaltung des Gradnetzes zumindest von Anatolien. Sie erlaubt auch den Schluß, daß man bei der mathematischen Erfassung Kleinasiens bereits eine wirklichkeitsnahe Genauigkeit erzielt hat. Eine solche Genauigkeit bezeugen auch die das Mittelmeer betreffenden Koordinaten der Tabelle. Wir sehen beispielsweise, daß die Längendifferenz zwischen Rom und Konstantinopel und zwischen Rom und Alexandria erstaunlich wenig von den heutigen Werten abweicht. Im Hinblick auf die westöstlichen und nordsüdlichen Dimensionen Anatoliens seien aṭ-Ṭūqāṭīs Angaben für Konstantinopel und für Aḥlāt, den östlichsten Ort in Anatolien, herangezogen. Die Längendifferenz weicht vom heutigen Wert nur um 1° 29' ab, die Breitendifferenz sogar nur um 2'. Um dem Leser eine adäquate Vorstellung von der Bedeutung dieser im 8./14. Jahrhundert erzielten Ergebnisse zu vermitteln sei erwähnt, daß eine Bestimmung korrekter Längen- und Breitendifferenzen zwischen den genannten Orten erst im 20. Jahrhundert erreicht worden ist.

Das arabische und persische Schrifttum der ersten Hälfte des 8./14. Jahrhunderts bietet so viele einschlägige Dokumente und Daten, daß wir annehmen müssen, bei vielen Kartographen und Geographen vor Ort habe sich die Auffassung durchgesetzt, genaue Längen- und Breitenangaben seien eine unverzichtbare Grundlage für die Konstruktion realitätstreuer Karten. Eines der bedeutendsten Zeugnisse hierfür, die mir zur Zeit bekannt sind, hat uns der Universalgelehrte Rašīdaddīn hinterlassen, dessen Werk über die chinesische Medizin oben erwähnt wurde.

Sein Mitarbeiter, der die Bücher des Meisters in gefällige Form zu bringen beauftragt war, sagt, daß in seinem geographischen Werk die Beschreibung der sieben Klimata, die Teile der Ökumene, die Meere, Berge, Täler etc. mit den in den entsprechenden Büchern angegebenen Längen- und Breitengraden enthalten seien, daß die Richtigkeit jener Daten überprüft werde und Informationen bei Kennern jener Länder eingeholt würden, damit die Daten nicht von der Wirklichkeit abweichen. Wir erfahren weiter, daß wegen der Größe der Karten ein ungewöhnlich großes Format für das Buch gewählt wurde, da die «nach den Methoden der Fachleute» angefertigten Karten «so verständlich und anschaulich wie möglich» und «die Orte genauestens eingezeichnet» sein sollten.<sup>324</sup>

Es ist zu bedauern, daß sich das aus dieser Zeit erhaltene Kartenmaterial in den Originalsprachen arabisch und persisch auf eine skizzenartige Karte der Gebiete von Anatolien bis Zentralasien beschränkt, die sich in dem Buch *Nuzhat al-qulūb* des persischen Geographen und Historikers Ḥamdallāh al-Mustaufī (gest. ca. 740/1340) findet. Die Karte<sup>325</sup> erstreckt sich in der Länge von 63° bis 112° und in der Breite von 16° bis 45° nördlich des Äquators. In einem orthogonalen Gradnetz sind die Namen von 120 Orten eingetragen. Die Koordinaten kann der Benutzer an den Skalen ablesen, die die Karte einrahmen. Die besondere Bedeutung der Karte liegt darin, daß das Gradnetz von den durch die oben (S. 43 f.) erwähnten Astronomen von Marāḡa integrierten westöstlichen Längengraden bestimmt wird, die von dem 28° 30' westlich von Toledo liegenden Nullmeridian aus gezählt werden. Es kommt hinzu, daß sich die Längengrade, von offensichtlichen Fehlern abgesehen, bis auf 3° oder 4° den heutigen Werten annähern.

<sup>324</sup> s. Étienne Quatremère, *Raschid-eldin. Histoire des Mongols de la Perse*, Paris 1836 (Nachdr. Amsterdam 1968), Einl. S. CXLVIII, CLX; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 314.

<sup>325</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 200-210; Bd. 12, No. 16a.

<sup>323</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 180-181

Zu den wichtigen Beiträgen des arabisch-islamischen Kulturraumes auf dem Gebiet der Geographie gehört der umfangreiche Reisebericht des aus Tanger in Marokko stammenden Muḥammad b. ‘Abdallāh Ibn Baṭṭūta (geb. 703/1304, gest. 770/1369). Dieser verließ im Alter von 22 Jahren seine Heimatstadt in Richtung Mekka, besuchte Alexandria und Kairo, ging nilaufwärts bis Syene (heute Assuan), von dort nach Syrien und Palästina, durchquerte Arabien bis Mekka, wandte sich nach Ostafrika und gelangte bis Mosambik, besuchte Kleinasien und Byzanz, Südrußland bis zum 55. Breitengrad, Zentralasien, Indien, die Malaiische Halbinsel und China, machte lange Aufenthalte auf Zwischenstationen und besuchte einige Orte mehrfach. Nach 24 Jahren kehrte er nach Tanger zurück. Eine zweite Reise führte ihn nach Andalusien, eine dritte nach Nordafrika. Mit seinen insgesamt 27 Jahre dauernden Reisen war Ibn Baṭṭūta nach den Worten von Richard Hennig<sup>326</sup> «der überhaupt größte Weltreisende, den das Altertum und Mittelalter jemals hervorgebracht haben». Sein umfangreicher Reisebericht ist durch die scharfe Beobachtungsgabe und den weit entwickelten Sinn Ibn Baṭṭūtas für die Wahrnehmung historisch-geographischer, ethnischer und kulturhistorischer Gegenstände ein unschätzbare geographiehistorisches Dokument (s.u.III, 8).

In der Geschichtsschreibung, die im 8./14. Jahrhundert zahlreiche Weltchroniken, Stadt- und Lokalgeschichten, umfangreiche, sowohl die ganze islamische Periode umfassende als auch auf das Jahrhundert beschränkte biographische Lexika und anderes hervorgebracht hat, werde ich mich auf die Erwähnung einer Weltgeschichte und dreier Enzyklopädien beschränken. Mit der Weltgeschichte meine ich das groß angelegte *Ġāmi‘ at-tawārīḥ* des oben genannten Universalgelehrten Rašīdaddīn Faḍlallāh (gest. 718/1318, s.u.S. 157f.). Sie wurde im Jahre 700/

1301 im Auftrag des Īlhāns Ġāzān als Geschichte der Mongolen und der Türken begonnen, wurde wenige Jahre später auf Wunsch von Ölgeitü, dem Bruder und Nachfolger Ġāzāns, zur Universalgeschichte erweitert und 710/1311 vollendet. Der erste Band behandelt die Geschichte Čengīz Ḥān’s und seiner Nachfolger in Ost- und Westasien sowie die türkischen und mongolischen Stämme. Im zweiten Band wird die Geschichte der Völker, die mit den Mongolen in Verbindung traten, ausführlich abgehandelt. Er beginnt mit den vorislamischen persischen Reichen, es folgen Propheten- und Kalifengeschichte, islamische Dynastien in Persien, die Oğūzen, Türken, Chinesen, Juden und Franken, am Ende steht Indien mit Betonung des Buddhismus. Der dritte, der Geographie gewidmete Band ist verschollen.

Rašīdaddīns Buch war freilich nicht die erste im arabisch-islamischen Raum verfaßte Universalgeschichte, in der Geschichte und Kultur fremder Völker zusammen mit denjenigen der in der islamischen Welt lebenden Völker behandelt wurde. Sie hatte zahlreiche Vorgänger, darunter *Murūğ ad-dahab*, *Aḥbār az-zamān* und *Kitāb al-‘Ağā’ib* von ‘Alī b. al-Ḥusain al-Mas‘ūdī (gest. 345/956, n.a. 346)<sup>327</sup>, *al-‘Unwān al-kāmil* von Maḥbūb b. Quṣṭanṭīn al-Manbiġī (um 350/961)<sup>328</sup>, *Tawārīḥ sinī mulūk al-arḍ wa-l-anbiyā’* von Ḥamza b. al-Ḥasan al-Iṣfahānī (gest. vor 360/970)<sup>329</sup>, *al-Ātār al-bāqiya min al-qurūn al-ḥāliya* (über die Ären und Festkalender der Griechen, Römer, Perser, der Bewohner von Soğd, Ḥwārizm und Ḥarrān, der Kopten, übrigen Christen und Juden) und *Taḥqīq mā li-l-Hind* von Abu r-Raiḥān Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī (gest. 440/1048)<sup>330</sup> und viele andere, die vor und nach Rašīdaddīn<sup>331</sup> geschrieben wur-

<sup>327</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 1, S. 332-336.

<sup>328</sup> Ebd. Bd. 1, S. 338.

<sup>329</sup> Ebd. Bd. 1, S. 336.

<sup>330</sup> Ebd. Bd. 6, S. 270-271.

<sup>331</sup> s. Franz Rosenthal, *A history of Muslim historiography*, Leiden 1952, S. 114-130.

<sup>326</sup> *Terræ incognitæ*, Bd. 3, Leiden 1953, S. 213.

den. Dieser aber wollte in seinem Werk über die Mongolen und die mit ihnen in Verbindung gelangten Völker einen «neuen Weg» beschreiten, der darin bestand, «auf die ursprünglichen Geschichtsquellen der betreffenden Völker selbst zurückzugreifen»<sup>332</sup>. Dieses Ziel scheint er, zumindest bei der Mongolengeschichte, erreicht zu haben. Der Geist der Nüchternheit und Objektivität, der das ganze Werk durchzieht, erinnert an die oben genannte Chronologie (*al-Ātār al-bāqīya*) und das Indienbuch (*Tahqīq mā li-l-Hind*) von al-Bīrūnī. Letzteres jedoch, das nicht nur unter Zuhilfenahme einheimischer Quellen, sondern auch auf der Grundlage von Beobachtungen entstanden ist, die der Verfasser selbst während eines langen Aufenthaltes in Indien gemacht hat, und durch Erkenntnisse, die er in direktem Kontakt mit der Bevölkerung gewinnen konnte, hat dem Autor eine einmalige Stellung in der Geistesgeschichte erworben. Ebenfalls in der ersten Hälfte des 8./14. Jahrhunderts erscheinen die ersten groß angelegten Enzyklopädien. Die erste trägt den Titel *Manāhiğ al-fikar wa-mabāhiğ al-‘ibar*<sup>333</sup> und wurde von Ğamāladdīn Muḥammad b. Ibrāhīm al-Kutubī al-Waṭwāt (geb. 632/1235, gest. 718/1318)<sup>334</sup> verfaßt. Das Werk umfaßt die Gebiete Himmel, Erde, Tier- und Pflanzenreich und zeugt in seinem Charakter von den überwiegend literarischen Neigungen seines Autors. Inspiriert von diesem Werk schrieb der ägyptische Historiker Šihābaddīn Aḥmad b. ‘Abdalwahhāb an-Nuwairī (geb. 677/1279, gest. 732/1332) seine auf 30 Bände angelegte Enzyklopädie *Nihāyat*

*al-arab fī funūn al-adab*<sup>335</sup> mit dem Ziel, die für einen gebildeten Sekretär oder Administrator erforderlichen Kenntnisse zusammenzustellen. Er erhöhte nicht nur die Anzahl der Bereiche (*funūn*) gegenüber seinem Vorgänger, indem er die Geschichte einbezog, was ihm ermöglichte, alle Ereignisse und Errungenschaften, die mit dem Menschen zu tun haben, in sein Buch aufzunehmen, sondern er gruppierte auch die Materialien neu: 1. Himmel und Erde, 2. der Mensch, 3. das Tierreich, 4. die Pflanzenwelt, 5. Geschichte. Die Enzyklopädie führt uns zu Spuren vieler nicht mehr erhaltener Quellen und ist für die zeitgenössische Geschichte eines der besten Nachschlagwerke.

Die dritte in diesem Jahrhundert erschienene Enzyklopädie trägt den Titel *Masālik al-abṣār fī mamālik al-amṣār* und wurde von Šihābaddīn Aḥmad b. Yaḥyā Ibn Faḍlallāh al-‘Umarī (geb. 700/1301, gest. 749/1349) verfaßt<sup>336</sup>. Sie entstand zwischen 741/1341 und 749/1349, als der Autor Leiter der Staatskanzlei in Damaskus war. Möglicherweise war Ibn Faḍlallāh auf die Idee, ein eigenes enzyklopädisches Werk zu schaffen, bei seinem Aufenthalt in Kairo gekommen, wo er sich bis 740/1339 aufhielt. Er kann dort das Werk an-Nuwairīs kennengelernt haben, das sich bereits großer Beliebtheit erfreute. Doch unterscheidet sich das Buch von Ibn Faḍlallāh in Zweck, Anlage und Inhalt von dem seines Vorgängers. Man wird vielleicht nicht fehlgehen, *Masālik al-abṣār* als eine anthropogeographische Enzyklopädie zu bezeichnen. Auch sein Titel steht mit einer solchen Bezeichnung in Einklang. Die ersten vier seiner siebenundzwanzig Bände sind der Geographie gewidmet. Alle

<sup>332</sup> Karl Jahn, *Die Erweiterung unseres Geschichtsbildes durch Rašīd al-Dīn*, in: Anzeiger der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Philologisch-historische Klasse (Wien), 107/1970(1971)/139-149, bes. S. 143.

<sup>333</sup> Faksimile-Ausgabe in 2 Bänden, Frankfurt, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1990.

<sup>334</sup> s. C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 2, S. 54-55, Suppl.-Bd. 2, S. 53-54; F. Sezgin, Vorwort zur Faksimile-Ausgabe.

<sup>335</sup> s. C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 2, S. 139-140, Suppl.-Bd. 2, S. 173-174; I. Kratschkowsky in: *Encyclopædie des Islām*, Bd. 3, Leiden 1936, S. 1045-1047; Mounira Chapoutot-Remadi in: *Encyclopaedia of Islam. New edition*, Bd. 8, Leiden 1995, S. 156-160.

<sup>336</sup> C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 2, S. 141, Suppl.-Bd. 2, S. 175-176; zu weiteren bibliographischen Angaben s. das Vorwort zur Faksimile-Ausgabe.

weiteren Bände handeln von den geistigen Leistungen der Menschen und ihrem Umfeld. Wenn auch das Gesamtwerk den Eindruck eines noch nicht ganz entwickelten Begriffes von Enzyklopädie erweckt, so ist es doch mit seinem reichen Inhalt, der öfter aus heute verschollenen Quellen schöpft, aber auch den zeitgenössischen Stand des Wissens vermittelt, eine der bedeutendsten literarischen Leistungen des Jahrhunderts. Meiner Meinung nach gehören die darin erhaltene Weltkarte, die drei Klimakarten und die reichlichen Textfragmente aus der Ma'mūn-geographie zu den bedeutendsten bekannten Dokumenten der Geographie- und Kartographiegeschichte.<sup>337</sup>

Von den Enzyklopädien des 8./14. Jahrhunderts wenden wir uns nun einem die Reife der Zeit widerspiegelnden Werk zu, das eine der größten geisteswissenschaftlichen Leistungen der arabisch-islamischen Kultur darstellt. Es ist die *Muqaddima*, die «Einführung» in die Geschichte von 'Abdarrahmān b. Muḥammad Ibn Ḥaldūn (geb. 732/1332, gest. 808/1406)<sup>338</sup>. Die im Anschluß an die von Ibn Ḥaldūn dem Merinidenherrscher Abū Fāris 'Abdal'azīz (reg. 768/1366-774/1372) gewidmete Weltchronik *al-Ibar wa-dīwān al-mubtada' wa-l-ḥabar* erst im Jahre 779/1377 vollendete *Muqaddima* zog die Aufmerksamkeit von Arabisten und nichtarabischen Gelehrten auf sich, nachdem die beiden

Gelehrten Antoine-Isaac Silvestre de Sacy<sup>339</sup> und Joseph von Hammer-Purgstall<sup>340</sup> zu Beginn des 19. Jahrhunderts auf ihren Inhalt aufmerksam gemacht hatten. Besonderes Interesse erweckte in der Gelehrtenwelt Hammer-Purgstalls Bezeichnung Ibn Ḥaldūns als «arabischer Montesquieu»<sup>341</sup>. Man hat in den *Prolegomena* wichtige soziologische, geschichtsphilosophische, wirtschaftstheoretische, geographische, anthropologische, psychologische und wissenschaftshistorische Grundgedanken entdeckt und mit Bewunderung kommentiert. Nicht selten sieht man in Ibn Ḥaldūn den Begründer der Soziologie und der Geschichtsphilosophie. Andere begnügen sich damit, die fundamentalen Probleme aller Zweige der Wissenschaften bei ihm behandelt zu sehen. Hinsichtlich ihrer Staatslehre vergleicht man die *Muqaddima* mit *Il principe* von Niccolò Machiavelli (gest. 1527).<sup>342</sup> Auf dem Gebiet der Kriegstechnik setzte sich die Entwicklung bei den Feuerwaffen, die im vorangegangenen Jahrhundert begonnen hatte, im 8./14. Jahrhundert fort. In einem anonymen Buch über Kriegstechnik, das im Asiatischen Museum (Institut Narodov Azii) von St. Petersburg<sup>343</sup> erhalten ist und vermutlich aus der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts stammt, ist eine kombinierte Wurf- und Handfeuerwaffe beschrieben, die aus einer ausgehöhlten Lanze besteht, die auch zum Abschießen eines Projektils durch die Treibkraft des Schießpulvers dient.

<sup>337</sup> Faksimile-Ausgabe in 27 Bänden Frankfurt, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1988-1989, Indices in drei Bänden ebd. 2001.

<sup>338</sup> In Tunis geboren, bekleidete er hohe Ämter in Fes, Granada, Tlemsen, Tunis und Kairo, wo er auch starb, s. C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 2, S. 242-245, Suppl.-Bd. 2, S. 342-344; Alfred Bel in: Enzyklopädie des Islām, Bd. 27, Leiden u. Leipzig 1927, S. 419-421; G. Sarton, *Introduction to the history of science*, Bd. 3, Teil 2, S. 1767-1779; M. Talbi in: *Encyclopædia of Islam*. New edition, Bd. 3, Leiden u. London 1971, S. 825-831; Franz Rosenthal in: *Dictionary of Scientific Biography*, Bd. 7, New York 1973, S. 320-323.

<sup>339</sup> Sein Artikel *Ibn-Khaldoun* in: *Biographie universelle* (Michaud), Bd. 21, Paris, kurz nach 1811, S. 268-270.

<sup>340</sup> *Sur l'introduction à la connaissance de l'histoire. Célèbre ouvrage arabe d'Ibn Khaldoun*, in: *Journal Asiatique* (Paris) 1/1822/267-278.

<sup>341</sup> *Über den Verfall des Islams nach den ersten drei Jahrhunderten der Hidschrā*, Wien 1812 (nicht gesehen), s. G. Sarton, a.a.O. Bd. 3, Teil 2, S. 1776.

<sup>342</sup> s. Allan H. Gilbert, *Machiavelli's «Prince» and its forerunners*, Durham, N.C. 1938, S. 280 (nicht gesehen, s. G. Sarton, a.a.O. S. 1769, 1775).

<sup>343</sup> Derzeitige Signatur C 686 mit dem Titel *al-Maḥzūn fī ḡamī' al-funūn* (s.u.V, 100).



Wie es scheint, hat diese Art der Handfeuerwaffe Europa um die Wende des 8./14. zum 9./15. Jahrhundert erreicht (s.u.V, 133). Daneben finden wir in derselben St. Petersburger Handschrift das Bild einer mörserartigen Feuerwaffe, welche jedoch der Beschreibung im Text nicht entspricht. Möglicherweise handelt es sich dabei um eine von der beschriebenen unabhängige mörserartige Waffe (ebd.).

Auf die erste Hälfte des 8./14. Jahrhunderts geht auch die bislang älteste bekannte Erwähnung des stählernen Bogens zurück (s.u.V, 96). Mit großer Wahrscheinlichkeit hat Europa bereits vor der Wende des 8./14. zum 9./15. Jahrhundert davon Kenntnis erhalten. Der älteste Hinweis auf die Verwendung stählerner Bügel in Europa kommt aus dem Jahre 1435.<sup>344</sup>

### 9./15. Jahrhundert

Nach dem vorläufigen Stand unserer Kenntnisse waren die wissenschaftlichen Aktivitäten auf allen Gebieten und in der gesamten islamischen Welt im 9./15. Jahrhundert noch intakt. Die neuen Kulturzentren, die in den seit dem 6./12. Jahrhundert in Anatolien gegründeten Seldschukenstaaten und in dem sich seit Beginn des 8./14. Jahrhunderts ausweitenden Osmanischen Reich entstanden waren, trugen wesentlich dazu bei. Von den zahlreichen Werken, die uns aus diesem Jahrhundert erhalten sind und handschriftlich in Bibliotheken aufbewahrt werden, ist bisher erst ein Bruchteil veröffentlicht, und davon ist kaum etwas untersucht worden. Angesichts dieses Tatbestandes sei auf die herausragenden Aktivitäten auf dem Gebiet der Astronomie und Mathematik in der ersten Hälfte des Jahrhunderts in Transoxanien hingewiesen, die mit dem Namen des Staatsmannes Uluğ Beg Muḥammad Türgāy (geb. 796/1394, gest. 853/1449) verbunden sind. Er machte aus

<sup>344</sup> s. G. Köhler, *Die Entwicklung des Kriegswesens und der Kriegführung in der Ritterzeit von der Mitte des 11. Jahrhunderts bis zu den Hussitenkriegen*, Bd. 3, Breslau 1887, S. 181-182.

Samarqand, was sein Großvater Timūr sich erträumt hatte, nämlich das Zentrum der islamischen Zivilisation seiner Zeit.<sup>345</sup> Dieser für die Wissenschaften begeisterte Prinz, der in seiner Jugend eine solide Ausbildung in Theologie, Geschichte, Poesie und weiteren Fächern erhalten hatte, ließ bereits lange vor seiner Machtübernahme viele berühmte Gelehrte, darunter Ġiyāṭaddīn Ġamšīd b. Mas‘ūd al-Kāšī (gest. 832/1429) und Qāḏizāde Rūmī (gest. ca. 840/1436), zu sich nach Samarqand kommen. Unter den Institutionen, die er dort gründete, war die bedeutendste zweifellos die monumentale Sternwarte, die von ihrer Vorgängerin in Marāğa inspiriert war und an der er mit den erwähnten Gelehrten zusammenarbeitete. Zum Bau und zur weiteren Entwicklung der Samarqander Sternwarte trug auch der jüngere Gelehrte ‘Alā’addīn ‘Alī b. Muḥammad al-Qūšġī (gest. 879/1474) bei. Nach den erhaltenen Spuren zu urteilen, hatte der halbe Radius der nach dem Prinzip des Faḥritischen Sextanten in Raiy (4./10. Jh., s.u.II, 25) gebauten Beobachtungsskala eine Größe von ca. 30m. Die meisten Ergebnisse der an der Sternwarte durchgeführten Beobachtungen<sup>346</sup> wurden in das von Uluğ Beg selbst verfaßte Tafelwerk *Ziğ-i Sulṭānī* aufgenommen. Darauf machte in Europa schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts John Graves<sup>347</sup> aufmerksam.

Zu den erwähnenswerten astronomischen Leistungen dieses Jahrhunderts gehört auch das umfangreiche Tafelwerk von Ġiyāṭaddīn al-Kāšī mit dem Titel *Ziğ-i Hāqānī*, das dieser im Jahre 816/1413, noch vor der Gründung der Sternwarte von Samarqand, in Herat zusammengestellt

<sup>345</sup> René Grousset, *Histoire de l'Asie*, Bd. 3, Paris 1922, S. 127 (nicht gesehen, s. L. Bouvat in: *Enzyklopädie des Islām*, Bd. 4, Leiden und Leipzig 1934, S. 1077).

<sup>346</sup> s. Edward S. Kennedy, *The heritage of Ulugh Beg*, in: *Science in Islamic civilisation*, İstanbul 2000, S. 97-109.

<sup>347</sup> Johannes Gravius, *Binae tabulae geographicae, una Nassir Eddini Persae, altera Ulug Beigi Tatarsi*, London 1652 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 50, S. 1-79).



hat. Die geographische Tabelle darin zeugt von einer erheblichen Zunahme an Koordinaten aus Transoxanien.

Auch in der Entwicklungsgeschichte astronomischer Instrumente nimmt al-Kāšī einen nicht unbedeutenden Platz ein. Abgesehen von seinem Traktat über astronomische Instrumente, in dem er vor allem diejenigen der Sternwarte von Marāga beschreibt (s.u.II, 38 ff.), seien hier die von ihm in einer separaten Abhandlung mit dem Titel *Nuzhat al-ḥadā'iq*<sup>348</sup> beschriebenen beiden Instrumente erwähnt, die er *ṭabaq al-manātiq* und *lauḥ-i ittiṣālāt* nennt. Beim ersten handelt es sich um die letzte uns bekannte Entwicklungsstufe des in der ersten Hälfte des 4./10. Jahrhunderts von Abū Ğā'far al-Ḥāzin erfundenen, *ziğ-i ṣafā'iḥ* genannten Instrumentes, das dazu diente, die wahre Position eines Planeten auf der Ekliptik zu einer beliebigen Zeit auf mechanischem Wege, weitgehend ohne Verwendung astronomischer Tafeln, zu ermitteln (s.o.S. 20). An geeigneter Stelle haben wir erwähnt, daß die ursprüngliche Version dieses Instrumentes schon recht früh ihren Weg ins muslimische Spanien gefunden hat. Die Traktate, die Aṣbağ b. Muḥammad Ibn as-Samḥ al-Ġarnāṭī (gest. 426/1035) und Abu ṣ-Ṣalt Umaiya b. 'Abdal-'azīz al-Andalusī (gest. 528/1134) darüber geschrieben haben, sowie die Beschreibung einer wesentlich entwickelteren Form des Instrumentes von Ibrāhīm b. Yaḥyā az-Zarqālī (2. Hälfte 5./11. Jh.) erreichten das außerspanische Abendland spätestens in der 2. Hälfte des 13. Jahrhunderts durch ihre Übersetzung ins Kastilische in den *Libros del saber de astronomía*. Das modernste Moment an al-Kāšīs Instrument ist seine zentrale Alhidada mit einem graduierten Parallellineal, mit welchem die wesentlichen Operationen durch Projektion einfacher Markierungen durchgeführt werden können, etwa in-

dem es am Mittelpunkt des jeweiligen Deferenten angelegt wird, um das aktuelle Zentrum des Epizykels auf dem Deferenten zu bestimmen.<sup>349</sup>

Aus der Tatsache, daß al-Kāšīs Instrument eine enge Verwandtschaft mit den Äquatorien G. Marchionis<sup>350</sup> (schrieb 1310) und dem Geoffrey Chaucer<sup>351</sup> (gest. gegen 1400) zugeschriebenen erkennen läßt, schließe ich, daß diesen beiden ein älteres östliches Modell, das auch für Kāšīs Instrument Vorbild gewesen ist, zur Kenntnis gekommen sein muß. Was das zweite Instrument, *lauḥ-i ittiṣālāt*, die «Konjunktionenplatte»<sup>352</sup>, betrifft, so sollte es dazu dienen, auf Grund der zuvor ermittelten Differenzen zwischen den Längengraden je zweier Planeten und den bekannten Differenzen zwischen den von den beiden Planeten täglich zurückgelegten Strecken die zu erwartenden Konjunktionstage instrumental zu berechnen. Diese Art Rechengerät (aus Holz oder Messing gebaut) ist sonst unbekannt.

Aus der theoretischen Astronomie sei noch das von dem oben erwähnten 'Alā'addīn 'Alī al-Qūšġī (gest. 879/1474) entwickelte interessante Modell für den Planeten Merkur erwähnt, das erst vor wenigen Jahren bekannt gemacht wurde.<sup>353</sup>

<sup>349</sup> Derek J. Price, *The equatorie of the planetis*, Cambridge 1955, S. 131.

<sup>350</sup> s. Emmanuel Poulle, *Les instruments de la théorie des planètes selon Ptolémée: Équatoires et horlogerie planétaire du XIII<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle*, Bd. 1, Genève u. Paris 1980, S. 192, 260 ff.

<sup>351</sup> Derek J. de Solla Price in: *Isis* 54/1963/153 (Rez. der Edition des Buches von al-Kāšī durch E.S. Kennedy); ders., *Chaucer*, in: *Dictionary of Scientific Biography* Bd. 3, S. 217-218.

<sup>352</sup> s. E. S. Kennedy, *The planetary equatorium*, a.a.O. S. 78-161, 238-243.

<sup>353</sup> s. George Saliba, *Al-Qushji's reform of the Ptolemaic model for Mercury*, in: *Arabic Science and Philosophy* 3/1993/161-162; ders., *Arabic planetary theories after the eleventh century AD*, in: *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, Bd. 1, London u. New York 1996, S. 58-127, bes. S. 123-125.

<sup>348</sup> Ms. Princeton University, Garrett collection no. 75, herausgegeben mit englischer Übersetzung von Edward S. Kennedy, *The planetary equatorium of Jamshīd Ghiyāth al-Dīn al-Kāshī (d. 1429)*, Princeton NJ 1960.

Auf mathematischem Gebiet hat die Forschung in den bisher untersuchten Werken des Ġiyāṭ-addīn al-Kāšī zahlreiche wichtige Errungenschaften festgestellt, die in vielen Fällen den letzten Stand darstellen, den man im arabisch-islamischen Kulturkreis erreicht hat, und die in Europa erst nach einigen Jahrhunderten in Erscheinung traten oder neu entdeckt wurden. Hier seien nur einige davon erwähnt.

In der Geschichte der Algebra nimmt al-Kāšī dadurch eine besondere Stellung ein, daß er sich eingehend mit Gleichungen vierten Grades befaßt hat. Durch eine kurze Behandlung des Themas in seinem «Schlüssel der Rechenkunst» *Miftāḥ al-ḥisāb*<sup>354</sup> erfahren wir, daß er 70 Typen (in Wirklichkeit 65)<sup>355</sup> von Gleichungen der vierten Potenz gekannt hat und plante, sie in einem speziellen Buch darzustellen. Zur Zeit ist nicht bekannt, ob er noch dazu gekommen ist, und wenn ja, ob das Buch erhalten ist.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß al-Kāšī im *Miftāḥ al-ḥisāb* interessante Beispiele für seinen Umgang mit den Regeln zur Summierung arithmetischer und geometrischer Reihen höherer Grade gibt. Die dabei erscheinende Summierung der Reihe vierten Grades erinnert an die Leistung seines Vorgängers Ibn al-Haitam vierhundert Jahre früher. Die Lösung jedoch erlangt al-Kāšī auf seine eigene souveräne Art.<sup>356</sup>

Bei Mathematikhistorikern des späteren 19. Jahrhunderts rief es Erstaunen hervor, als Franz Woepcke<sup>357</sup> im Jahre 1865 sein Untersuchungs-

ergebnis bekannt machte, daß Ġiyāṭ-addīn al-Kāšī bei der Berechnung von  $\sin 1^\circ$  eine genaue Approximationsmethode verwendet hat, wie man sie im Abendland erst wieder bei François Viète (1540-1603) kannte.<sup>358</sup>

Von einem Iterationsverfahren macht al-Kāšī bei der Berechnung der täglichen Bewegung der Planeten Gebrauch. Zwar kennen wir die Anwendung des Iterationsverfahrens schon bei früheren Gelehrten zur Ermittlung der Mondparallaxe, doch tritt es in der reinen Mathematik zum ersten Mal bei al-Kāšī auf.<sup>359</sup>

Seit fünfzig Jahren kennt man in der Mathematikhistoriographie al-Kāšīs hervorragendes Ergebnis der Kreisberechnung. Er kritisiert die Ergebnisse seiner Vorgänger Archimedes, Abu l-Wafā' und al-Bīrūnī und bemängelt deren Methoden. Er selbst bestimmt das Verhältnis des Kreisumfanges zum Durchmesser mit Hilfe eines ein- und umbeschriebenen Vielecks mit je  $3 \cdot 2^{28} = 800335168$  Seiten und erhält dadurch  $\pi \approx 3,14159265358979325$ . Bevor diese Leistung al-Kāšīs von Paul Luckey<sup>360</sup> bekannt gemacht wurde, hatte Johannes Tropicke<sup>361</sup> gemeint, erst mit F. Viète und Adriaan van Roomen (1561-1615) sei eine «neue, glänzende Zeit» für die Kreisberechnung angebrochen, «in der durch immer genauere Rechnungen die Annäherung an den wahren Wert in ungeahnter Weise verschärft» worden sei. Viète führte bei seinem

<sup>354</sup> Ed. Aḥmad Sa'īd ad-Damirdāš, Muḥammad Ḥamdī al-Ḥifnī, 'Abdalḥamid Luṭfī, Kairo o.J., S. 199; ed. Nādir an-Nābulusī, Damaskus 1977, S. 413-414.

<sup>355</sup> s. A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 268; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 68.

<sup>356</sup> s. A.P. Juschkewitsch, B.A. Rosenfeld, *Die Mathematik der Länder des Ostens im Mittelalter*, a.a.O. S. 90; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 68.

<sup>357</sup> *Passages relatifs à des sommes de séries de cubes extraits de deux manuscrits arabes inédits du British Museum de Londres*, in: *Journal de mathématiques pures et*

*appliquées* (Paris), 2<sup>e</sup> série, 10/1865/83-116, bes. S. 112-116 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 44, S. 105-138, bes. S. 134-138); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 63.

<sup>358</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 65.

<sup>359</sup> s. E.S. Kennedy, *A medieval interpolation scheme using second order differences*, in: *A Locust's Leg. Studies in honour of S.H. Taqizadeh*, London 1962, S. 117-120; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 65.

<sup>360</sup> *Der Lehrbrief über den Kreisumfang (ar-Risāla al-Muḥīṭiya) von Ġamšīd b. Mas'ūd al-Kāšī*, Berlin 1953 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 56, S. 227-329).

<sup>361</sup> *Geschichte der Elementar-Mathematik*, a.a.O. Bd. 4, S. 215-216; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 66.

Vorgehen mit Hilfe von Polygonberechnungen die Zahl  $\pi$  bis auf neun Dezimalstellen, van Roomen bis auf fünfzehn Stellen fort. Al-Kāšī war seinerseits bereits auf siebzehn Stellen gekommen.

Im Zusammenhang mit der Berechnung von Sehnen gelangte al-Kāšī zu der trigonometrischen Formel<sup>362</sup>, die im Abendland unter dem Namen Johann Heinrich Lamberts (1728-1777) bekannt ist:  $\sin(45^\circ + \varphi/2) = \sqrt{\frac{1 + \sin \varphi}{2}}$ . Auch in der Geschichte des Dezimalbruchs nimmt al-Kāšī eine hervorragende Stellung ein. Dabei hatte er den arabischen Mathematiker al-Uqlidisi (4./10. Jh.) als gewichtigen Vorgänger (s.o.S. 21). Bei al-Kāšī<sup>363</sup> jedoch finden wir die erste systematische Behandlung des Themas. Zu einem allgemeinen Umgang mit Dezimalbrüchen kam es in der islamischen Welt nach unserer Kenntnis erst nach al-Kāšī. In Europa wurden Dezimalbrüche von dem jüdischen Mathematiker Immanuel Bonfils (Mitte 14. Jh.) eingeführt.<sup>364</sup> Wie dieser dazu kam, muß noch geklärt werden. Nach Juschkewitsch<sup>365</sup> war seine kurze Skizze «im Vergleich zur Dezimallehre al-Kāšīs völlig unbedeutend». Daß al-Kāšīs Algorithmus der Dezimalbrüche durch seine Schüler und Nachfolger oder auch byzantinische Persienreisende recht bald Kleinasien und Konstantinopel erreicht haben muß, kann kaum bezweifelt werden. Es sei in diesem Zusammen-

hang das erhaltene byzantinische Rechenbuch<sup>366</sup> aus dem 15. Jahrhundert erwähnt, dessen Verfasser den Umgang mit Dezimalbrüchen kennt und erwähnt, daß die Türken, die im byzantinischen Land regierten, solche Rechenoperationen durchzuführen pflegten. Die erste systematische Behandlung von Dezimalbrüchen in Europa trat in der kleinen, von dem holländischen Kaufmann, Mathematiker und Ingenieur Simon Stevin (1548-1620) in flämischer Sprache geschriebenen *De Thiende* («Das Zehntel») zutage.<sup>367</sup>

Abschließend zu den bedeutenden Leistungen al-Kāšīs auf dem Gebiet der Mathematik sei das Kapitel über regelmäßige und halbreghelmäßige Körper aus seinem «Schlüssel der Rechenkunst» angeführt. Nicht daß al-Kāšī darin keine Vorgänger gehabt hätte, doch was er bei der Behandlung der Volumina krummlinig begrenzter Körper, schiefer Zylinder und Kegel sowie weiterer unregelmäßiger Hohlkörper, Spitzbögen, Gewölbe und Kuppeln nebst Stalaktiten an komplizierten Berechnungen und Konstruktionen in höchster Souveränität anzubieten weiß, zeugt von der Meisterschaft, die die arabisch-islamische Mathematik in der ersten Hälfte des 9./15. Jahrhunderts mit al-Kāšī erreicht hat.<sup>368</sup>

Aus dem Bereich der Mathematik dieses Jahrhunderts sei noch erwähnt, daß die algebraische Symbolik, die sich im Westen der islamischen

<sup>362</sup> s. P. Luckey, *Der Lehrbrief über den Kreisumfang*, a.a.O. S. 49 (Nachdr. S. 283); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 66.

<sup>363</sup> s. P. Luckey, *Die Rechenkunst bei Ġamšīd b. Mas'ūd al-Kāšī mit Rückblicken auf die ältere Geschichte des Rechnens*, Wiesbaden 1951, S. 102-114 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 56, S. 75-225, bes. S. 184-196).

<sup>364</sup> s. S. Gandz, *The invention of the decimal fractions and the application of the exponential calculus by Immanuel Bonfils of Tarascon (c. 1350)*, in: *Isis* 25/1936/16-45; P. Luckey, *Die Rechenkunst bei Ġamšīd b. Mas'ūd al-Kāšī*, a.a.O. S. 120-125 (Nachdr., a.a.O. S. 202-207); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 67-68.

<sup>365</sup> A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 241.

<sup>366</sup> s. H. Hunger, K. Vogel, *Ein byzantinisches Rechenbuch des 15. Jahrhunderts. Text, Übersetzung und Kommentar*, Wien 1963, S. 33; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 245.

<sup>367</sup> s. M.G.J. Minnaert, *Stevin*, in: *Dictionary of Scientific Biography* Bd. 13, New York 1976, S. 47-51.

<sup>368</sup> A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 277; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 69; Yvonne Dold-Samplonius, *Practical Arabic mathematics: Measuring the muqarnas by al-Kāshī*, in: *Centaurus* (Kopenhagen) 35/1992/193-242; dieselbe, *The volumes of domes in Arabic mathematics*, in: *Vestigia Mathematica. Studies in medieval and early modern mathematics in honour of H.L.L. Busard*, ed. M. Folkerts und J.P. Hogendijk, Amsterdam und Atlanta 1993, S. 93-106.

Welt seit dem 13. Jahrhundert entwickelte, im *Kašf al-maḥḡūb min ʿilm al-ġubār* des Abu l-Ḥasan ʿAlī b. Muḥammad al-Qalaṣādī (gest. 891/1486) einen Höhepunkt erreicht hat.<sup>369</sup> «In den Gleichungen werden die erste Potenz, das Quadrat und die dritte Potenz der Unbekannten mit den ersten Buchstaben der Wörter šaiʿ, māl und kaʿb bezeichnet, wobei diese Zeichen ebenfalls über den Koeffizienten erscheinen»<sup>370</sup>.

Der Fortschritt, der im 9./15. Jahrhundert im arabisch-islamischen Kulturbereich auf dem Gebiet der Kartographie erreicht wurde, scheint sehr groß gewesen zu sein. Die bedeutendste Entwicklung mit epochalen Folgen für die Weltgeschichte fand im Zusammenhang mit der sich der Wirklichkeit weitgehend annähernden Gestalt des südlichen Teils von Afrika statt. Die Überzeugung von der Umfahrbarkeit des Kontinents im Süden als Gegenposition zur Vorstellung vom Indischen Ozean als geschlossenem Binnenmeer, wie sie bei Marinus und Ptolemaios geherrscht hatte, läßt sich im arabisch-islamischen Kulturkreis seit dem Erscheinen der Weltkarte der Maʿmūngeographen im ersten Viertel des 3./9. Jahrhunderts nachweisen. In einem bemerkenswerten Bericht des Historikers und Geographen Aḥmad b. Abī Yaʿqūb b. Ğaʿfar al-Yaʿqūbī aus dem letzten Drittel des 3./9. Jahrhunderts erfahren wir, daß in Ubulla am Tigris gebaute Schiffe, mit denen man Handelswaren nach China zu transportieren pflegte, in dem maghribinischen Atlantik-Hafen Māssa (südlich von Agadir) neben der dortigen Bahlūl-Moschee vor Anker gingen.<sup>371</sup> Die Darstellung der Maʿmūngeographen von Afrika gründete auf einer groben Vorstellung von einer Landmasse, die im Süden umfahrbar war und sich

bis 160° nach Osten erstreckte. Die mathematische Erfassung des großen Kontinents ließ noch einige Jahrhunderte auf sich warten. Die drei nach der Maʿmūnkarte ältesten erhaltenen Darstellungen Afrikas, diejenige von al-Kindī und as-Saraḡsī<sup>372</sup> (3./9. Jh.), diejenige eines Anonymus<sup>373</sup> aus dem 4./10. bzw. 5./11. Jh. und die von al-Idrīsī<sup>374</sup> (um 1154), sind entweder verstümmelte oder vergrößerte Wiedergaben der für al-Maʿmūn geschaffenen Karte. Als beträchtlicher Fortschritt erweist sich dagegen die Darstellung Afrikas auf der skizzenhaft erhaltenen Weltkarte des Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī (gest. 672/1274, s.o.S. 47). Mit dieser wiederum steht das Bild Afrikas auf der chinesischen Weltkarte in Zusammenhang, die, angeregt von dem im Jahre 1267 von Marāġa nach China geschickten Erdglobus, in den Anfängen des 14. Jahrhunderts in Erscheinung trat. Das Entscheidende an der Darstellung Afrikas auf der chinesischen Karte, deren ursprüngliche Dimensionen der mangelnden Sorgfalt ihrer Kopisten zum Opfer gefallen sind, ist die Dreiecksgestalt des südlichen Teils des Kontinents (s.o.S. 47). Die Wiedergabe der halbinselförmigen Gestalt Afrikas auf europäischen Weltkarten<sup>375</sup> von derjenigen Brunetto Latinis (um 1265) bis Fra Mauro (1459) verraten noch keine Spur einer mathematisch-astronomisch gewonnenen Darstellung. Das bedeutet natürlich nicht, daß man in der islamischen Welt bis dahin keinen Versuch unternommen hätte, von Mal zu Mal die Koordinaten afrikanischer Orte, in der Tradition der zu Anfang des 9. Jahrhunderts begonnenen und sich dann ausdehnenden und intensivierenden Arbeit nach den Regeln der mathematischen Geographie zu ermitteln. Doch brauchte es Zeit, bis sie ihren Niederschlag in Karten fanden. Für eine realitätstreue Darstellung der Konfiguration ei-

<sup>369</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 62.

<sup>370</sup> A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 270.

<sup>371</sup> al-Yaʿqūbī, *Kitāb al-Buldān*, Leiden 1892 (Nachdr. Islamic Geography Bd. 40), S. 360; Christophe Picard, *L'océan Atlantique musulman. De la conquête arabe à l'époque almohade*, Paris 1997, S. 31, 233-234, 248, 511; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 383-384.

<sup>372</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 136-137; Bd. 12, S. 11.

<sup>373</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 134; Bd. 12, S. 12.

<sup>374</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 134-135; Bd. 12, S. 13, 18-19.

<sup>375</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 549-550.



nes ganzen Kontinents und darüber hinaus wären kontinuierlich und gezielt durchgeführte Arbeiten von Generationen erforderlich gewesen.

Es war daher ein großes geographie- und kartographiehistorisches Ereignis, als eine perfekte oder fast perfekte kartographische Darstellung der Konfiguration von Afrika und Südasiens einschließlich Indiens kurz nach der Rückkehr Vasco da Gamas von seiner ersten Expedition nach Indien in Europa in Umlauf kam. Die Unkenntnis vom hohen Niveau der im arabisch-islamischen Kulturraum gepflegten mathematischen Geographie, Kartographie und wissenschaftlichen Nautik erschwerte es, die wahren Schöpfer jener Karten auszumachen. Die Erklärung, die man akzeptierte und die besagt, daß die Karten von portugiesischen Kartenmachern nach Daten hergestellt worden waren, die Vasco da Gama gesammelt und mitgebracht hatte,<sup>376</sup> zeugt einerseits von totaler Verkennung der Umstände, unter denen allein eine genaue Karte eines so großen Teils der Erdoberfläche geschaffen werden kann, und zeigt andererseits, daß eine Fülle historischer Zeugnisse, die gegen diese Erklärung sprechen, ignoriert wurden. Die Verkennung der kartographischen Realität sei hier an der sogenannten Cantinokarte exemplifiziert, welche als die erste gilt, die nach der Rückkehr Vasco da Gamas von seiner ersten Expedition, vermutlich gegen 1502, entworfen wurde. Ein Vergleich dieser Weltkarte mit einer heutigen zeigt, daß die Linien des Äquators und der beiden Wendekreise ganz exakt über Afrika bzw. die Arabische Halbinsel und Indien gezogen sind. Die west-östliche Erstreckung Afrikas am Äquator und der Abstand zwischen dem Äquator und dem Kap der Guten Hoffnung sind auf der Cantinokarte und der heutigen Karte fast gleich lang (die modernen Werte lauten 33°30' bzw. 34°30'), während die Distanz zwischen der Ostküste Afrikas und dem Meridian von Kap Comorin (Südindien) an der Äquatorlinie auf

der Cantinokarte etwa ein halbes Grad größer als der moderne Wert (35°) erscheint.<sup>377</sup> Demnach beweist diese Weltkarte in den Dimensionen der Südhälfte Afrikas und beim Abstand der afrikanischen Ostküste vom südlichsten Punkt der Indischen Halbinsel eine Genauigkeit in Länge und Breite, wie man sie im Falle Europas und Asiens vor dem 19., teilweise sogar dem 20. Jahrhundert auf europäischen Karten nicht erreicht hat. Auf Grund der Genauigkeit der Cantinokarte können wir also annehmen, daß uns diese Karte auf die Spuren einer Vorlage führt, die auf der Grundlage ausreichend lange vor Ort durchgeführter Vorarbeiten zur Ermittlung der notwendigen Längen- und Breitengrade und sonstigen Distanzen geschaffen wurde. Es ist kaum anders denkbar, als daß Vasco da Gama, der nach einer vorbestimmten und bekannten Route den Südwesten Indiens zu erreichen und in möglichst kurzer Zeit auf derselben Route nach Portugal zurückzukehren hatte, die zur Herstellung der Karte erforderlichen Daten gar nicht hätte beschaffen können, abgesehen davon, daß dies weder sein Ziel war, noch daß er einen solchen Auftrag hatte. Die Fahrten waren merkantiler und politischer Natur. Der Gerechtigkeit halber sei gesagt, daß die Portugiesen zu jener Zeit auch nicht behauptet haben, sie hätten die Voraussetzungen für jene Karten selbst geschaffen. Ihre Aufgabe und Leistung bestand darin, so viele vor Ort geschaffene Karten wie möglich nach Portugal zu bringen, wo die Kartenmacher sie dann ins Portugiesische übertrugen, vervielfältigten und nach eigenem Verständnis und Geschmack präsentierten. Die meisten der frühen portugiesischen Seefahrer im Indischen Ozean machen kein Hehl daraus, daß sie öfter bei arabischen oder anderen muslimischen Seefahrern Karten gesehen oder auch Karten an sich genommen haben. Zu den uns bekannten Berichten<sup>378</sup> gehört sogar eine ausführliche Schilderung von

<sup>377</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 399.

<sup>378</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 323-336.

<sup>376</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 354 ff.

Vasco da Gama<sup>379</sup> selbst über seine erste Begegnung mit einem muslimischen Seefahrer an der Ostküste Afrikas. Wir erfahren daraus, daß er in den Händen des arabischen Kollegen Karten mit Längen- und Breitenkreisen gesehen hat, die dieser bei seinen Fahrten zur See benutzte. Es war einer der Seeleute, die Vasco da Gama auf der direkten Route über See an die Südwestküste Indiens bis Calicut geleitet haben.

Es gibt auch Berichte darüber, daß bereits seit der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts Karten nach Portugal gelangten, die den Indischen Ozean und das im Süden umfahrbare Afrika zeigten, so daß den Portugiesen der Seeweg nach Indien bereits bekannt gewesen sein muß,<sup>380</sup> als sie es mit Hilfe solcher Karten wagten, ihre unrichtig als «Entdeckungsfahrten» bezeichneten Expeditionen zu unternehmen.

Mit diesen kurzen Ausführungen beabsichtige ich dem Leser das Ergebnis zu vermitteln, zu dem ich im elften Band meiner *Geschichte des arabischen Schrifttums*<sup>381</sup> gelangt bin, daß nämlich die vor den portugiesischen Expeditionen letzte und weitgehend realitätstreue kartographische Darstellung Afrikas und des Indischen Ozeans zu den bedeutendsten Leistungen des arabisch-islamischen Kulturkreises im 9./15. Jahrhundert gehört. Das große Verdienst der Portugiesen bestand darin, die Bedeutung jener Karten erkannt, sie gesammelt und nach Portugal gebracht zu haben, wodurch sie ihnen eine große Verbreitung in europäischen Sprachen ermöglichten und schließlich den Anstoß zu einem Aufschwung kartographischer Aktivität in Europa gegeben haben. Ich wüßte sonst nicht zu sagen, ab wann und durch wessen Vermittlung jene Karten nicht mehr nur sporadisch, sondern in großem Stil Europa erreicht haben könnten.

<sup>379</sup> s. João de Barros, *Ásia. Dos feitos que os portugueses fizeram no descobrimento ...*, Década I, Liv. IV, Cap. VI, Ed. Lissabon 1945, S. 151-152; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 227-229.

<sup>380</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 358-362.

<sup>381</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 323-444.

Abschließend zu diesem Thema sei die meines Erachtens bedeutendste kartographische Leistung des arabisch-islamischen Kulturkreises genannt, eine Leistung, deren Entdeckung und Bewahrung wir den Portugiesen verdanken. Es ist der «javanische» Atlas, der kurz nach der Eroberung von Malakka im Jahre 1511 den Portugiesen in die Hände fiel und von dem Eroberer Alfonso de Albuquerque an König Emanuel I. (gest. 1521) geschickt wurde.<sup>382</sup> Im Begleitbrief an den König schreibt Alfonso: «Ich sende Ihnen auch einen Teil der Kopie einer großen, von einem javanischen Piloten gemachten Karte, die das Kap der Guten Hoffnung darstellt, Portugal, das Land Brasilien, das Rote Meer, das Persische Meer, die Gewürzinseln [die Molukken], die Segelrouten mit dem direkten Weg von China und Formosa, dem die Schiffe folgen, nebst dem Inneren [dieser Länder], die aneinander angrenzen. Es scheint mir, daß dies das Schönste ist, was ich je gesehen habe. Majestät werden sich sehr freuen, sie zu sehen. Die Ortsnamen sind in javanischem Schriftcharakter, ich habe einen Javaner gehabt, der schreiben und lesen kann. Eurer Majestät schicke ich diesen Teil, den Francisco Rodrigues nach der Vorlage kopiert hat, in dem Eure Majestät werden selbst sehen können, woher die Chinesen und die Bewohner von Formosa kommen, welcher Route Eure Schiffe zu folgen haben, um nach den Inseln der Gewürznelken zu kommen, wo die Goldminen liegen, die Inseln Java und Banda, die Insel der Muskatnüsse und Muskatblüte, das Reich Siam, das Kap der Chinesen, das sie um-

<sup>382</sup> Santarem, *Atlas composé de mappemondes, de portulans et de cartes hydrographiques et historiques depuis le VI<sup>e</sup> jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle*, Paris 1849 (Nachdr. Amsterdam 1985); A. Cortesão, *Cartografia e cartógrafos portugueses dos séculos XV e XVI*, Bd. 2, Lissabon 1935, 126-130; ders., *The Suma Oriental of Tomé Pires and the Book of Francisco Rodrigues*, Bd. 1, London 1944, Vorwort S. 78-79; A. Cortesão und A. Teixeira da Mota, *Portugaliae monumenta cartographica*, Bd. 1, Lissabon 1960, S. 80.

schiffen und wo sie kehrtmachen und über das sie nicht hinausfahren. Das Original ist mit der Frol de la Mar [beim Schiffbruch] verlorengelangen. Mit dem Piloten und Pero Dalpoem zusammen habe ich den Inhalt dieser Karte diskutiert, um sie Eurer Majestät klar darstellen zu können. Diese Karte ist sehr genau und bekannt, weil sie bei der Seefahrt benutzt wird. Auf ihr fehlt das Archipel der Inseln, die <Selat> genannt werden [zwischen Malakka und Java].»<sup>383</sup>

Mit der Bewertung und der Frage nach der Entstehung jener Karten hat sich die rezente Kartographiehistoriographie schwer getan, da ihr die Kenntnis von der wissenschaftlichen Nautik, die im Laufe der vorangegangenen Entwicklung der Kartographie des Indischen Ozeans wesentliche Impulse gegeben hat, völlig fehlte.<sup>384</sup> Mit ihren Längenmaßstäben, Breitenskalen und fast perfekten Konfigurationen zeugen die erhaltenen 26 Teile des Atlases von der langen Tradition einer auf mathematisch-astronomischer Grundlage aufbauenden Kartographie. Der Atlas bietet die ältesten uns bisher bekannten, fast korrekten Darstellungen des Golfes von Bengalen, der Straße von Malakka und der südlichen Chinasee von Java über die Molukken bis Kanton. Die hier zum ersten Mal und gleich in sehr guter Form erscheinende Insel Madagaskar hat erst durch die Kartographie des 19. und der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts gewisse Korrekturen erhalten. Wenn wir sehen, daß der Atlas bereits die nordöstliche Küstenlinie Südamerikas zeigt,<sup>385</sup> – worauf auch Alfonso de Albuquerque hinweist und damit die Vermutung ausschließt, daß dies ein portugiesischer Nachtrag sein könnte –, bedeutet dies, daß die Bestrebungen des arabisch-islamischen Kulturkreises, das ererbte kartographische Weltbild nach dem jüngsten Stand der Kenntnisse weiter zu entwick-

keln, in der ersten Dekade des 10./16. Jahrhunderts noch lebendig waren.

Eine so hohe Entwicklungsstufe der kartographischen Darstellung des Indischen Ozeans und der afrikanischen Halbinsel wäre unerreichbar gewesen, hätte die Kartographie nicht stetig von der Begleitung und Unterstützung der wissenschaftlichen Nautik profitieren können. Heute sind wir in der glücklichen Lage, die Eigenart dieser Nautik einigermaßen gut zu kennen. Nach einem langen Entwicklungsgang erreichte sie in der zweiten Hälfte des 9./15. und im ersten Viertel des 10./16. Jahrhunderts im Bereich des Indischen Ozeans ihren Höhepunkt. Die ältesten direkt erhaltenen Dokumente dieser einige Jahrtausende alten Nautik der Seewege zwischen Arabien und China stammen aus der zweiten Hälfte des 9./15. Jahrhunderts. Es ist zwar bekannt, daß es auch schon wesentlich früher ein Schrifttum über nautische Regeln und Kenntnisse über Routen, Häfen und Distanzen im Indischen Ozean gab, doch leider wurden diese Schriften durch die eine höhere Entwicklung des Faches widerspiegelnden Werke der beiden größten Repräsentanten der Nautik aus der zweiten Hälfte des 9./15. und dem ersten Viertel des 10./16. Jahrhunderts überholt und gingen verloren.

Der erste der beiden Repräsentanten war Šihābaddīn Aḥmad Ibn Māğid b. Muḥammad aus Ğulfār in der Provinz ‘Umān. Von ihm ist eine Reihe von Werken erhalten, aus denen auch eine gewisse Weiterentwicklung der Kenntnisse und Fähigkeiten ihres Verfassers im Laufe seines Lebens hervorgeht. Nach Ibn Māğid ist die Nautik, die er als *‘ilm al-baḥr* bezeichnet, eine «theoretische und empirische, keine nur papierener Tradition verhaftete Wissenschaft» (*‘ilm ‘aqlī tağrībī lā naqlī*).<sup>386</sup> Er teilt die Seefahrer in drei Gruppen. Die ersten sind die einfachen Lotsen, mit deren Fahrt es einmal gut

<sup>383</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 327-328.

<sup>384</sup> s. dazu ebd. Bd. 11, S. 426-433.

<sup>385</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 441.

<sup>386</sup> Ibn Māğid, *Kitāb al-Fawā'id fī uṣūl ‘ilm al-baḥr wa-l-qawā'id*, ed. I. Ḥūrī, Damaskus 1970, S. 171; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 177.

geht, ein andermal nicht, deren Antwort manchmal richtig ist und manchmal falsch. Dies sind Seefahrer, welche die Bezeichnung *mu'allim* («Meister», sing.) nicht verdienen. Die Angehörigen der zweiten Kategorie, die durchschnittlichen *ma'ālīma* («Meister», pl.), sind durch Größe und Umfang ihrer Kenntnisse bekannt. Sie sind geschickt, beherrschen die Routen der Orte, zu denen sie fahren, doch geraten sie nach ihrem Tod in Vergessenheit. Die dritte Klasse von Seefahrern ist die höchste. Wer ihr angehört, ist sehr bekannt, beherrscht alle Seoperationen und ist ein Gelehrter, der «Schriften verfaßt», von denen man zu seiner Zeit und auch danach noch Nutzen hat.<sup>387</sup>

Ibn Māğid nennt auch die Vorschriften, die ein Kapitän bei seiner Fahrt zu berücksichtigen hat und die von ihm erwarteten moralischen Prinzipien. Es ist ihm bewußt, daß seiner eigenen Person eine wesentliche Stellung in der Geschichte der Nautik zukommt und daß seine Leistung bei den nachfolgenden Generationen nicht ohne Wirkung bleiben wird. («Es wird nach uns eine Zeit kommen, in der man in der Lage ist zu beurteilen, welche Stellung einem jeden von uns in unserem Fach zukommt.»)<sup>388</sup>

Ibn Māğid<sup>389</sup> ist davon überzeugt, daß er selbst sein Fach vorangebracht, in früheren Arbeiten aber auch Korrekturbedürftiges zu Papier gebracht habe. Was er auf dem gegenwärtig höheren Stand seines Wissens von dem in früheren Werken Geschriebenen nicht mehr gelten lassen will, bezeichnet er interessanterweise als «aufgehoben» (*mansūh*) gegenüber dem «aufhebenden» (*nāsīh*), wobei er Termini benutzt, die im Zusammenhang mit der Offenbarung des Qurʾān verwendet werden.

<sup>387</sup> Ibn Māğid, *Kitāb al-Fawā'id*, a.a.O. S. 171; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 177.

<sup>388</sup> Ibn Māğid, *Kitāb al-Fawā'id*, a.a.O. S. 18; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 177-178.

<sup>389</sup> *Kitāb al-Fawā'id*, a.a.O. S. 151-152; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 178-179.

Aus den erhaltenen Büchern des Ibn Māğid erfahren wir eindeutig, daß er nicht nur Theoretiker war, sondern Jahre lang selbst zwischen Arabien, Indien und Südostasien als Seefahrer tätig gewesen ist. Seine Bücher vermitteln den Eindruck—vielleicht nicht ganz in der gewünschten Systematik—daß er eine Nautik repräsentiert, deren Grundlage die Orientierung nach dem Nordstern und einer Reihe weiterer, im Horizontkreis mit einem Abstand von etwa 11°15' in der Breite von einander auf- bzw. untergehender Fixsterne und der Gebrauch des Kompasses bildet. In seinen Büchern registriert er die Breitengrade von hunderten von Orten im Raum des Indischen Ozeans mit Richtungsangaben, doch erfahren wir wenig Konkretes zur Streckenmessung. Man gewinnt den Eindruck, daß er hier wie in anderen Fällen beim Leser gewisse Kenntnisse voraussetzt. An einer Stelle seines umfangreichen Buches *al-Fawā'id*<sup>390</sup> gibt er zu erkennen, daß einige Erfindungen in der Wissenschaft der Seefahrt zu seinen eigenen Leistungen gehören, darunter eine Weiterentwicklung des Kompasses, bei dem die Magnetnadel direkt auf den Kompaß gesetzt wird, das heißt oberhalb statt unterhalb der Kartonscheibe, welche die 32 Weisungspunkte für die Richtungsbestimmung trägt.

In seinen erhaltenen Büchern erscheint Ibn Māğid als souveräner, selbstbewußter Nautiker mit gründlicher Kenntnis der Astronomie und bewandert in vielen weiteren Wissensgebieten seiner Zeit. Seine Materialien lassen erkennen, daß wir es hier mit einem mathematisch erfaßten Indischen Ozean und einer weit entwickelten Nautik zu tun haben. Wie aber all das erreicht werden konnte und welche Komponenten das Wesen dieser Nautik ausmachen, erfahren wir nicht so sehr von ihm selbst als von seinem jüngeren Fachkollegen Sulaimān al-Mahrī. Getreu dem von uns hier befolgten chronologischen Prinzip wird dessen klarere

<sup>390</sup> *Kitāb al-Fawā'id*, a.a.O. S. 192; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 261.



Darstellung des Faches im Rahmen der ausgewählten Themen des 10./16. Jahrhunderts zur Sprache kommen.

Aus dem 9./15. Jahrhundert seien auch zwei das Niveau der Zeit kennzeichnende Enzyklopädien angeführt. Die eine ist die bekannte Enzyklopädie der Schreibkunst und für Sekretäre erforderlichen Kenntnisse, geschrieben von dem ägyptischen Staatssekretär Šihābaddīn Aḥmad b. ‘Alī al-Qalqašandī (geb. 756/1355, gest. 821/1418) unter dem Titel *Šubḥ al-a‘šā fī šinā‘at al-inšā’* in zehn Hauptabschnitten, die vierzehn Bände umfassen.<sup>391</sup> Diese, im Jahre 814/1412 vollendete, inhaltsreiche und systematisch aufgebaute Enzyklopädie mit ihren klar zitierten Quellen kann als eines der deutlichsten Zeugnisse für die sich seit achthundert Jahren auf allen Gebieten des Lebens zu hoher kultureller Blüte entwickelnde arabisch-islamische Gesellschaft gewertet werden.

Die zweite bedeutende Enzyklopädie dieses Jahrhunderts ist das bisher weitgehend unemerkt gebliebene Werk *Kašf al-bayān ‘an šifāt al-ḥayawān* des vielseitigen alexandrinischen Gelehrten Muḥammad b. Muḥammad b. ‘Alī al-‘Aufī<sup>392</sup> (geb. 818/1415, gest. 906/1501). Das im Autograph in 62 Bänden erhaltene Werk<sup>393</sup>

ist möglicherweise das älteste alphabetisch geordnete enzyklopädische Nachschlagwerk, das über alle Bereiche des Lebens unterrichtet. Band 62 bricht beim Buchstaben *qāf* ab. Der Verfasser gibt die Namen der von ihm benutzten Quellen an, die zum großen Teil heute verschollen sind. Es sollen dreitausend Titel sein.

Im Anschluß an diese riesige Enzyklopädie sei noch ein Werk erwähnt, welches das ausgeprägte Interesse der Zeit für Kulturgeschichte und den historischen Weitblick seines Autors widerspiegelt. Ein wenig bekannter Damaszener Gelehrter, ‘Abdalqādir b. Muḥammad an-Nu‘aimī<sup>394</sup> (gest. 927/1521), nahm es auf sich, die Geschichte der Schulen und Hochschulen seiner Vaterstadt vom ca. 5./11. bis zum 10./16. Jahrhundert zu schreiben. Das in zwei Bänden unter dem Titel *ad-Dāris fī ta’rīḥ al-madāris*<sup>395</sup> erhaltene Werk, in dem auch die mit den Schulen zusammenhängenden Moscheen, Klöster und Gräber behandelt werden, ist anscheinend ein Auszug aus des Verfassers *Tanbīh aṭ-ṭālib wa-iršād ad-dāris fī mā fī Dimašq min al-ḡawāmi‘ wa-l-madāris*. Es unterrichtet unter anderem «über die Laufbahn und die Werke der Gelehrten, über ihre Eigenheiten und ihre Kleidung, über Streitereien, die durch ein Machtwort des Sultans beendet werden, über Erlasse (*tawāqī‘*) aus Ägypten, durch die Lehrer versetzt und Lehrbücher durch andere ersetzt werden. Manche Lehrer hatten nur eine halbe Stelle (*nišf tadrīs*).»<sup>396</sup> Die Bedeutung dieses Buches wird offenbar, wenn man versucht, ein gleichwertiges aus seiner Zeit in Europa zu finden.

<sup>391</sup> s. Ferdinand Wüstenfeld, *Calcaschandi’s Geographie und Verwaltung von Ägypten. Aus dem Arabischen*, in: *Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, historisch-philologische Classe*, Bd. 25, Göttingen 1879 (Nachdr. in: *Islamic Geography* Bd. 52, S. 1-223); Bernard Michel, *L’organisation financière de l’Égypte sous les sultans mamelouks d’après Qalqašandī*, in: *Bulletin de l’Institut d’Égypte (Kairo)* 7/1924-25/127-147 (Nachdr. in: *Islamic Geography* Bd. 52, S. 225-245); Walther Björkman, *Beiträge zur Geschichte der Staatskanzlei im islamischen Ägypten*, Hamburg 1928 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 53); C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 2, S. 134, Suppl.-Bd. 2, S. 164-165.

<sup>392</sup> Nağmaddīn Muḥammad b. Muḥammad al-Ġazzī, *al-Kawākib as-sā’ira bi-a’yān al-mi’a al-‘āšira*, Bd. 1, Beirut 1945, S. 14-17; C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 2, S. 57, Suppl.-Bd. 2, S. 58.

<sup>393</sup> Bd. 2-62 ist in der Sammlung Feyzullah (No. 1687-1745, II Halk Kütüphanesi) in Istanbul erhalten, Bd. 1 in

der Sammlung Süleymaniye (No. 873, Süleymaniye Kütüphanesi), davon eine späte Kopie Paris, Bibliothèque nationale, ar. 4825.

<sup>394</sup> s. C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 2, S. 133, Suppl.-Bd. 2, S. 164.

<sup>395</sup> Hsg. von Ġa’far al-Ḥasanī, 2 Bde., Damaskus 1948, 1951.

<sup>396</sup> W. Björkman, Rezension der Edition in: *Oriens* 5/1952/178.

### 10./16. Jahrhundert

Zu den in dieser Übersicht zu erwähnenden Erfindungen des 10./16. Jahrhunderts gehört die zwischen 1575 und 1580 unter dem Osmanen Murād III. in İstanbul gegründete große Sternwarte. Die Idee dazu wurde dem Sultan von dem vielseitigen Gelehrten Taqīyaddīn Muḥammad b. Maʿrūf ar-Raṣṣād nahegelegt. Dieser beabsichtigte, mit Hilfe neuer, in großen Dimensionen gebauter Instrumente wesentlich verbesserte Ergebnisse durch eine «neue Art der Beobachtung» (*raṣad ḡadīd*) zu erzielen. Das uns erhaltene türkische Buch über die Sternwarte und deren Instrumente, das höchstwahrscheinlich von Taqīyaddīn (der erst in den fünfziger Jahren des 16. Jahrhunderts nach Aufenthalt in Damaskus und Kairo nach İstanbul übersiedelt war) zunächst auf Arabisch diktiert worden war, enthält die Beschreibung und bildliche Darstellung von acht Beobachtungsinstrumenten in bis dahin unbekannt Dimensionen. Zwei davon scheinen von Taqīyaddīn selbst entwickelt worden zu sein. Die übrigen erscheinen schon im Instrumentenbuch der dreihundert Jahre früher errichteten Sternwarte von Marāḡa (s.o.S. 41 f.). Man kann vermuten, daß Nachrichten über das İstanbuler Observatorium rasch nach Europa gelangten und auch dem großen Astronomen Tycho Brahe (1546-1601) zu Ohren kamen. Jedenfalls erweckt die Ähnlichkeit zwischen zwei der Instrumente von Taqīyaddīn und Tycho Brahe diesen Eindruck, namentlich das Instrument zum Messen von Distanzen zwischen Gestirnen und der hölzerne Quadrant (s.u.II, 64, 68). Auch berichtete Stephan Gerlach, der Seelsorger des Kaiserlichen Gesandten in İstanbul, unter dem 13. November 1577 recht ausführlich in seinem *Türckischen Tagebuch* über die Gründung der Sternwarte.<sup>397</sup> Mit deutlicher Tendenz, kultur- und wissenschafts-

historisch aufschlußreich, äußerte sich auch Salomon Schweigger, der sich vom 1. Januar 1578 bis zum 3. März 1581 als Seelsorger eines weiteren Gesandten in İstanbul aufhielt, über dieses Ereignis. In seinem Reisebuch bezeichnet er Taqīyaddīn als «heilosen Tropff», der «vor etlich Jaren zu Rom gefangen gelegen, bey einem Mathematico, dessen Diener er gewesen, daselbst seine Kunst gesogen, vnd zu einem solchen Himmelßkünstler vñ Gestirngauckler worden» sei. Er soll sich sogar arabische Übersetzungen der Werke von Ptolemaios, Euklid, Proklos und «anderer berühmter Astronomorum Schrifften» heimlich von einem Juden erklärt haben lassen.<sup>398</sup> Man braucht nicht zu begründen, daß diese Behauptungen nicht zutreffen und ein Aufenthalt von Taqīyaddīn in Rom eine reine Erfindung ist. Doch läßt die Schärfe aufhorchen, mit der hier der Geist der Gegnerschaft zum arabisch-islamischen Kulturkreis auftritt, der schon im 13. Jahrhundert begonnen hatte zu wirken, dem sich aber nun seit der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts ein Überlegenheitsgefühl in den Wissenschaften zugesellte, das vielleicht noch nicht ganz der Realität entsprach, doch bald danach Wirklichkeit werden sollte.

Was das Wesen der in İstanbul gegründeten Sternwarte betrifft, so entstand sie in Nachfolge der über die islamische Welt hinaus bekannten beiden Vorgängerinnen in Marāḡa und Samarqand. Ihr Gründer Taqīyaddīn hatte sich nach langjähriger Tätigkeit als Astronom und Physiker in Damaskus und Kairo in den fünfziger Jahren des 10./16. Jahrhunderts nach İstanbul begeben, um sein Wissen und Können in den Dienst Murāds III. zu stellen. Dieser war klug genug, der an ihn gerichteten Bitte stattzugeben und die kostspielige Sternwarte errichten zu las-

<sup>397</sup> s. J.H. Mordtmann, *Das Observatorium des Taqī ed-dīn zu Pera*, in: *Der Islam* (Berlin und Leipzig) 13/1923/82-96, bes. S. 85-86 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 88, S. 281-295, bes. S. 284-285).

<sup>398</sup> *Ein neue Reyssbeschreibung auß Teutschland Nach Constantinopel und Jerusalem*, Nürnberg 1608 (Nachdr. in: *The Islamic World in Foreign Travel Accounts*, Bd. 28, Frankfurt 1995), S. 90-91.

sen, doch war er nicht klug genug, ihren Wert richtig einschätzen zu können. Von Gegnern Taqīyaddīns und fanatischen Ratgebern ließ er sich überreden, die Sternwarte als angebliches Instrument der Astrologie mit verderblichen Folgen für den Staat nur wenige Jahre nach ihrer Gründung zerstören zu lassen.

Taqīyaddīn war möglicherweise der erste Astronom, der die Zeit als Parameter in seine Beobachtungen eingeführt hat. Zu diesem Zweck baute er eine große astronomische Uhr (*bingām raṣādī*) als Ergänzung zum Instrumentarium der Sternwarte (s.u.III, 117). Nicht nur als *rāṣid* (beobachtender Astronom), sondern auch als *muhandis* (Ingenieur) genöß Taqīyaddīn im Osmanischen Reich großen Ruhm. In der Tat erweist er sich in seinen erhaltenen beiden Büchern über pneumatische Konstruktionen und Uhren als bedeutender Physiker und Techniker. Im Buch über Pneumatik, *aṭ-Ṭuruq as-sanīya fi l-ālāt ar-rūhānīya*<sup>399</sup> aus dem Jahre 953/1546, beschreibt Taqīyaddīn eine Reihe von Maschinen und Geräten, die bereits eine recht entwickelte Technologie aufweisen. Von den Maschinen, deren präzise Beschreibung es uns ermöglichte, sie ohne große Schwierigkeiten zu rekonstruieren, sei an erster Stelle ein Wasserwerk mit sechs Kolben genannt, bei dem die Kraft der Flußströmung durch ein Wasserrad auf eine Nockenwelle übertragen wird. Die Nocken setzen ihrerseits sechs Hebel in Bewegung, welche die Kolben in Funktion bringen. Dieses Wasserwerk mit dem System der sechs Kolben erscheint zum ersten Mal in Taqīyaddīns Buch. Etwa 350 Jahre vorher kannte Ibn ar-Razzāz al-Ġazarī (s.o.S. 37) bereits ein Wasserwerk mit zwei Kolben. Es ist daher nicht auszuschließen, daß es ein weiteres Entwicklungsmoment gab, das in der Zeit zwischen den beiden Gelehrten zu suchen ist. Aufschlußreich ist in dieser Hinsicht, daß Taqīyaddīn ein Werk von ‘Alī al-Qūšġī (gest. 879/1474) über Pneumatik lobt und als eine seiner

Quellen erwähnt.<sup>400</sup> Wir wissen zur Zeit nicht, ob das System der wenig später in Europa bei Georgius Agricola<sup>401</sup> (1494-1555) und Agostino Ramelli<sup>402</sup> (1531-1600?) beschriebenen mehrkolbigen Wasserwerke mit dem des arabisch-islamischen Kulturraumes in Verbindung steht, oder unabhängig davon entstanden ist.

Taqīyaddīn beschreibt auch die beiden zu seiner Zeit geläufigen Konstruktionen eines mechanischen Bratspießes, von denen der eine durch Wasserdampf, der andere durch erhitzte Luft in Drehung versetzt wird.

Der Beschreibung der zweiten Vorrichtung ähnelt ein von Leonardo da Vinci skizzierter Bratspießapparat, welcher ebenfalls durch heiße Luft angetrieben werden sollte (s.u.V, 39). Daneben beschreibt Taqīyaddīn zahlreiche Vorrichtungen, die mit Kraftübertragung durch Zahnräder funktionieren und zu seiner Zeit sehr verbreitet gewesen sein müssen. Eine davon bezeichnet er als eigene Erfindung.

Im Bereich der mathematischen Geographie begegnen wir im 10./16. Jahrhundert Koordinatentabellen und Karten, die eine Erweiterung der mathematisch erfaßten Teile der Ökumene und eine erhöhte Qualität der kartographischen Darstellung erkennen lassen, ohne daß wir in jedem Fall beurteilen können, ob diese Fortschritte tatsächlich erst im 16. Jahrhundert geleistet wurden oder noch auf das vergangene Jahrhundert zurückzuführen sind. Eines der bedeutendsten erhaltenen Zeugnisse für das in der Kartogra-

<sup>400</sup> In seinen *al-Kawākib ad-durrīya fī waḍ‘ al-bingāmāt ad-daurīya*, ed. Sevim Tekeli in *16’inci asırda Osmanlılarda saat ve Takıyüddin’in «Mekanik saat konstrüksiyona dair en parlak yıldızlar» adlı eseri*, Ankara 1966, S. 46, 144, 221.

<sup>401</sup> *De re metallica. Translated from the first Latin edition of 1556 ...* by Herbert C. Hoover and Lou H. Hoover, London 1912 (Nachdr. New York 1950), S. 185-189.

<sup>402</sup> *The various and ingenious machines of Agostino Ramelli. A classic sixteenth-century illustrated treatise on technology. Translation and biographical study by Martha Teach Gnudi, annotations ...* by Eugene S. Ferguson, Toronto 1976 (Nachdr. New York 1994), S. 258-259, Tafel 97.

<sup>399</sup> Hsg. von Aḥmad Y. al-Ḥasan in dessen *Taqīyaddīn wa-l-handasa al-mikānīkiya al-‘arabiya*, Aleppo 1987.

phie und der Nautik des Mittelmeeres erreichte Niveau stellt das *Kitāb-i Bahrīye* des osmanischen Seemanns Pīrī Re'īs (um 1465-1554) dar, der unter dem Begriff *bahrīye* die «Wissenschaft der Meere und Technik der Seefahrer» versteht. Das monumentale Werk zeugt von großer schriftstellerischer Reife des Autors. Sein konsequent verfolgtes Ziel besteht darin, eine optimal erfolgreiche Fahrt im Mittelmeer auf der Grundlage im einzelnen ermittelter physikalisch-geologischer, archäologischer und meteorologischer Daten zu ermöglichen. Neben dem zu diesem Zweck gesammelten enormen Datenmaterial hat uns Pīrī Re'īs in seinem Buch mehr als 200 Karten von Inseln, Häfen und einigen Küsten des Mittelmeeres in erstaunlich hoher Qualität hinterlassen, die zweifellos nur als Folge der bis dato erreichten Entwicklung verstanden werden können. Leider haben bisher der Inhalt und die Detailkarten des Buches weniger als seine teilweise erhaltene Weltkarte die Aufmerksamkeit der rezenten Forschung auf sich gezogen. Die Weltkarte, die er selbst als die umfassendste der zu seiner Zeit zirkulierenden Weltkarten bezeichnet, stellt den jüngsten uns bekannten im arabisch-islamischen Kulturbereich unternommenen Versuch dar, auf der Basis aller zugänglichen Vorlagen eine aktuelle Weltkarte zu schaffen.<sup>403</sup>

Ein weiteres osmanisches Dokument aus der Zeit der zweiten Redaktion des Werkes von Pīrī Re'īs zeugt indirekt von einer ziemlich weit entwickelten und wiederum erweiterten Weltkarte. Der «Zeitmesser» (*muwaqqit*)<sup>404</sup> der Selīmīye-Moschee in İstanbul, Muṣṭafā b. 'Alī al-Qusṭanṭīnī al-Muwaqqit (gest. 979/1572) widmete schon als junger Mann im Jahre 931/1525 Sultan Süleymān (reg. 926/1520-974/1566) sein

Büchlein *I'lām al-'ibād fī a'lām al-bilād*<sup>405</sup>, in dem er die Längen- und Breitengrade von 100 Orten und deren geradlinige Distanzen von İstanbul in Meilen angibt. Die Orte sind mehr oder weniger bekannte Städte auf der nördlichen Hemisphäre zwischen der Westküste Afrikas und der Ostküste Chinas. Was die Bedeutung dieser heterogenen Kompilation ausmacht ist einerseits, daß die Längengrade darin konsequent nach dem um 17°30' westlich der Kanarischen Inseln in den Atlantik verlegten Nullmeridian angegeben werden, daß also die Kenntnis von den nachhaltig korrigierten Längengraden der Weltkarte im frühen Osmanischen Reich eine allbekannte Tatsache gewesen sein muß, und andererseits, daß der Umfang der mathematisch erfaßten Welt im arabisch-islamischen Kulturraum zu dieser Zeit weiter vergrößert war. Die in diesem Buch registrierten Koordinaten zeigen, daß die Hauptwerte der Konfiguration des Mittelmeeres, des Schwarzen Meeres und Anadolien schon fast den modernen Daten entsprechen. Zudem bestätigen sie die uns aus anderen Quellen bekannten zeitgenössischen Werte.<sup>406</sup>

Die größte kartographiehistorische Bedeutung des Buches liegt jedoch m.E. darin, daß es die ältesten bislang bekannten Koordinaten der späteren nordsibirischen Festung Tobolsk unter dem Namen Armayat ar-Rūs verzeichnet. Der angegebene Längengrad weicht nicht wesentlich vom tatsächlichen Wert ab, während sich der Breitengrad bis auf 15' an den heutigen Wert annähert.<sup>407</sup> Freilich ist dies nicht nur ein Argument für unsere Annahme, daß die mathematische Erfassung Nordasiens im arabisch-islamischen Kulturkreis schon ziemlich früh, etwa im 7./13. Jahrhundert begonnen zu haben scheint,<sup>408</sup> sondern auch der älteste bisher bekannt gewordene Anhaltspunkt dafür, daß osmanische Geographen und Kartographen im

<sup>403</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 42-48.

<sup>404</sup> Später Oberster der Astronomen (*müneḡḡim-başı*) als Vorgänger von Taqīyaddīn, s. E. Ihsanoğlu, R. Şeşen, C. Izgi, C. Akpınar, I. Fazlıoğlu, *Osmanlı astronomi literatürü tarihi*, Bd. 1, İstanbul 1997, S. 161-179.

<sup>405</sup> Zu den Handschriften s. ebd. Bd. 1, S. 162-163.

<sup>406</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 181-191, 452-454.

<sup>407</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 188, 191.

<sup>408</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 383-396.



ersten Viertel des 10./16. Jahrhunderts bereits über eine recht gute kartographische Darstellung dieser Gebiete verfügt haben müssen. Es kommt hinzu, daß wir erst dadurch zur Beantwortung der in der Kartographiegeschichte offenbar bisher noch nie gestellten Frage gelangen könnten, woher eigentlich ein europäischer Kartograph des 16. Jahrhunderts wie Gerard Mercator die Kenntnis seines Breitengrades der Stadt Tobolsk (58°) erhalten hat.<sup>409</sup>

Auch aus der deskriptiven Richtung der Geographie können wir ein interessantes Beispiel dafür anführen, daß die Wissenschaft im 10./16. Jahrhundert in der islamischen Welt noch auf einem vergleichsweise hohen Niveau stand. Das Beispiel liefert uns der in Europa als Leo Africanus bekannte al-Ḥasan b. Muḥammad al-Wazzān (geb. um 888/1483). Dieser in Granada geborene, in Fās (Fez) im heutigen Marokko aufgewachsene und ausgebildete Gelehrte lernte in diplomatischen Diensten zahlreiche islamische Länder, vor allem in Nordafrika, kennen und interessierte sich als Schriftsteller für Geographie und Landeskunde. Auf der Rückreise von İstanbul fiel er sizilianischen Korsaren in die Hände und wurde zunächst nach Neapel, dann nach Rom verkauft, wo er von Papst Leo X. am 6.1.1520 auf dessen eigenen Namen Giovanni Leo getauft wurde. Während seines Aufenthaltes in Italien lernte er Italienisch und unterrichtete Arabisch. Im Jahre 935/1529 kehrte er nach Tunis zurück und starb dort als Muslim. Seine schriftstellerische Tätigkeit hatte er in Rom und Bologna fortgesetzt. Neben einer Beschreibung Afrikas stellte er ein Werk mit dreißig Biographien nordafrikanischer Gelehrter zusammen. Seine Beschreibung Afrikas in italienischer Sprache vollendete er 1526, im sechsten Jahr seiner Gefangenschaft. Das Buch besteht aus neun Kapiteln. Das erste handelt von den allgemeinen physikalischen und klimatischen Eigenschaften Afrikas und seinen Bewohnern. Das zweite behandelt die Region von

Marrākuš (Marrakesch) mit ihren Städten und Bergen, das dritte Fās, das vierte Tilimsān (Tlemcen), das fünfte Tunesien, das sechste Libyen, das siebte den Sudan, das achte Ägypten und das neunte die Flüsse und Bodenschätze, Flora und Fauna Afrikas. Insgesamt werden etwa 400 Orte vorgestellt. Der Verfasser merkt an, er habe sich hauptsächlich auf eigene Beobachtungen verlassen, sich aber darum bemüht, genaue Angaben von zuverlässigen Kennern zu erhalten, wo er selbst nichts habe mitteilen können.

Leo Africanus' Beschreibung von Afrika war neben al-Idrīsī's *Nuzhat al-muštāq* eine der wichtigsten Quellen, die von der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts an in Europa als Basis für die Entwicklung und Erweiterung der deskriptiven Geographie Afrikas zur Verfügung standen. Kurz nach dem Druck des Buches durch G.B. Ramusio im Jahre 1550<sup>410</sup> wurde es in mehrere Sprachen übersetzt und bearbeitet.<sup>411</sup> Die Art und Weise, wie europäische Autoren des 16. bis 18. Jahrhunderts vom Buch des Leo Africanus abhängig waren, hat Ch. Schefer im Vorwort seiner französischen Übersetzung<sup>412</sup> meisterhaft dargestellt.

Der Einfluß der mit großer Wahrscheinlichkeit von Leo Africanus in Italien eingeführten Karten von Afrika und Südasien auf die weitere Entwicklung der Kartographie in Europa war beträchtlich. Die von Ramusio kopierten und unter beider Namen laufenden Karten sind nach arabischer Art gesüdet und verraten mit ihren Längen- und Breitenskalen eindeutig arabischen Ursprung.<sup>413</sup> Sie führten zu einem Bruch mit der

<sup>410</sup> Gian Battista Ramusio, *Navigazioni et viaggi*, Bd. 1, 3. Aufl. Venedig 1563 (Nachdr. Amsterdam 1970), Blatt 1-95.

<sup>411</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 103, Anm. 1.

<sup>412</sup> *Description de l'Afrique tierce partie du monde, écrite par Jean Léon African, ... mise en François*. Nouvelle édition annotée par Charles Schefer, 3 Bde., Paris 1896-1898 (Nachdr. Islamic Geography Bd. 136-138, Frankfurt 1993), Vorwort Bd. 1, S. 30-36.

<sup>409</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 388.

kartographischen Darstellung der Ökumene, welche seit Beginn des 16. Jahrhunderts nach der Veröffentlichung der ptolemäischen Geographie eingesetzt hatte. Diesen Wendepunkt markiert die um 1560 erschienene Asienkarte des italienischen Kartographen Giacomo Gastaldi (gest. 1567), der sich zunächst, seit 1539, der Herausgabe ptolemäischer Karten gewidmet hatte.<sup>414</sup>

Es sei hier auch auf die im einzelnen noch schwer überschaubare Entwicklung hingewiesen, die die mathematische Geographie und Kartographie im Hinblick auf den Indischen Subkontinent genommen hat. Wie bereits erwähnt, hatte schon al-Bīrūnī in der ersten Hälfte des 5./11. Jahrhunderts in einer umfangreichen Kampagne Koordinaten einiger wichtiger Punkte des Indischen Kontinents durch eigene Ermittlung bestimmt. Dies war das Äußerste, was ein ungewöhnlich fleißiger Gelehrter in einer mehrere Jahre dauernden Arbeit erreichen konnte. Die weitere Arbeit blieb für die kommenden Generationen, und ihre Durchführung hat mehrere Jahrhunderte gedauert. Nach heutiger Kenntnis scheinen die Breitengrade wichtiger Küstenpunkte und die Richtungen zwischen diesen im 7./13. und 8./14. Jahrhundert so weit ermittelt worden zu sein, daß eine Darstellung der Konfiguration der Halbinsel erfolgen konnte.<sup>415</sup>

Für den Beginn der noch offenstehenden mathematischen Erfassung des Inlandes war es ausschlaggebend, daß sich die in der Samarqander Schule unter Timur und seinen Nachkommen herrschenden wissenschaftlichen Aktivitäten in Folge der Gründung des Mogulreiches durch Bābur im Jahre 932/1526 zusammen mit der politischen Macht nach Indien verlagert haben. Das Schwergewicht der folgenden, etwa zwei Jahrhunderte dauernden Periode scheint auf der

Ermittlung von Daten für die Kartographie des Inlandes gelegen zu haben. Das älteste bekannte Dokument dieser Art geht auf die zweite Hälfte des ersten Jahrhunderts des Mogulreiches zurück. Es ist ein umfangreiches, in Indien selbst entstandenes Tabellenwerk. Sein Verfasser, Abu l-Faḍl ‘Allāmī (geb. 958/1551, gest. 1001/1593), war ein Staatsmann aus dem Reich der Mogulkaiser. Im dritten Teil seines *Akbar-nāma*, einer Geschichte des Mogulreiches, der unter dem selbständigen Titel *Ā’in-nāma* Anthropogeographie mit einer hervorragenden Darstellung der sozialen, administrativen und fiskalischen Institutionen verbindet, gibt er eine große Koordinatentabelle mit 656 Orten, darunter 45 Städte in Indien, und registriert 3050 kleinere Orte, teilweise mit Distanzangaben. Die Qualität der Koordinaten der indischen Orte ist durchgehend hoch. Die Breitengrade sind fast identisch mit den heutigen Werten und die Längengrade weichen nur unwesentlich ab.<sup>416</sup>

Die im *Ā’in-nāma* verzeichneten Daten, die wohl aus speziellen zeitgenössischen Quellen ausgewählt waren, und das reichhaltige Material aus der ersten Hälfte des 11./17. Jahrhunderts<sup>417</sup> lassen uns die Überzeugung gewinnen, daß die mathematische Erfassung des Indischen Subkontinentes unter islamischer Herrschaft einen hohen Standard erreicht hat. Das älteste Zeugnis für das beträchtliche Niveau des 10./16. Jahrhunderts in der Darstellung Indiens verdanken wir dem Holländer Jan Huygen van Linschoten, der eine von dort mitgebrachte Karte im Jahre 1596 in Amsterdam publiziert hat.<sup>418</sup>

Wir verlassen hier die Kartographie des Indischen Subkontinentes und gehen zur Nautik des Indischen Ozeans über, die ihren Höhepunkt allem Anschein nach schon im 9./15. Jahrhundert erreicht hatte, deren auf trigonometrisch-astromischer Grundlage beruhende Eigenheiten

<sup>413</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 102-103, Bd. 12, S. 306-310.

<sup>414</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 92-93, 97, 99 ff., Bd. 12, S. 177-181, 252, 311.

<sup>415</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 565-567.

<sup>416</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 193-194.

<sup>417</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 194-202.

<sup>418</sup> s. ebd. Bd. 12, S. 252; B.J. Slot, *The origins of Kuwait*, Leiden etc. 1991, S. 13-15.

sich aber erst in den Werken Sulaimān al-Mahrīs aus dem ersten Viertel des 10./16. Jahrhunderts erschließen. Auch für diesen jüngsten uns bekannten Meister ist die Nautik eine Wissenschaft, die aus Theorie und Empirie besteht und, variabel im Bereich der Einzelfragen, dem Entwicklungsgesetz unterliegt. Was aus diesem Fach, das sich im Laufe der Jahrhunderte zu einem eigenen Zweig der Wissenschaften entwickelt hatte, erwähnt werden sollte, sind seine drei tragenden Säulen:

1. Bestimmung von Breitengraden auf See nach dem Polarstern und den Zirkumpolarsternen, deren obere und untere Kulminationshöhe zur Ermittlung der Polhöhe dient, die ihrerseits die geographische Breite eines Ortes liefert.

2. Mathematisch-astronomische Messung von Distanzen auf hoher See, die Sulaimān al-Mahrī unter dem Begriff *ḥisābī*, «mathematisch» gewonnen, von einer empirisch, «erfahrungsgemäß» gewonnenen (*tağribī*) unterscheidet.<sup>419</sup>

3. Positionsbestimmung auf hoher See. Die dabei zu messenden Strecken und Meßmethoden sind dreierlei:

a) Die erste und einfachste ist die latitudinale, dem Meridian parallel laufende Strecke, für deren Messung es ausreicht, die Polhöhe beim Ablegen und wiederum nach einer gewissen Fahrtdauer in Grad oder nach dem Daumenmaß *išbaʿ* ( $1 \text{ i}šbaʿ = 1^\circ 36' 26''$  bzw.  $1^\circ 42' 51''$ ) zu ermitteln und das Ergebnis in Strecken umzurechnen.

b) Die zweite Strecke verläuft in beliebigem Winkel schräg zum Meridian. Man ermittelt sie durch Bestimmen der Polhöhe und Messung der Winkelgröße des zum Meridian schräg verlaufenden Kurses bei der Abfahrt und durch weitere Ermittlungen der Polhöhe in Graden nach einer bestimmten Fahrtstrecke, wobei man zur Berechnung ein rechtwinkliges Dreieck bildet. Die Hypotenuse, die dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite, ist die jeweils zu messende Strecke.

c) Die dritte Strecke ist longitudinal. Es geht dabei um die Messung von Distanzen zwischen Orten gleicher geographischer Breite an den Küsten ozeanischer Gewässer, mit anderen Worten um Streckenmessung parallel zum Äquator. Die Methode kommt der Ermittlung von Längendifferenzen zwischen zwei Punkten an der Küste oder auch auf See gleich. Der Navigator operiert zunächst wie unter b) beschrieben, d.h. er fährt eine gewisse Strecke schräg zum Meridian. Nach Messung dieser ersten Strecke schlägt er in einem bestimmten Winkel einen zur bisherigen Fahrtrichtung gegenläufigen Kurs ein, bis er die Polhöhe erreicht, die er beim Ablegen registriert hat. Mit den eingehaltenen Kurswinkeln und der ermittelten Polhöhendifferenz simuliert der Navigator zwei rechtwinklige Dreiecke mit einer gemeinsamen Seite, die aus der ermittelten Polhöhendifferenz besteht. Um die Längendifferenz zwischen den beiden gegenüberliegenden Küstenpunkten zu erreichen, hat der Seefahrer das Kreuzen zwischen den beiden ermittelten Polhöhen so lange fortzusetzen, bis er den gewünschten Küstenpunkt erreicht. Durch Addition der Basislängen der Dreiecke erlangt er die Gesamtstrecke in Längenmaßen oder, umgesetzt, in Graden.

Das Verfahren c) war im echten Sinn des Wortes eine Triangulation auf hoher See, rund fünfhundert Jahre nach dem von Abu r-Raiḥān al-Bīrūnī angewandten Triangulationsverfahren auf dem Land zur Ermittlung von Längendifferenzen von Orten zwischen Bagdād und Ġazna. Für den Umgang mit diesen Verfahren war außer gewissen astronomischen Kenntnissen die Beherrschung trigonometrischer Regeln erforderlich. Mit diesem Rechenverfahren, das im arabisch-islamischen Kulturbereich weit entwickelt war und sich einer recht großen Verbreitung erfreute, konnte natürlich nicht jeder Seefahrer ohne weiteres umgehen. Wenn die Kenntnisse fehlten, konnte man sich beim Messen der schräg zum Meridian zurückgelegten Strecken an Hand bestehender Tabellen zurechtfinden.

<sup>419</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 199.

Bei der Orientierung auf hoher See und beim Einhalten eines festgelegten Kurses bei Nacht hielt man sich im Indischen Ozean bis zur Einführung des Kompasses neben dem Nord- und dem Südstern an 15 Fixsterne, deren Auf- und Untergangspunkte etwa  $11^{\circ}15'$  voneinander entfernt liegen, was zu einer Teilung des Horizontkreises in 32 Teile führte. Zu einer Zeit, die sich nicht genau bestimmen läßt, aber vermutlich im 3./9. oder 4./10. Jahrhundert lag, gelangte die Kenntnis vom Kompaß in den arabisch-islamischen Kulturraum. Allem Anschein nach entstand die Magnetnadel in ihrer ursprünglichen Form in China, wurde aber erst von den Nautikern des Indischen Ozeans systematisch bei der Seefahrt verwendet.<sup>420</sup> Abgesehen von mannigfachen Angaben in arabischen Quellen werden wir öfter auch von portugiesischer Seite anschaulich über die verschiedenen Typen des im Indischen Ozean verwendeten Kompasses unterrichtet. Besonders eindrucksvoll ist die Beschreibung, welche der portugiesische Historiker Hieronimus Osorius (1506-1580) von den drei Entwicklungsstufen des Kompasses bei den arabischen Nautikern gegeben hat.<sup>421</sup> Beim dritten Typus hängte man das die Scheibe mit der Magnetnadel tragende Gefäß nach dem später «kardanisch» genannten System in eine zylindrische Vorrichtung. Dieser Typ gelangte offenbar schon im 15. Jahrhundert zu den italienischen Seefahrern im Mittelmeer, und auch Christoph Kolumbus hat einen solchen Kompaß bei sich getragen.<sup>422</sup> Er war der allgemein verwendete Typ des Seekompasses in Europa, bis im 20. Jahrhundert die Magnetnadel von der Kartonscheibe getrennt und auf einen Stift oberhalb der Scheibe gesetzt wurde. Wenn wir die Äußerung Ibn Māğids richtig verstehen (s.o.S. 72 und III, 67), so war er der Erfinder dieser Neuerung,

die zunächst anscheinend keine weitere Verbreitung hat finden können.

Die von Ibn Māğid und Sulaimān al-Mahrī, den beiden großen Nautikern, registrierten Distanzen zwischen Häfen, Inseln, Kaps und Golfen im Indischen Ozean liegen erstaunlich nah an den heutigen Werten. Von größter Bedeutung sind vor allem die von al-Mahrī mitgeteilten sieben transozeanischen Entfernungen zwischen der ostafrikanischen Küste und Sumatra oder Java, wobei die Distanz auf derjenigen Strecke, die etwa  $1^{\circ}$  nördlich des Äquators liegt, nur um einen halben Grad vom aktuellen Wert abweicht.<sup>423</sup> Es ist schon erstaunlich, daß diese genaue Länge des Äquators um 1519 auf einer in Portugal von Jorge Reinel gezeichneten Karte auftaucht – was wir nicht anders verstehen können, als daß hier die Kopie einer arabischen Vorlage Pate gestanden hat –, um mit ihrem weiteren Erscheinen bis zur zweiten Hälfte des 19. oder gar der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts auf sich warten zu lassen.<sup>424</sup>

Daß die im Rahmen einer solchen, auf mathematisch-astronomischer Grundlage aufbauenden Nautik Jahrhunderte lang gesammelten Daten in den Händen von Kartographen zur Entstehung von Karten hoher Qualität führen würde, kann wohl vorausgesetzt werden. Außer mehrmaligen Angaben portugiesischer Seefahrer und weiterer europäischer Reisender über Seekarten bei einheimischen Seefahrern im Indischen Ozean und vor allem darüber, daß diese Karten mit Längen- und Breitenkreisen versehen waren,<sup>425</sup> sind einige von ihnen in portugiesischen Redaktionen erhalten. Die Tatsache, daß die beiden großen Vertreter der Nautik des Indischen Ozeans kaum von Karten sprechen, hat manchem Kartographiehistoriker als Argument dafür gedient, daß sie dieses Hilfsmittel bei der Seefahrt nicht gekannt oder nicht besessen hätten. Diese Lücke schließt jetzt das *Kitāb al-*

<sup>420</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 232-265.

<sup>421</sup> Jerónimo Osório, *De rebus Emmanuelis libri XII*, Köln 1574, Liber I, Blatt 27a ff.; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 253-256.

<sup>422</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 253.

<sup>423</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 214-219.

<sup>424</sup> vgl. ebd. Bd. 11, S. 93-99.

<sup>425</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 323-336.



*Muḥīṭ* («Buch des Ozeans») des osmanischen Admirals Sīdī ‘Alī (gest. 970/1562), das der Forschung erst seit einigen Jahren durch eine Faksimileausgabe<sup>426</sup> in vollem Umfang zur Verfügung steht. Dieser eigentlich im Mittelmeer operierende Seemann hatte bei der Erfüllung der Mission (960/1553), fünfzehn Schiffe der osmanischen Flotte von al-Baṣra nach as-Suwais (Suez) zu bringen, durch portugiesische Angriffe große Verluste erlitten. Der Rest seiner Flotte landete bei Sūrāt in Westindien. Während seines darauf folgenden Aufenthaltes in Aḥmad-ābād (961/1554) verfaßte er sein Buch, in dem er im wesentlichen den Inhalt mehrerer Werke von Ibn Māğid und Sulaimān al-Mahrī zusammenfaßte.<sup>427</sup> Seine Ausführungen in den speziell den Karten gewidmeten vier Abschnitten des siebenten Kapitels lassen keinen Zweifel daran, daß eine nach Streckenberechnung und Richtungsbestimmung orientierte Seefahrt weder im Mittelmeer noch im Indischen Ozean ohne Benutzung geeigneter Karten auskommen konnte. Er erwähnt drei Arten von Karten: Karten des Indischen Ozeans, Mittelmeerkarten und Weltkarten. Seine Ausführungen zeigen hier insgesamt, daß er unter einer Karte das Abbild der mathematisch erfaßten Erdoberfläche versteht und daß für ihn eine Seefahrt nur unter Zuhilfenahme von Karte, Kompaß, Zirkel und Instrumenten wie Astrolab oder Quadrant praktiziert werden kann.<sup>428</sup>

Außer den unter Mitwirkung der Nautik entstandenen Karten des Indischen Ozeans und den beiden nautischen Hauptinstrumenten, dem Kompaß und dem in Europa als Jakobsstab<sup>429</sup>

oder *balhestilha* bekannten Beobachtungsgerät (arab. *ḥaṣabāt* oder *ḥaṭabāt*) gelangte auch die Regel der Distanzmessung schräg zum Meridian nach Europa. Sie wurde *toleta de marteloio* genannt und erreichte Italien im 15. Jahrhundert.<sup>430</sup> Im Hinblick auf die im Indischen Ozean entstandene und vervollkommnete Nautik kommt den Portugiesen das Verdienst zu, ihr nach eigenem Verständnis in Europa zu weiter Verbreitung verholfen zu haben. Es steht jedoch fest, daß die vielleicht bedeutendste Errungenschaft dieser Nautik, die Messung von Distanzen zwischen zwei auf gleichem Breitengrad an gegenüberliegenden Küsten liegenden Punkten und somit die Ermittlung transozeanischer Längendifferenzen ihnen verschlossen geblieben ist. Das Problem selbst haben sie wohl gekannt,<sup>431</sup> doch fehlten ihnen anscheinend die notwendigen trigonometrischen Kenntnisse zum Verständnis des Verfahrens.<sup>432</sup>

Mit diesem Ausblick auf das Gebiet der Nautik würde ich meine Übersicht über die mir bekannten wichtigsten Leistungen des arabisch-islamischen Kulturkreises beenden und zur Frage ihrer Nachwirkung auf den abendländischen Kulturraum übergehen, wenn ich nicht das Gefühl hätte, durch ein gänzlich Ausklammern des 11./17. Jahrhunderts einem hervorragenden Philosophen dieser Zeit Unrecht zu tun. Es ist Ṣadraddīn Muḥammad b. Ibrāhīm Šīrāzī, bekannt als Mullā Ṣadrā (geb. gegen 980/1572, gest. 1050/1640), dessen bedeutende Stellung in der Philosophiegeschichte erst seit 1912 durch das Verdienst Max Hortens ans Licht gekommen ist. Er bezeichnete Mullā Ṣadrā als «eine der großen Unbekannten der menschlichen Geistesgeschichte. In den kleinen und ärmlichen Verhältnissen des Lehrerstandes» habe er «Zeit und Kraft gefunden, seine eigene Weltbetrachtung auszubauen»

<sup>426</sup> hsg. vom Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, Frankfurt 1997.

<sup>427</sup> s. *Die topographischen Capitel des indischen Seespiegels Muḥīṭ* übersetzt von Maximilian Bittner, ... mit einer Einleitung ... von Wilhelm Tomaschek ..., Wien 1897, S. 2-3 (Nachdr. in: *Islamic Geography* Bd. 16, S. 129-254, bes. S. 136-137).

<sup>428</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 265-268.

<sup>429</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 302-306.

<sup>430</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 289-294.

<sup>431</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 287.

<sup>432</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 319.

en». <sup>433</sup> Aufbauend auf der Lichtlehre Šihābaddīn as-Suhrawardī habe er seine Lehre von den «Entwicklungsstufen des Seins» geschaffen, in der «der Begriff des Seins an die Stelle der Vorstellung vom Lichte getreten ist. Durch diese Verschiebung» gewinne Šīrāzī «einen Standpunkt, von dem er die gesamte zu seiner Zeit geltende Philosophie umgestaltet» <sup>434</sup>. Mit großem Selbstbewußtsein trete er der herrschenden Philosophie gegenüber. In seinem System vereinige er die gesamte griechisch-philosophische Bildung mit der Mystik. Aristoteles und Ibn Sīnā waren nach seiner Auffassung die größten Philosophen. Auf sie folgen Plato und as-Suhrawardī (gest. 587/1191); Faḥraddīn ar-Rāzī (gest. 606/1209) sei der große Kritiker der aristotelischen Philosophie. Die Gedankenwelt Mullā Ṣadrās sei jedoch nicht einfach eine Entlehnung von Lehren jener Meister, sondern wolle in bewußter Weise eine Weiterbildung derjenigen Ibn Sīnās sein. <sup>435</sup>

Mit diesem Hinweis auf die Bedeutung Mullā Ṣadrās im Bereich der Philosophie beende ich die Beispiele für den im arabisch-islamischen Kulturkreis geleisteten Beitrag zur Geschichte der Wissenschaften. Dieser Abschluß soll aber nicht bedeuten, daß es anschließend nicht in einzelnen Fällen weitere wesentliche Leistungen gegeben hätte. Nur befinden wir uns mit dem Ende des 10./16. Jahrhunderts an der Schwelle der Periode, in der das Abendland die Führung auf dem Gebiet der Wissenschaften zu übernehmen beginnt und in dieser Rolle den islamischen Kulturkreis ablösen wird. Im Hinblick darauf würde diese Übersicht ihr Ziel verfehlen, wenn der gewaltige Komplex der Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften im Abendland außerhalb der Betrachtung bliebe. Der Versuch kann allerdings im Rahmen dieser Einführung nur aus Hinweisen auf grundsätzliche Fragen bestehen, zumal auch eine der historischen Realität entsprechende Gesamtdarstellung dieser Problematik wohl noch auf lange Zeit nicht zu erwarten ist.

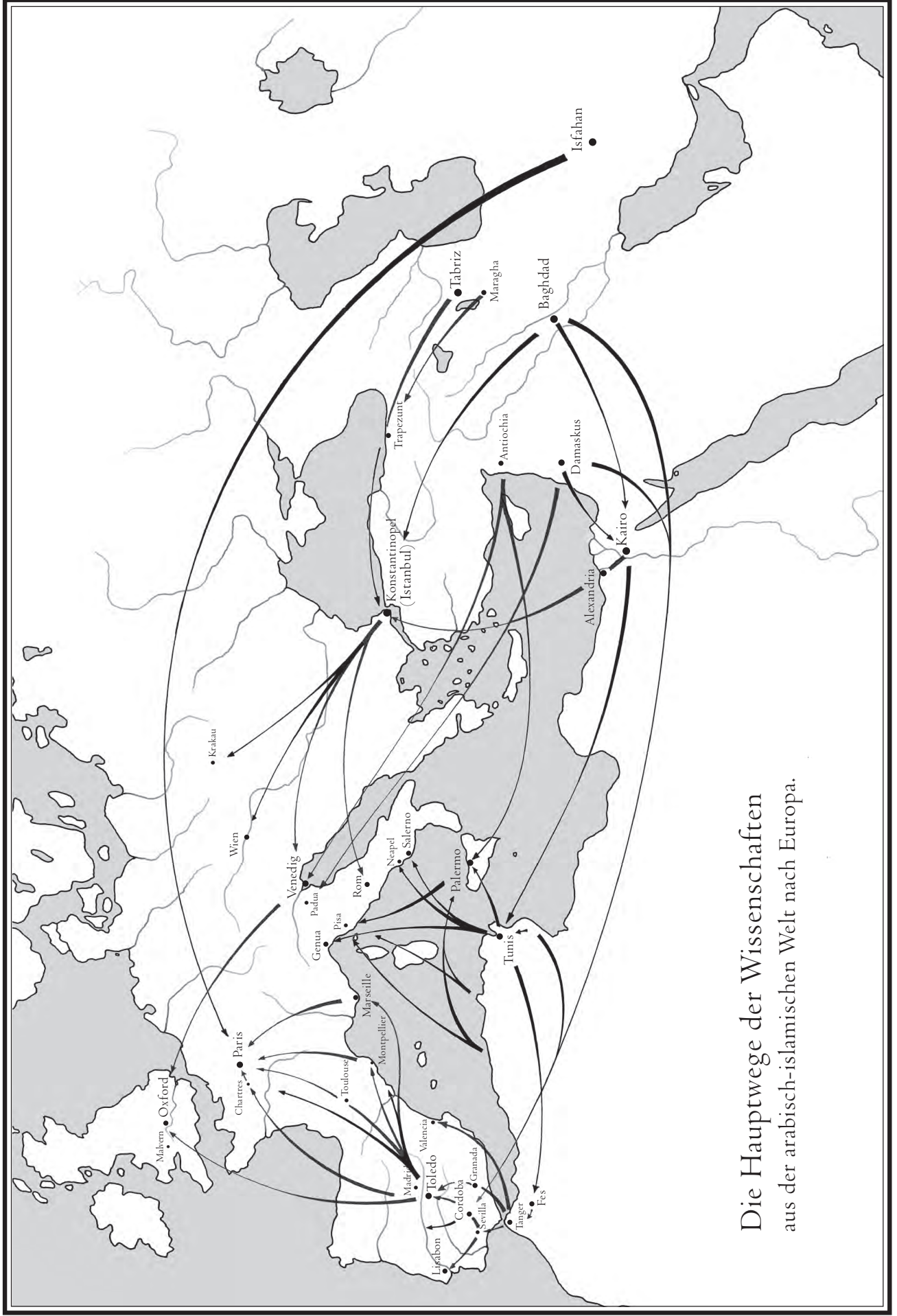


<sup>433</sup> Max Horten, *al-Šīrāzī*, in: Enzyklopädie des Islām, Bd. 4, Leiden und Leipzig 1934, S. 407.

<sup>434</sup> *Das philosophische System von Schirāzī* (gest. 1640). Übersetzt und erläutert von M. Horten, Straßburg 1913 (Nachdr. in: Islamic Philosophy Bd. 92), Vorwort S. V.

<sup>435</sup> Ebd., Vorwort S. VIII-IX.





Die Hauptwege der Wissenschaften aus der arabisch-islamischen Welt nach Europa.



## II.

### Rezeption und Assimilation

#### der arabisch-islamischen Wissenschaften im Abendland

UM DIE MITTE des 19. Jahrhunderts, als das Interesse der Historiker mehr und mehr von der Entwicklung der Naturwissenschaften beherrscht und die Bedeutung der arabisch-islamischen Wissenschaften eher verächtlich als anerkennend beurteilt wurde, erschienen die ersten, naturgemäß bescheidenen bibliographischen Darstellungen über Bücher aus dem «Orient», die als Übersetzungen ins Abendland gelangt sind. Es waren *De auctorum græcorum versionibus et commentariis syriacis arabicis armeniaticis persicisque commentatio* von Johann G. Wenrich (Leipzig 1842) und *Die Übersetzungen der arabischen Werke in das Lateinische seit dem 11. Jahrhundert* von Ferdinand Wüstenfeld (Göttingen 1877). Lange Zeit, im Grunde bis heute, beschränkte sich das Interesse an der Frage der Übernahme der arabisch-islamischen Wissenschaften mit Ausnahme weniger Gebiete auf Übersetzerpersönlichkeiten, übersetzte Werke und erhaltene Handschriften. Das Problem der Nachwirkung der arabisch-islamischen Wissenschaften als solche auf das Abendland, sei es durch Übersetzungen oder menschliche Kontakte, und die Bewertung ihrer Tragweite hängt dagegen vorrangig von der Untersuchung des wissenschaftlichen Gehaltes des arabischen (oder auch persischen) Schrifttums und damit von der Beurteilung der Fortschritte ab, die deren Autoren im Vergleich zu ihren Vorgängern, namentlich den Griechen, erreicht haben.

Wie man es den obigen Ausführungen entnehmen kann, hat die arabistische Forschung bisher beachtliche Resultate in der Beurteilung des Gehaltes vieler erhaltener Schriften erzielt, so daß eine erste Beurteilung im Rahmen der Universalgeschichte der Wissenschaften erfolgen und die Nachwirkungsfrage bereits in Ansätzen behandelt werden konnte. Letzteres geschah in der Regel beschränkt auf einzelne Themen oder Probleme. Nur auf wenigen Gebieten wurde die Frage nach den Nachwirkungen in größerem Rahmen beantwortet.

Es gehört zu den seltenen wissenschaftshistorischen Erscheinungen, daß der französische Arabist Ernest Renan (1823-1892) im Jahre 1853, zu einer Zeit, in der er über nur wenige Quellen verfügte und kaum mit zeitgenössischer Unterstützung für sein Thema rechnen konnte, das Phänomen der Rezeption der arabisch-islamischen Wissenschaften im Abendland auf dem Gebiet der Philosophie in seiner geistreichen und bewundernswerten Studie *Averroès et l'Averroïsme*<sup>1</sup> dargestellt hat, die bis heute ihre Gültigkeit weitgehend behaupten konnte. Von der Annahme ausgehend, daß das Arabische im 4./10. Jahrhundert die gemeinsame Sprache der Muslime, Christen und Juden in Spanien war, sah er die Rolle der letzteren in der Verbreitung der arabisch-islamischen Philosophie in Euro-

<sup>1</sup> Dritte Auflage Paris 1867, Nachdr. Frankfurt, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1985.

pa.<sup>2</sup> Die literarische Kultur der Juden im Mittelalter sei nichts anderes als ein Spiegelbild der islamischen Kultur gewesen,<sup>3</sup> so wie die jüdische Philosophie seit Maimonides (Ibn Maimūn) nichts anderes sei als ein Spiegelbild der arabischen.<sup>4</sup> Die gesamte Schule des Maimonides bleibe der peripatetischen Richtung des Averroes (Ibn Rušd) treu.<sup>5</sup> Generell trage die Philosophie bei den Juden die Züge der arabischen Philosophie, sogar noch nach ihrem Rückzug in die christlichen Orte Barcelona, Saragossa, Narbonne, Montpellier, Lunel, Béziers, l'Argentière und Marseille.<sup>6</sup> Im Zusammenhang mit der Übersetzung arabischer Werke ins Hebräische finden wir bei Renan den interessanten Befund, daß arabische Wörter beibehalten oder mit hebräischen Wörtern gleicher Wurzel wiedergegeben wurden, auch wenn diese eine andere Bedeutung hatten, der Text also eher nachgeahmt als übertragen wurde.<sup>7</sup>

Nachdem Renan meisterhaft geschildert hat, wie sich der Prozeß der Rezeption und Assimilation der arabischen Philosophie sowohl durch hebräische Vermittlung als auch unmittelbare Übersetzung ins Lateinische in Westeuropa verbreitete und dabei Haßgefühle bei den Dominikanern und Widerstand bei Raymundus Lullus hervorrief, folgt er der Aufnahme, die die Philosophie des Ibn Rušd seit Beginn des 13. Jahrhunderts in Italien fand. Auch hier zeichnet Renan, belesen und geistreich, ein lebendiges Bild jener Gelehrtenkreise, die nach dreihundertjähriger Beschäftigung mit der arabischen peripatetischen Lehre im 16. Jahrhundert die Reaktionen gegen den Averroismus zu spüren bekamen.

Wie tief Astronomie und Astrologie in arabischer Sprache das Abendland beeinflußt haben,

lehrt uns am besten der nicht-arabistische Wissenschaftshistoriker Pierre-Maurice-Marie Duhem<sup>8</sup> (1861-1916) in den Bänden 2 bis 4 seines monumentalen *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*<sup>9</sup>. Zwar hatte bereits der große Arabist Carlo Alfonso Nallino in seinem *Al-Battānī sive Albatēnii opus astronomicum*<sup>10</sup> mit unschätzbaren Hinweisen der künftigen Forschung den Weg gewiesen, doch helfen die Ergebnisse, die Duhem durch einen Vergleich ihm zugänglicher lateinischer Übersetzungen arabischer Werke astronomisch-astrologischen Inhaltes mit den unter ihrem Einfluß entstandenen europäischen Werken erzielt hat, zu begreifen, wie groß die Wirksamkeit der aus dem Arabischen übersetzten Werke nicht nur im Themenkreis seines speziellen Gebietes, sondern auch weit darüber hinaus in der europäischen Geistesgeschichte gewesen ist.

Auf dem Gebiet der Musik und Musiktheorie kam es erfreulicherweise relativ früh zu groß angelegten Behandlungen der Frage des «arabischen Einflusses». Nicht einmal ein Jahrhundert war nach den ersten Übersichtsarbeiten über die «arabische» Musik von R.G. Kiesewetter<sup>11</sup> und J.G.L. Kosegarten<sup>12</sup> vergangen, als der spanische Arabist Julian Ribera y Tarragó in seiner *La música de las Cantigas*<sup>13</sup> eine Pionier-

<sup>8</sup> Über ihn s. Donald G. Miller in: Dictionary of Scientific Biography, Bd. 4, New York 1971, S. 225-233.

<sup>9</sup> Vollendet vor 1916, erschienen in 10 Bänden, Paris 1913-1959.

<sup>10</sup> 3 Bände, Mailand 1899-1907, Nachdr. Hildesheim 1977.

<sup>11</sup> *Die Musik der Araber, nach Originalquellen dargestellt*, mit einem Vorworte von J. v. Hammer-Purgstall, Leipzig 1842, Nachdr. Schaan (Liechtenstein) 1983

<sup>12</sup> *Die moslemischen Schriftsteller über die Theorie der Musik*, in: Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes (Bonn) 5/1844/137-163.

<sup>13</sup> erschienen Madrid 1922, gekürzte englische Übersetzung *Music in ancient Arabia and Spain* von Eleanor Hague and Marion Leffingwell, Stanford 1929, Nachdr. New York 1970.

<sup>2</sup> E. Renan, *Averroès et l'Averroïsme*, a.a.O. S. 174.

<sup>3</sup> Ebd. S. 173.

<sup>4</sup> Ebd. S. 175.

<sup>5</sup> Ebd. S. 182.

<sup>6</sup> Ebd. S. 184.

<sup>7</sup> Ebd. S. 185.

arbeit über die Frage der arabischen Einflüsse vorlegte. Im ersten der drei Teile behandelt er die Geschichte der arabischen Musik in der islamischen Welt bis zum 12. Jahrhundert und im zweiten Teil deren Geschichte in Spanien. Der dritte Teil ist dem Hauptanliegen des Verfassers gewidmet, der Frage nach dem Einfluß der arabischen Musik auf die spanische Musik und auf die abendländischen Troubadourlieder.<sup>14</sup> Daß die Ideen und Ergebnisse von Ribera – besonders hinsichtlich der Frage der Einflüsse auf die abendländische Musik im Mittelalter – ihre Schwächen hatten, in vielen Punkten nicht zutrafen und nicht unwidersprochen hingenommen werden konnten, ist erklärlich.

Drei Jahre nach Erscheinen des Buches von Ribera veröffentlichte Henry George Farmer seine *Clues for the Arabian influence on European musical theory*<sup>15</sup>, die Aufsehen erregten<sup>16</sup>. Unverzüglich folgte die Kritik daran von der Musikhistorikerin Kathleen Schlesinger, *The question of an Arabian influence on musical theory*<sup>17</sup>. Im Jahre 1929 erschien in London Farmers ausführliche Behandlung der arabischen Musikgeschichte, *A history of Arabian music to the XIII<sup>th</sup> century*, und im Jahre 1930 seine *Historical facts for the Arabian musical influence* (London), worin er sich unter anderem ausführlich mit der Kritik K. Schlesingers auseinandersetzt. In Unkenntnis dieser groß angelegten, jüngsten Behandlung der Frage durch Farmer

publizierte Otto Ursprung im Jahre 1934 eine scharfe Replik auf dessen ältere Arbeit.<sup>18</sup>

Die Hauptthemen bzw. -hypothesen Farmers, die sich auf den arabischen Einfluß beziehen und auf heftige Kritik stießen, sind Fragen der Notation und frühen Mehrstimmigkeit, der Solmisation, der Musikinstrumente und der Lautentabulatur sowie der modalen Metrik. Bei der Diskussion vieler dieser Fragen ging es darum, ob die neuen Elemente in der Musik, die seit dem 9. Jahrhundert im Abendland auftauchen, auf griechisch-byzantinische oder auf arabische Einflüsse zurückzuführen sind. Natürlich leugnete Farmer nicht die griechischen Grundlagen der arabischen Musiktheorie, doch nach seiner Überzeugung haben die Araber die übernommenen Lehren bearbeitet und weiterentwickelt. Im Jahre 1976 erschienen zwei Arbeiten zu diesem Thema, in denen man sich mit Farmers Ergebnissen auseinandersetzt bzw. auf ihnen aufbaut. Es sind *Die Theorien zum arabischen Einfluß auf die europäische Musik des Mittelalters* von Eva Ruth Perkuhn<sup>19</sup> und *Zur Rolle der Araber in der Musikgeschichte des europäischen Mittelalters* von Eckhard Neubauer<sup>20</sup>. Die Verfasserin der ersten Arbeit steht der Einflußtheorie nicht prinzipiell ablehnend gegenüber, doch findet sie, daß «in den von der Ethnomusikologie vorgelegten Untersuchungen zum Problem des arabischen Einflusses methodische und theoretische Fragen allenfalls am Rande behandelt» werden.<sup>21</sup> Ribera und Farmer, «die Hauptvertreter der arabischen Theorie», seien «anerkanntermaßen mehr Arabisten als Ethnomusikologen» und «wenig vertraut» sowohl mit der «Praxis arabischen Musizierens» als auch mit den «kulturanthropologischen Problemen

<sup>14</sup> Eine nützliche Inhaltsbeschreibung bei Otto Ursprung, *Um die Frage nach dem arabischen bzw. maurischen Einfluß auf die abendländische Musik des Mittelalters*, in: Zeitschrift für Musikwissenschaft (Leipzig) 16/1934/129-141, 355-357, bes. S. 132-133.

<sup>15</sup> In: Journal of the Royal Asiatic Society 1925, S. 61-80 (Nachdr. in: *The Science of Music in Islam*, Bd. 1, Frankfurt 1997, S. 271-290).

<sup>16</sup> Positiv wurde Farmers Vorstoß von Eugen Beichert begrüßt in: *Orientalistische Literaturzeitung* (Leipzig) 29/1926/273-277.

<sup>17</sup> In: *The Musical Standard* (London) N.S. 25/1925/148-150, 160-162.

<sup>18</sup> *Um die Frage nach dem arabischen bzw. maurischen Einfluß*, a.a.O.

<sup>19</sup> Erschienen in Walldorf (Hessen).

<sup>20</sup> In: *Islam und Abendland. Geschichte und Gegenwart*, hsg. von André Mercier, Bern und Frankfurt 1976, S. 111-129.

<sup>21</sup> E. R. Perkuhn, a.a.O. S. 232.

der Ethnomusikologie».<sup>22</sup> Durch ihr Vorgehen hätten sie «von seiten der historischen Musikwissenschaft, die sich aus mehr emotionalen denn aus sachlichen Gründen gegen die arabische Hypothese richtete» und «in solch leicht durchschaubarer theoretischer Fragwürdigkeit ein reiches Angriffsfeld finden konnte», heftige Kritik auf sich gezogen.<sup>23</sup> Sowohl Ribera als auch Farmer hätten «dem Überlieferungsprozeß wenig Aufmerksamkeit» geschenkt. Farmer ginge «aber in seiner Einengung noch einen Schritt weiter, indem er die zur Behandlung der <mündlichen> Vermittlung unerläßlichen ethnomusikologischen Aspekte ausklammert und sich allein auf die Musikinstrumente beschränkt».<sup>24</sup> So kommt sie zu dem Schluß, daß «die endgültige Fundierung der arabischen Theorie für die verschiedenen Bereiche des mittelalterlich-europäischen Musizierens» streng genommen erst dann erfolgen könne, «wenn die Erforschung der arabischen Musikkultur selbst erneuter Überprüfung unterzogen und das allgemeine Standard- und Lexikonwissen mit ethnomusikologischen und kulturanthropologischen Überlegungen konfrontiert worden ist».<sup>25</sup>

Die zweite<sup>26</sup> der beiden erwähnten Arbeiten, die aus der Feder eines Arabisten und Musikhistorikers stammt, liefert uns nicht nur ein adäquates Urteil über die Leistungen H.G. Farmers, sondern darüber hinaus Ergebnisse der neueren Forschung: «Im Jahre 1930 faßte der englische Musikforscher Henry George Farmer die bisherigen Theorien über Musikeinflüsse der Araber zusammen, präzisierte sie und fügte zahlreiche eigene Forschungsergebnisse hinzu. Seine *Historical facts for the Arabian musical influence* wurden stark angefeindet sind [aber] bis heute nicht widerlegt worden.» Zu den Themen, über die Farmer spricht und die hier wieder aufge-

nommen und weitergeführt werden, gehören die «Notationsversuche für Instrumentalmusik, die gleicherweise bei Arabern wie im europäischen Mittelalter unternommen wurden.»<sup>27</sup> Zugrunde liegen ihnen die Verwendung von Buchstaben zur Bezeichnung von Tönen, wie sie den alten Griechen bekannt war, und die Verwendung von Linien zur Fixierung von Tonhöhen, deren Ursprung in der vorderorientalischen Spätantike zu liegen scheint.<sup>28</sup> Die Araber schrieben Melodien in Buchstabenschrift und mit bestimmten Merksilben oder Zahlen für Tondauer und Rhythmus, und zwar früher und häufiger als wir aus den wenigen erhaltenen Dokumenten schließen können. Eine alphabetische Tabulatur ist aus dem 10. Jahrhundert belegt,<sup>29</sup> und das arabische *Große Buch der Lieder* [*Kitāb al-Ağānī al-kabīr* von Abu l-Farağ al-Işfahānī] bewahrt einen Bericht auf, der in den Anfang des 9. Jahrhunderts zu datieren ist und von Işhāq al-Mauşilī ... handelt. Es heißt dort, Işhāq habe einem seiner Kollegen eine neue Komposition mit Angabe aller Tonhöhen, Tondauern und Zäsuren in schriftlicher Form übersandt. Der Kollege sang darauf das Stück, und er sang es richtig, ohne es jemals gehört zu haben.<sup>30</sup> Avicenna [Ibn Sīnā] verlangte zu Beginn des 11. Jahrhunderts, man dürfe kein Lied lernen, ohne es vorher exakt schriftlich fixiert zu haben, sowohl nach der Höhe als auch nach der Dauer der Töne.<sup>31</sup> Die meisten Formen erhaltener arabischer Notation sind auf die Laute [‘ūd] bezo-

<sup>22</sup> E. R. Perkuhn, a.a.O. S. 232.

<sup>23</sup> Ebd. S. 233.

<sup>24</sup> Ebd. S. 233.

<sup>25</sup> Ebd. S. 236.

<sup>26</sup> E. Neubauer, *Zur Rolle der Araber*, a.a.O. S. 118ff.

<sup>27</sup> H. G. Farmer, *Historical facts*, S. 83 ff., 304 ff.; E. Neubauer, a.a.O. S. 119, 127.

<sup>28</sup> H. G. Farmer, *Historical facts*, S. 302 f., 325 f.; E. Neubauer, a.a.O. S. 119, 127.

<sup>29</sup> *Risālat Yaḥyā b. al-Munağğim fi l-mūsīqī*, ed. Zakarīyā’ Yūsuf, Kairo 1964, S. 45; E. Neubauer, a.a.O. S. 119, 127.

<sup>30</sup> Abu l-Farağ al-Işfahānī, *Kitāb al-Ağānī al-kabīr*, Bd. 10, Kairo 1938, S. 105-106; E. Neubauer, a.a.O. S. 119, 127.

<sup>31</sup> Abū ‘Alī Ibn Sīnā, *aš-Šifā’*. *ar-Riyāḍīyāt*. 3. – *Ğawāmi’ ‘ilm al-mūsīqī*, ed. Zakarīyā’ Yūsuf, Kairo 1956, S. 142; E. Neubauer, a.a.O. S. 119, 127.



gen. Auch die alphabetische Notation des Abendlandes kam nach Notker Labeo (gest. 1022) und anderen von den Instrumentalisten her und wurde zunächst für *lira* und *rota* verwendet.<sup>32</sup> Es scheint also zunächst auf beiden Seiten eine gemeinsame Tradition zu bestehen. Wenn aber zu Lebzeiten Avicennas Neuerungen zur Fixierung der Tonhöhe fast gleichzeitig und nach dem gleichen Prinzip von Hermannus Contractus (gest. 1054) und in Byzanz eingeführt werden, kommt hierfür kaum ein anderes Vorbild in Frage als das arabische.<sup>33</sup> Hermannus Contractus war zudem mit arabischen Naturwissenschaften vertraut.<sup>34</sup>

«Eine weitere Stufe der Entwicklung führt uns zur Liniennotation des Guido von Arezzo (gest. 1050). Er bezeichnet seine drei bis fünf übereinanderliegenden Linien als «Nachahmung der Saite»<sup>35</sup>, und zwei dieser Linien sind koloriert: «Glänzender Safran erstrahlt, wo der dritte Ton seinen Platz hat; der sechste jedoch ... erglänzt in rotem Mennig»<sup>36</sup>. Solange uns die Quellen Guidos für diese bis heute als Eigenleistung angesehene Darstellungsweise verborgen sind,<sup>37</sup> bietet die arabische zum mindesten eine überzeugende Erklärung der Verbindung von Saitenlinien und Farben.»

Nachdem Neubauer zu weiteren Punkten Stellung genommen hat, die das Mißfallen der Widersacher Farmers erregt haben, fährt er fort<sup>38</sup>:

«Auf gesichertem Boden stehen wir wieder mit der Wirkung, die von der Übersetzung arabischer Texte ausgegangen ist. Auf musiktheoretischem Gebiet sind es die Anregungen, die der Philosoph Abū Naṣr al-Fārābī (gest. 950) durch die lateinische Übersetzung seiner *Aufzählung der Wissenschaften* [*Iḥṣāʾ al-ʿulūm*; *De scientiis*] hervorgerufen hat.<sup>39</sup> Durch diese Schrift lernte das Abendland in der Mitte des 12. Jahrhunderts zu der bekannten Einteilung in *musica mundana*, *humana* und *instrumentalis* eine weitere Einteilung in *musica speculativa* und *activa* kennen, eine Klassifikation, die sich von der Tätigkeit des ausübenden Musikers herleitet und «entweder eine betrachtende und erforschende (spekulative) oder eine tätige (aktive) sein kann»<sup>40</sup>. Sie war schon der griechischen Musiktheorie bekannt, gelangte nun in ausgearbeiteter Form ins mittelalterliche Schrifttum und führte dort zu einer nicht unbedeutenden «Bereicherung des Stoffkreises»<sup>41</sup> theoretischer Betrachtungen.»

«Die Übersetzung arabischer naturwissenschaftlicher und philosophischer Werke fand ihren Höhepunkt im 12. und 13. Jahrhundert in Spanien. Ihre Verbreitung fiel bezeichnenderweise mit der Gründung der ersten europäischen Universitäten zusammen und bestimmte weitgehend deren Lehrprogramme.<sup>42</sup> Mit im Vordergrund standen dabei die Schriften Avicennas,

<sup>32</sup> H.G. Farmer, *Historical facts*, a.a.O. S. 317; E. Neubauer, a.a.O. S. 119, 127.

<sup>33</sup> H.G. Farmer, *Historical facts*, a.a.O. S. 36, 83ff.; E. Jammers, *Gedanken und Beobachtungen zur Geschichte der Notenschriften*, in: Festschrift Walter Wiora, Kassel 1967, S. 199; E. Neubauer, a.a.O. S. 119, 127.

<sup>34</sup> H.G. Farmer, *Historical facts*, a.a.O. S. 35; E. Neubauer, a.a.O. S. 119, 127.

<sup>35</sup> H. Oesch, *Guido von Arezzo*, Bern 1954, S. 5; E. Neubauer, a.a.O. S. 119, 127.

<sup>36</sup> H. Oesch, a.a.O. S. 6; E. Neubauer, a.a.O. S. 119, 127.

<sup>37</sup> O. Ursprung, *Um die Frage nach dem arabischen bzw. maurischen Einfluß*, a.a.O. S. 137-138, 356; E. Neubauer, a.a.O. S. 119-120, 127.

<sup>38</sup> *Zur Rolle der Araber in der Musikgeschichte des europäischen Mittelalters*, a.a.O. S. 122-123.

<sup>39</sup> H.G. Farmer, *al-Fārābī's Arabic-Latin writings on music*, London 1934 (Nachdr. New York 1965 und The Science of Music in Islam, Bd. 1, Frankfurt 1997, S. 463-533); E.A. Beichert, *Die Wissenschaft der Musik bei al-Fārābī*, Regensburg 1931, S. 24ff.; E. Neubauer, *Zur Rolle der Araber*, S. 123, 128.

<sup>40</sup> s. G. Pietzsch, *Die Klassifikation der Musik von Boetius bis Vgolino von Orvieto*, Halle 1929 (Nachdr. Darmstadt 1968), S. 79; E. Neubauer, a.a.O. S. 123, 128.

<sup>41</sup> G. Pietzsch, a.a.O. S. 78; E. Neubauer, a.a.O. S. 123, 128.

<sup>42</sup> H. Schipperges, *Einflüsse arabischer Wissenschaften auf die Entstehung der Universität*, in: *Nova Acta Leopoldina* (Halle) 27/1963/201-212; E. Neubauer, a.a.O. S. 123, 128.

darunter einige Teile seines *Kitāb aš-Šifā'* unter dem lateinischen Titel *Liber sufficientiae*.»

«Auf dem gleichen Wege der Übersetzungen und der Lehre an zunächst spanischen, italienischen und französischen Universitäten erlangte das Abendland auch Kenntnis von der ausgebildeten Theorie und Praxis arabischer Musiktherapie. Die Zügelung der Affekte durch Klänge und Melodien nahm einen wichtigen Platz in der Diätetik ihrer Medizin ein. Die Araber hatten ihre Lehre aus altgriechischer Theorie und spätantiker praktischer Erfahrung entwickelt; sie wußten, daß die Perser zur Zeit der Sasaniden die Melancholie durch Musik zu heilen versuchten, und die nachplatonische Ethoslehre wirkte ... bis hin zur Verbindung von Körpersäften mit den Saiten der Laute.»<sup>43</sup>

Mit zahlreichen Aufsätzen und monographischen Arbeiten hat sich Heinrich Schipperges in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts um die Frage der Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Medizin verdient gemacht. In voller Anerkennung der Bedeutung seiner zahlreichen Aufsätze seien hier vornehmlich die beiden Arbeiten erwähnt, die unsere Thematik auf breiter Basis behandeln. In einer der beiden, die den Titel *Ideologie und Historiographie des Arabismus*<sup>44</sup> trägt, übernahm Schipperges meines Wissens als erster die schwierige Aufgabe, die Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften aus historiographischer Sicht zu beurteilen. Er beginnt mit dem Zeitpunkt, an dem man sich des Phänomens bewußt wurde und verfolgt seine Entwicklung bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts. In seiner reichhaltigen Studie vermittelt uns Schipperges ein klares Bild von der antagonistischen Haltung, die seit dem 13. Jahrhundert gegenüber dem aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis übernommenen Wissensgut entstanden ist und trotz aller Bemühungen, diesem Erbe gerecht zu werden, beim heutigen Menschen zu

einer fast totalen Verkennung seiner großen Bedeutung geführt hat. Für Schipperges selbst ist das Phänomen des Arabismus eine «Erscheinung, die auf die Jahrhunderte mächtig eingewirkt hat und noch weiterwirkt, ohne die wir den Aufbau der modernen Welt nicht begreifen werden»<sup>45</sup>.

In der zweiten der beiden Arbeiten mit dem Titel *Die Assimilation der arabischen Medizin durch das lateinische Mittelalter*<sup>46</sup>, die uns bei unserem Vorhaben, vom wissenschaftshistorischen Phänomen der Übernahme der arabisch-islamischen Wissenschaften im Abendland und deren Nachwirkung ein der Wirklichkeit möglichst entsprechendes Bild zu gewinnen, außerordentlich hilfreich war, konzentriert sich Schipperges vor allem auf das Thema: «Wie ging die Rezeption der arabischen Medizin durch das lateinische Mittelalter vonstatten?»<sup>47</sup> Schipperges verwendet für die rezipierte Medizin öfter die Bezeichnung «griechisch-arabisch», worunter er die im arabisch-islamischen Kulturraum auf den Leistungen der griechischen Vorgänger aufbauende Heilkunst versteht. Nach der Abgrenzung des Themas greift er zunächst die Zeitspanne vom ausgehenden 11. bis zum Ende des 13. Jahrhunderts heraus, in der nach seiner Meinung «der Arabismus» eine grundlegende Rolle gespielt hat: «Die Übernahme der griechisch-arabischen Medizin wird nur aus der Sicht der lateinischen Überlieferung erwogen; die Untersuchung macht halt bei den Übersetzerpersönlichkeiten und ihren Werken, verfolgt nicht deren arabische Sujets, beschränkt sich vielmehr auf das lateinische Handschriftenmaterial»<sup>48</sup>. Schipperges sieht die ihm zugefallene Aufgabe darin, «mit den zeitbedingten Auffassungen über die Rezeptionsepoche das

<sup>43</sup> E. Neubauer, a.a.O. S. 123.

<sup>44</sup> Erschienen Wiesbaden 1961, s.o.S. 2.

<sup>45</sup> H. Schipperges, *Ideologie und Historiographie des Arabismus*, a.a.O. S. 5.

<sup>46</sup> Erschienen Wiesbaden 1964.

<sup>47</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 2.

<sup>48</sup> Ebd. S. 2.

Bild der gesamten mittelalterlichen Medizin systematisch in Frage zu stellen»<sup>49</sup>. Bei der Verfolgung dieses Zieles klammert er von vornherein die Berücksichtigung des heilkundlichen Stoffes und die Theorie aus. Er erreicht es auf der Grundlage eines historiographischen Überblickes «über das Urteil der Jahrhunderte in der Frage der Bedeutung der arabisch-lateinischen Übersetzungen für die abendländische Medizin»<sup>50</sup>.

Den Vorgang der Rezeption läßt Schipperges im 11. Jahrhundert in Salerno beginnen und verbindet ihn mit dem konvertierten Araber und späteren Mönch von Monte Cassino Constantinus Africanus (ca. 1015-1087), den Karl Sudhoff<sup>51</sup> im Jahre 1930 als «eine geradezu providentielle Persönlichkeit für die abendländische Medizin des Mittelalters» bezeichnet hatte. Constantinus stammte offenbar aus Carthago und fand seinen Weg, nach gründlichen und weit gefächerten Studien der Wissenschaften im Irak und anderen Ländern – wie es eine abendländische Quelle etwa 50 Jahre nach seinem Tode berichtet –, nach Salerno.<sup>52</sup> Er hatte dutzende arabischer Medizinbücher bei sich oder ließ sie nachkommen. Mit erstaunlichem Fleiß und sicherlich auch mit Unterstützung seiner Ordensbrüder gelang es ihm, mehr als 25 jener Bücher in lateinischer Sprache in Umlauf zu bringen. Er gab sie zum größten Teil als eigene Werke aus, einige wenige auch als Bücher griechischer Autoritäten. Das bedeutendste je-

ner Bücher war zweifellos das umfangreiche Lehrbuch der Medizin des ‘Alī b. al-‘Abbās al-Mağūsī (starb im letzten Viertel des 4./10. Jahrhunderts), das dem Būyidenfürsten ‘Aḏud-addaula (reg. 338/949-372/983) gewidmet war und den Titel *Kāmil aṣ-ṣinā‘a at-tibbīya* oder auch *al-Kunnāš al-malakī* trug.<sup>53</sup> Dieses in der lateinischen Version mit einem gräzisierten Titel *Liber pantegni* genannte Werk wurde von K. Sudhoff<sup>54</sup> als ein «aus einem Gusse» verfaßtes Werk beschrieben, «wie es in gleicher Ordnung und logischer Durchdringung als Ganzes die Griechenmedizin überhaupt nicht gekannt» habe.

Im Jahre 1127, genau 40 Jahre nach dem Tode von Constantinus, übersetzte Stephanus von Antiochia das Buch ein weiteres Mal ins Lateinische, diesmal unter dem Namen seines wahren Autors ‘Alī b. al-‘Abbās (*Liber completus artis medicinæ, qui dicitur regalis dispositio hali filii abbas...*).<sup>55</sup> Dieser Sachverhalt stand in deutlichem Gegensatz zu den Angaben von Constantinus, der sich selbst als Autor des Buches eingeführt hatte: «Er, Konstantin, habe, von dem großen Nutzen dieser Wissenschaft durchdrungen, zunächst zahlreiche lateinische Werke durchforscht und gefunden, daß sie für den Unterricht nicht geeignet seien. Dann habe

<sup>49</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation...* a.a.O. S. 9.

<sup>50</sup> Ebd. S. 9.

<sup>51</sup> *Konstantin der Afrikaner und die Medizinschule von Salerno*, in: Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin (Leipzig) 23/1930/293-298, bes. S. 293 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 43, S. 179-184, bes. S. 179).

<sup>52</sup> s. Rudolf Creutz, *Der Arzt Constantinus Africanus von Montekassino. Sein Leben, sein Werk und seine Bedeutung für die mittelalterliche medizinische Wissenschaft*, in: *Studien und Mitteilungen zur Geschichte des Benediktiner-Ordens und seiner Zweige* (München) 47 (N.F. 16), 1929, S. 1-44, bes. S. 2-3 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 43, S. 197-240, bes. S. 198-199).

<sup>53</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 320-322; Faksimile-Ausgabe des Buches in 3 Bänden Frankfurt, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1985.

<sup>54</sup> *Konstantin der Afrikaner*, a.a.O. S. 295 (Nachdr., a.a.O.S. 181).

<sup>55</sup> s. R. Creutz, *Der Arzt Constantinus Africanus von Montekassino*, a.a.O. S. 24 (Nachdr., a.a.O. S. 220). Dieser Stephanus stammte aus Pisa, begab sich später nach Syrien, hielt sich eine Weile in Antiochia auf und brachte medizinische Bücher mit zurück nach Pisa, darunter offenbar ein vollständiges Exemplar des Buches von ‘Alī b. al-‘Abbās, vgl. Charles Burnett, *Antioch as a link between Arabic and Latin culture in the twelfth and thirteenth centuries*, in: *Occident et Proche-Orient: Contacts scientifiques au temps des Croisades. Actes du colloque de Louvain-la-Neuve, 24 et 25 mars 1997*, hsg. von I. Draelants, A. Tihon und B. van den Abeele, [Turnhout:] Brepols 2000, S. 1-19, bes. S. 4-10 (s.u.S. 151 f.).

er auf die alten griechischen Autoren Hippocrates und Galenos zurückgegriffen und von den neueren auf Oribasius (von Byzanz), Alexander (von Tralles) und Paulus (von Ägina). Aber Hippocrates, den ausgezeichneten Beherrscher der Kunst, wolle er nicht allein nachahmen, weil er vielfach unklar und kurz sei. Galen habe sehr viele umfangreiche Werke geschrieben... aber ihr Umfang schrecke viele ab und meist seien daher höchstens 16 seiner Werke im Gebrauch.»<sup>56</sup> Nach der von Stephanus von Antiochia, dem zweiten Übersetzer des Buches, gegen Constantinus erhobenen Beschuldigung des Plagiaten wurde und wird bis in unsere Zeit seine Rolle als Autor ganz unterschiedlich beurteilt. Er wurde als «Plagiator» geschmäht, als «magister orientis et occidentis novusque effulgens Hippocrates» gerühmt und als «toler Mönch» diffamiert. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts beantragte schließlich ein französischer Medizinhistoriker, «daß ein Gelehrtenkongreß Europas Konstantin am Golfe von Salerno oder auf der Höhe von Monte-Cassino ein Denkmal setzen möge». Der nach Ansicht von Julius Hirschberg «von der Empfindung für geistiges Eigenthum noch nicht angekränkelte arabische Renegat und spätere Mönch von Monte Cassino»<sup>57</sup> wurde von Karl Sudhoff<sup>58</sup> wiederum gepriesen: «Konstantin hat Salerno die Zunge gelöst. Unter seinem Einfluß, durch seine Gaben befruchtet, hat es eine eigene Literatur nun geschaffen, das erste Literarische des abendländischen Mittelalters im Ärztlichen.

<sup>56</sup> R. Creutz, *Der Arzt Constantinus Africanus von Montekassino*, a.a.O. S. 17-18 (Nachdr., a.a.O. S. 213-214).

<sup>57</sup> Ebd. S. 1 (Nachdr., a.a.O. S. 197); J. Hirschberg, *Über das älteste arabische Lehrbuch der Augenheilkunde*, in: Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften (Berlin), Jahrgang 1903, S. 1080-1094, bes. S. 1088 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 23, S. 30-44, bes. S. 38).

<sup>58</sup> *Konstantin der Afrikaner und die Medizinschule von Salerno*, a.a.O. S. 297-298 (Nachdr., a.a.O. S. 183-184).

Und wenn man auch den rühmenden Floskeln seines Ordensgenossen Petrus Diaconus über ihn einiges wegstreichen muß aus ihrem Überschwang, so ist doch das Eine unbestreitbar: Er ist zum Lehrmeister des medizinischen Abendlandes geworden, zum «Magister Occidentis!» Sudhoff<sup>59</sup> wußte, daß Constantinus zahlreiche weitere arabische Medizinbücher in lateinischer Version unter seinem eigenen Namen in Umlauf gebracht hat und begründet dessen Vorgehen wie folgt: «Keinen Namen eines Verfassers setzt er bei den rein östlichen Autoren, denen auch eine Reihe kleinerer Sachen angehören mögen, wie ein Buch über den Coitus, eines über die Melancholie, eines über die Vergeßlichkeit und über die Elephantiasis, bei denen nur sein eigener Name genannt ist, wie beim «Viaticus» und dem «Pantegni», die unter seinem eignen Namen zu Unrecht gehen, obgleich sie nur Übersetzungen aus dem Arabischen sind. Vermutlich erhoffte er für sie ohne den Namen eines muslimischen Autors leichteren Eingang in die Salernischen Gelehrten-Kreise.»

Gegen diese Begründung Sudhoffs kann der Einwand erhoben werden, daß Constantinus auch die lateinische Version des Buches der Augenheilkunde (*Kitāb ‘Ašr maqālāt*) von Ḥunain b. Isḥāq<sup>60</sup> (194/809-260/873), der kein Muslim, sondern Christ war, dessen Namen und Religionszugehörigkeit er also mit Stolz hätte verkünden können, seinen Lesern als eigenes Werk dargeboten hat. Sein Prolog zu diesem Buch lautet in deutscher Übersetzung: «Die Worte, die wir im Buch «Pantegni» und «Viaticus» über die Augen hinlänglich erläutert haben, waren alles, was es in lateinischer Sprache gab, weil wir damals jenes Büchlein noch nicht

<sup>59</sup> *Constantin, der erste Vermittler muslimischer Wissenschaft ins Abendland und die beiden Salernitaner Frühscholastiker Maurus und Urso, als Exponenten dieser Vermittlung*, in: *Archeion* (Rom und Paris) 14/1932/359-369, bes. S. 362 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 43, S. 185-195, bes. S. 188).

<sup>60</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 247-256.



gekannt haben, das von den Augen handelt. Und deshalb habe ich, Constantinus, Mönch von Monte Cassino, Dir, Johannes, das Büchlein zusammengestellt, damit Du [noch mehr] findest, falls die Lehrsätze jener Bücher Dir nicht zu genügen scheinen, was auch immer Du über die Ursachen der Augenheilkunde kennenzulernen wünschst, das heißt über die Natur der Augen und deren Zusammensetzung.»<sup>61</sup>

Es erstaunt, daß Constantinus einerseits von einem ihm vorliegenden Büchlein spricht und sich damit verrät, und daß er sich andererseits in aller Klarheit als Verfasser ausgibt. Auf jeden Fall galt dieses Buch der Augenheilkunde über 800 Jahre lang als seine eigene Leistung, bis J. Hirschberg im Jahre 1903 nachweisen konnte, daß es eine Übersetzung des Buches von Ḥunain b. Ishāq ist. Es erstaunt umso mehr, als, wie Hirschberg ebenfalls festgestellt hat, das Buch Ḥunains in einer weiteren lateinischen Übersetzung, dieses Mal als Werk von Galen und mit dem Namen Demetrio als Übersetzer, Jahrhunderte lang im Abendland zirkulierte. Constantinus' Buch «stimmt aber auf das allergenaueste mit dem sogenannten *Galenus de oculis liber a Demetrio translatus* überein. Es hat keinen Satz mehr oder weniger, hat auch dieselbe Reihenfolge der behandelten Gegenstände, – nur eine andere Capiteleintheilung, und endigt früher als jenes, da ihm der letzte Abschnitt (die zehnte Makale) von den Collyrien abgeht.»<sup>62</sup>

Zur Klärung der Frage, wie Constantinus mit seinen arabischen Vorlagen umging, sei hier als weiteres Beispiel sein *De melancholia* erwähnt. In handschriftlicher Überlieferung ist das Buch, das 1536 als Werk von Rufus (von Ephesos) gedruckt wurde, Constantinus zugeschrieben, getreu seiner Aussage im Incipit des Buches:

«Ich, Konstantinus, stellte dieses Büchlein aus vielen Werken unserer auf diesem Gebiete erfahrensten Ärzte zusammen, indem ich alles, was mir vorzüglich schien, in Auszügen einfügte. Wir sehen, daß Rufus, der hochberühmte Arzt, ein Buch über die Melancholie verfaßt und im ersten Teile vieles über die Krankheitszeichen der Melancholiker gesagt hat. Rufus hat das genannte Buch über die hypochondrische Form der Melancholie geschrieben; aber er hat auch die beiden anderen Formen berührt und gekannt.»<sup>63</sup>

Das Incipit kann uns als aufschlußreiches Beispiel dafür dienen, wie Constantinus mit seinen arabischen Vorlagen umging. Er ersetzte den Namen des wahren Verfassers durch seinen eigenen, wie ein Vergleich mit dem Incipit des Originals zeigt.<sup>64</sup> Auch wenn wir die Beispiele aus dem Corpus Constantinum vermehren, das Bild, das wir gewinnen, bleibt dasselbe. Es sind sehr freie Übersetzungen mit willkürlichen

<sup>63</sup> R. Creutz und W. Creutz, *Die «Melancholia» bei Konstantinus Africanus und seinen Quellen. Eine historisch-psychiatrische Studie*, in: Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten (Berlin) 97/1932/244-269, bes. S. 261 (Nachdr. in: Islamic Medicine Bd. 43, S. 312-337, bes. S. 329).

<sup>64</sup> «Dieses Büchlein verfaßte der Arzt Ishāq b. 'Imrān über die als Melancholie bekannte Krankheit, nämlich die trübsinnige Schwermut, und zwar als Gedächtnisstütze für ihn selbst im Hinblick auf einen etwaigen Gedächtnisschwund, besonders wenn er sich dem Greisenalter nähert, das Plato die Mutter des Vergessens zu nennen pflegte, wie auch zugunsten der Interessenten unter den Freunden der Medizin und Anhängern der Philosophie. Ishāq b. 'Imrān sagte: Bei keinem der Vorgänger habe ich eine befriedigende Schrift über die Melancholie oder ein entschiedenes Wort über diese Krankheit gelesen, es sei denn von einem Mann aus der Reihe der Vorgänger namens Rufus aus Ephesos», mit geringfügigen Änderungen der Übersetzung von Karl Garbers entnommen, *Ishāq ibn 'Imrān, Maqāla fī l-māliḥīyā (Abhandlung über die Melancholie) und Constantini Africani Libri duo de melancholia*, Hamburg [1977], S. 1; vgl. mit der deutschen Übersetzung von A. Bumm, *Die Identität der Abhandlungen des Ishāq Ibn 'Amrān und des Constantinus Africanus über die Melancholie*, München 1903, S. 9-10.

<sup>61</sup> Deutsche Übersetzung aus *Der «Liber de oculis» des Constantinus Africanus. Übersetzung und Kommentar* von Dominique Haefeli-Till, Zürich 1977, S. 22.

<sup>62</sup> J. Hirschberg, *Über das älteste arabische Lehrbuch der Augenheilkunde*, a.a.O. S. 1088 (Nachdr., a.a.O. S. 38); vgl. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 252.

Auslassungen unter Beseitigung von Namen arabischer Ärzte, vor allem derjenigen der eigentlichen Autoren. Diese Art lateinischer Schriften, die im elften Jahrhundert in Salerno entstanden, waren nach Schipperges' Worten das Resultat einer «ersten Rezeptionswelle»<sup>65</sup> auf dem Gebiet der Medizin. Nach seiner Meinung «lassen die sachlichen Ordnungselemente einen systematischen Aufbau des Corpus erkennen»<sup>66</sup>. An diesem Punkt komme ich zu einer anderen Ansicht. Die Originalschriften des Corpus bestanden aus medizinischen Werken, die im westlichen Nordafrika geläufig waren. Constantinus' Auswahl war nicht gezielt, sondern zufällig. Er nahm, was er ohne große Mühe sammeln konnte, brachte die arabischen Schriften nach Salerno und machte sie, soweit möglich, mit Hilfe seiner Ordensbrüder in lateinischer Sprache zugänglich. Eine gezielt systematische Arbeit kann man bei ihm nicht erwarten.

Was die Nachwirkung des Constantinus angeht, so ist Schipperges der Meinung, daß ihm keine «strategische Wirkung» auf die abendländische Heilkunde zugekommen sei. «So wichtig das Corpus Constantinum auch für Salerno werden sollte, für die übrigen europäischen Schulen hatte es nur eine vorbereitende Wirkung.»<sup>67</sup> Mit dieser Beurteilung hat Schipperges insofern recht, als er diese erste Welle der Rezeption medizinischer Werke mit der zweiten Welle vergleicht, die über die Iberische Halbinsel erfolgte. Doch sollte man die Bedeutung der vorbereitenden Wirkung nicht unterschätzen. Außerdem wurden jene Übersetzungen von mehr als zwanzig Werken mit Ausnahme einer einzigen nicht durch bessere ersetzt, sondern blieben Jahrhunderte lang als Werke von Constantinus in Umlauf.

Was Constantinus' Umgang mit seinen Vorlagen betrifft, so vermeidet es Schipperges, ihn als Plagiator zu bezeichnen. Man könne seine

Leistung nicht mit dem üblichen Terminus *Rezeption* bezeichnen, vielmehr habe man es dabei von Anfang an mit einer Verarbeitung der fremden Bildungstoffe zu einem bestimmten organischen Zweck in Form einer bewußten *Ko- adunation* (der Interpretation einer Lehre für ein weiteres Publikum) und *Adaptation* zu tun. Dafür sei der Begriff *Assimilation* angemessen.<sup>68</sup> Ich glaube jedoch nicht, daß Schipperges der Art und Weise des Constantinus, mit seinen Vorlagen umzugehen, mit diesen Bezeichnungen gerecht wird. Es handelt sich meines Erachtens bei seinen Übersetzungen lediglich um eine Form der *Rezeption*. In keinem Fall hätte Constantinus die Namen der eigentlichen Verfasser der von ihm übersetzten Werke unterschlagen dürfen. Es fragt sich, weshalb er sich so verhalten hat. Im Jahre 1930 meinte dazu Hermann Lehmann<sup>69</sup>, «ich kann es mir nicht anders denken, als daß er dadurch habe seine Prägnanz vor den Augen der Hochschule zu Salerno erhöhen wollen». Ich komme zu einer differenzierteren Erklärung, wonach der plagiatorische Umgang des Constantinus mit seinen Vorlagen auf mehr als einen Faktor zurückzuführen ist.

1. Der aus dem 13. Jahrhundert erhaltene Bericht über Constantinus' Entscheidung, arabische medizinische Bücher nach Salerno zu bringen, scheint mir aufschlußreich zu sein. Danach soll Constantinus einen Arzt in Salerno gefragt haben, ob man dort «denn auch auskömmlich mit medizinischer Literatur in lateinischer Sprache versehen sei, was nicht behauptet werden konnte. Man habe sich durch die praktische Ausübung <Studio et exercitio> Kenntnisse angeeignet und brauche sie.»

«Konstantinus habe daraus seine Kulturaufgabe erfaßt, sei nach Karthago zurückgekehrt... und habe sich erneut mit der Heilkunde befaßt drei

<sup>65</sup> *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 50.

<sup>66</sup> Ebd. S. 53.

<sup>67</sup> Ebd. S. 53-54.

<sup>68</sup> Ebd. S. 52.

<sup>69</sup> *Die Arbeitsweise des Constantinus Africanus und des Johannes Afflacijs im Verhältnis zueinander*, in: *Archeion* (Rom) 12/1930/272-281, bes. S. 280 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 43, S. 338-347, bes. S. 346).

Jahre lang, habe auch reichlich arabische medizinische Lehrbücher zusammengebracht, ... sei dann... zu Schiffe gegangen, ... von einem Sturme überfallen, ... der seine handschriftlichen Schätze schwer schädigte... Mit dem Rest seiner Handschriftenschätze sei er schließlich glücklich bis Salerno gelangt.»<sup>70</sup>

Das für unsere Frage ausschlaggebende Moment an diesem Bericht dürfte sein, daß die medizinische Tätigkeit der Mönche in dem oberhalb Salernos liegenden Kloster Monte Cassino, denen sich Constantinus anschloß, ausschließlich praktischer Natur gewesen sein soll und daß die Mönche keine oder nur geringe schriftstellerische Erfahrung zumindest auf medizinischem Gebiet besaßen. Folglich war von ihnen keine Betroffenheit gegenüber der von Constantinus verursachten Unsicherheit in der Autorschaftsfrage der aus dem Arabischen übersetzten Bücher zu erwarten.

2. Constantinus selbst war seinen Ordensbrüdern durch seine Sprachkenntnisse, vom Verständnis der Thematik her und auch schriftstellerisch weit überlegen. Er wurde von den Mönchen vermutlich hofiert und konnte frei und selbständig über die Frage der Autorschaft entscheiden.

3. Daß er die Namen der arabischen Autoren der übersetzten Werke und die darin zitierten arabischen Quellen zu Gunsten der griechischen Elemente verschweigt, scheint religiös motiviert gewesen zu sein.<sup>71</sup>

Den Beginn der zweiten Rezeptionsphase der arabischen Medizin sieht Schipperges in der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts in Toledo, das von 711 bis 1085 unter arabischer Herrschaft

gestanden hatte. Nicht ohne Einfluß der bereits im 10. Jahrhundert auf der Iberischen Halbinsel begonnenen sporadischen Übersetzungen arabischer Bücher<sup>72</sup> ins Lateinische kam es in Toledo zu einer intensiven «Rezeption des arabischen Aristoteles»<sup>73</sup>. Die Stadt bot den christlichen Eroberern nicht nur eine Fülle schriftlicher Zeugnisse arabisch-islamischer Gelehrsamkeit, sondern auch «ihrer sprachlichen und kulturellen Zusammensetzung nach das geeignete Klima für einen umfassenden Kulturaustausch»<sup>74</sup>. Die peripatetische Enzyklopädie, die mit dieser Welle der Rezeption das Abendland erreichte, bezeichnet Schipperges als «neuen Aristoteles»<sup>75</sup>. Es war das *Kitāb aš-Šifā'* des Abū 'Alī Ibn Sinā (Avicenna, 980-1037), eine Bearbeitung des aristotelischen Corpus.<sup>76</sup> In einer weiter entwickelten Phase des Übersetzungsprozesses in Toledo sieht Schipperges die dritte Rezeptionswelle der arabischen Medizin im Abendland. Sie fand in der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts statt; ihre bedeutendste Übersetzerpersönlichkeit war Gerhard von Cremona (ca. 1114-1187). Von den Werken des Abū Bakr ar-Rāzī<sup>77</sup> (Rhazes, 865-925) übertrug er die Bücher *al-Kitāb al-Manšūrī fī ṭ-ṭibb (Liber medicinalis ad Almansorem)*, *Kitāb at-Taqāsīm (Liber divisionis)* und *Kitāb al-Ġadarī wa-l-ḥaṣba (De variolis et morbillis)*. «Mit dieser Schriftenreihe war das Fundament einer Pathologie und Therapie ausreichend gelegt. Das mächtige Schlußwerk des Rhazes, *Al-Hāwī* oder *Continens*, wurde erst 100 Jahre später durch Farağ ben Sālim übersetzt,»<sup>78</sup> und blieb unvollendet.

<sup>70</sup> Karl Sudhoff, *Constantin, der erste Vermittler muslimischer Wissenschaft ins Abendland...*, a.a.O. S. 360-361 (Nachdr., a.a.O. S. 186-187).

<sup>71</sup> Eine Reihe rezenter Studien über Constantinus Africanus wurde herausgegeben von Charles Burnett und Danielle Jacquart, *Constantine the African and 'Alī ibn al-'Abbās al-Mağūsī. The Pantegni and related texts*, Leiden etc. 1994.

<sup>72</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 87.

<sup>73</sup> Ebd. S. 55 ff.

<sup>74</sup> Ebd. S. 56.

<sup>75</sup> Ebd. S. 56.

<sup>76</sup> Ebd. S. 58.

<sup>77</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 274-294.

<sup>78</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 93.

Von größter Bedeutung für den Prozeß der Rezeption der arabischen Medizin in Toledo war die Übersetzung des *Kitāb al-Qānūn fi ṭ-ṭibb* (*Liber canonis de medicina*) von Abū ‘Alī Ibn Sīnā, ebenfalls durch Gerhard von Cremona, das «auch für das Abendland der Kodex für die Grundregeln einer wissenschaftlichen Medizin»<sup>79</sup> schlechthin geworden ist.

Auch der von Gerhard von Cremona übersetzte 30. Traktat über Chirurgie aus dem Lehrbuch der Gesamtmedizin (*at-Taṣrīf li-man ‘ağiza ‘an at-taṣnīf*) von Abu l-Qāsim Ḥalaf b. ‘Abbās az-Zahrāwī<sup>80</sup> (gest. gegen 400/1010) ist hier zu nennen. Dieser im Abendland unter dem Titel *Cirurgia Albucasis* oder *Tractatus de operatione manus*<sup>81</sup> bekannte Text hat das Fach Jahrhunderte lang beeinflußt.

Ferner ist hier zu erwähnen, daß auch die «Einführung in die Medizin» (*al-Mudḥal ila ṭ-ṭibb* oder *Masā’il fi ṭ-ṭibb li-l-muta‘allimīn*) von Ḥunain b. Ishāq<sup>82</sup> (809-873), die das Abendland bereits durch eine Übersetzung von Constantinus Africanus unter dem Titel *Ysagoge Iohannicii ad tegni Galieni* erreicht hatte,<sup>83</sup> im Zuge der Toledaner Übersetzungswelle medizinischer Bücher von einem Marcus von Toledo als *Liber introductorius in medicinam* in Umlauf gebracht wurde. Die Schrift gehörte zu den verbreitetsten medizinischen Handbüchern in Europa und wurde «weit bis ins siebzehnte Jahrhundert an allen Hochschulen gelesen»<sup>84</sup>.

Im zweiten Teil seines Buches, der «Persönlichkeiten und Zentren der Assimilation» gewidmet ist, versucht Schipperges, zumindest in Bezug auf das 13. Jahrhundert, die Frage zu klären, was

aus den in den genannten drei Wellen übersetzten arabischen Büchern geworden ist. «Welche Rolle haben die übernommenen und assimilierten Texte für die europäische Medizin gespielt? In welchen Formen und auf welchen Wegen ist die neue Bildungsmasse der mittelalterlichen Heilkunde einverleibt worden? Wer waren die Träger dieser Übertragungen, Auseinandersetzungen, Kodifizierungen? Was ist das Schicksal dieser Elemente gewesen, die als Arabismus im weiteren Sinne durch das späte Mittelalter laufen?»<sup>85</sup>

Zur Beantwortung dieser Fragen richtet Schipperges sein Augenmerk auf die «Assimilationszentren» in Frankreich, England und Süditalien. In Chartres, wo man schon gegen Ende des 10. Jahrhunderts mit arabischer Naturkunde in Kontakt gekommen war, brachte das 12. Jahrhundert die Bekanntschaft mit Aristoteles (Arabus) und mit arabischer Astronomie und Medizin.<sup>86</sup> Nach der Rückeroberung der spanischen Provinzen kommt es in den französischen Schulen «zur Rezeption des arabischen Bildungsgutes aus den unter arabischen Einflüssen stehenden Kulturzentren. Anfang des 12. Jahrhunderts finden wir in Südfrankreich die ersten Dokumente einer neuen wissenschaftlichen Blüte als Frucht des Kontaktes mit den arabischen Wissenschaften.»<sup>87</sup>

«Gegen die Mitte des 12. Jahrhunderts tritt ein Übersetzerzentrum in Toulouse ins Gesichtsfeld. Es fußt auf der französischen Tradition und bildet bald eine Brücke zu den spanischen Bildungsstätten.»<sup>88</sup> Die bedeutendsten Übersetzer der Toulouser Schule im 12. Jahrhundert waren Hermannus Dalmata und Robertus Ketenensis. Die von ihnen übersetzten Bücher gehören überwiegend in die Bereiche Astronomie, Astrologie und Physik.

<sup>79</sup> s. H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 93.

<sup>80</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 323-235.

<sup>81</sup> s. H. Schipperges, a.a.O. S. 95.

<sup>82</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 247-256.

<sup>83</sup> s. H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 33, 89.

<sup>84</sup> H. Schipperges, *Eine griechisch-arabische Einführung in die Medizin*, in: Deutsche medizinische Wochenschrift (Stuttgart) 87/1962/1675-1680, bes. S. 1675.

<sup>85</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 107.

<sup>86</sup> Ebd. S. 111-118

<sup>87</sup> Ebd. S. 123-124.

<sup>88</sup> Ebd. S. 124.



«Die Schule von Toulouse hat zu Anfang des 13. Jahrhunderts weitere Bedeutung bekommen, als nach dem Pariser Aristoteles-Verbot vom Jahre 1215 dieser Ort zu einem Garant der weiterwirkenden Aristotelischen Tradition wurde; Philosophie und Naturwissenschaften fanden dabei eine besondere Pflege. 1245 wurde das Verbot zwar durch Papst Innozenz IV. auch auf die Universität von Toulouse ausgedehnt und 1263 durch Urban IV. erneuert. Eine praktische Wirkung haben diese Dekrete nicht mehr gehabt.»<sup>89</sup>

In den französischen Vermittlerzentren spielten jüdische Gelehrte durch Übertragungen arabischer Werke ins Hebräische und Lateinische eine große Rolle. Im Zusammenhang mit jenen Gelehrten macht Schipperges auf zwei wichtige kultur- und wissenschaftshistorisch bedeutsame Tatsachen aufmerksam. Erstens waren die Wirkungsstätten der Übersetzer eng mit der Synagoge verknüpft, wie im islamischen Bereich die Medrese mit der Moschee, «ein Tatbestand, der der abendländischen Institution der Cathedral- und Klosterschulen entgegenkommen mußte und insofern ein nicht zu unterschätzendes Moment bei den Assimilationsprozessen gebildet hat»<sup>90</sup>. Zweitens überrascht die den Schulen des französischen Raumes und den dort wirkenden jüdischen Übersetzern gegenüber geübte Toleranz, wenn man bedenkt, daß Christen im Jahre 1241 exkommuniziert werden konnten, wenn sie sich von jüdischen Ärzten behandeln ließen.<sup>91</sup>

In Paris, wo im Jahre 1215 das Studium des Aristoteles verboten worden war, erlangte seit der Mitte des 13. Jahrhunderts in enger Verbindung mit dem latinisierten Ibn Sīnā (Avicenna) der «neue Aristoteles» (Aristoteles Arabus) einen siegreichen Durchbruch.<sup>92</sup> Dabei fällt auf, daß «die rationalistische Aufklärung der aver-

roistischen Philosophie...um die Mitte des 13. Jahrhunderts schon offiziell bekämpft und verurteilt wird»<sup>93</sup>.

«Averroes, für das Mittelalter ein Symbol alles Häretischen, wurde nicht als historische Gestalt genommen, sondern als Kampfmittel der gegeneinanderschlagenden Meinungen des 13. Jahrhunderts. Ihm hat man in den Mund gelegt, was man in keiner literarischen Form auszudrücken wagte, in ihm wurde aber auch allen extremen Systemen unterschiedlos der Kampf angesagt. Erst die theologischen Vertreter des 14. Jahrhunderts haben versucht, den reinen Averroismus zu rektifizieren. Über Averroes wurde Paris der Ort der Auseinandersetzung mit der arabisierten Antike in ihrer extremsten Form.»<sup>94</sup>

«Für das 13. Jahrhundert ist an der Schule von Paris Averroes mehr die Verkörperung der spekulativen Bestrebungen im Rahmen der Medizin und Naturphilosophie gewesen, während in der praktischen Medizin auch hier Avicenna seine zentrale Stellung halten konnte.»<sup>95</sup>

Nach seinem Überblick über die französischen Schulen geht Schipperges zur Begegnung der Engländer mit dem Arabismus über<sup>96</sup>: «Schon eine Generation nach Constantinus Africanus kommt es aus dem angelsächsischen Raum zu einer wissenschaftlichen Wanderbewegung nach den arabisierten Zentren in Süditalien und Spanien, die zu einer neuen und spontanen Assimilationswelle führen sollte. Thema ist zunächst nicht die Heilkunde, sondern die neue Mathematik und Astronomie, die aber gleichwohl für die Grundlegung der neuen Natursicht, damit auch für die wissenschaftliche Fundierung der Medizin, von großer Bedeutung werden sollte.»

«Die angelsächsischen Pioniere treten im spanisch-fränkischen Raum oder im südlichen Italien in eine besonders lebhaft Auseinander-

<sup>89</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation...* a.a.O S. 126-127.

<sup>90</sup> Ebd. S. 128.

<sup>91</sup> Ebd. S. 128.

<sup>92</sup> Ebd. S. 129 ff.

<sup>93</sup> Ebd. S. 136.

<sup>94</sup> Ebd. S. 137-138.

<sup>95</sup> Ebd. S. 138.

<sup>96</sup> Ebd. S. 142 ff.

setzung mit der neuen Wissenschaft und kommen zu einer weitangelegten und originellen Assimilation des neuen Materials, das nach ihrer Rückkehr an die alten Schulen, deren Verstaubtheit sie erkennen und deren Verkrustung sie aufbrechen wollen, der Baustoff für die wissenschaftlichen Zentren des 13. Jahrhunderts in England geworden ist.»<sup>97</sup>

Der bedeutendste Repräsentant dieser Strömung war Adelard von Bath<sup>98</sup> (wirkte 1116-1142). Nach längeren Aufenthalten an Zentren der Assimilation in Frankreich, Spanien, Italien und Syrien kehrte er nach England zurück. Durch Übersetzungen aus dem Arabischen ins Lateinische hat er einige bedeutende astronomisch-astrologische und mathematische Bücher in Europa zugänglich gemacht.<sup>99</sup> Möglicherweise war er nicht nur der erste Engländer, sondern der erste Europäer überhaupt, der das höhere Niveau der arabisch-islamischen Wissenschaften gegenüber dem seines eigenen Kulturkreises zur Sprache gebracht hat (s.u.S. 138).<sup>100</sup> Zu

<sup>97</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 143.

<sup>98</sup> Über ihn s. Marshall Clagett in: *Dictionary of Scientific Biography* Bd. 1, New York 1970, S. 61-64.

<sup>99</sup> s. *Adelard of Bath. An English scientist and Arabist of the early twelfth century*, ed. Charles Burnett, London 1987, mit folgenden Beiträgen: Margaret Gibson, *Adelard of Bath*; Alison Drew, *The De eodem et diverso*; Dafydd Evans, *Adelard on Falconry*; Charles Burnett und Louise Cochrane, *Adelard and the Mappae clavicula*; Gillain Evans, *A note on the Regule abaci*; André Allard, *L'époque d'Adelard et les chiffres arabes dans les manuscrits latins d'arithmétique*; Richard Lorch, *Some remarks on the Arabic-Latin Euclid*; Menso Folkerts, *Adelard's version of Euclid's Elements*; Charles Burnett, *Adelard, music and the quadrivium*; Raymond Mercier, *Astronomical tables in the twelfth century*; Emmanuel Poulle, *Le traité de l'astrolabe d'Adelard de Bath*; Charles Burnett, *Adelard, Ergaphalau and the science of the stars*; John North, *Some Norman horoscopes*; Charles Burnett, *The writings of Adelard of Bath and closely associated works, together with the manuscripts in which they occur*.

<sup>100</sup> Ich übernehme von Margaret Gibson (*Adelard of Bath*, a.a.O. S. 9 und 16) zwei Passagen in englischer Übersetzung aus seinen *Quaestiones naturales* (lat. Text

den weiteren Vermittlerfiguren, die die neuen naturwissenschaftlichen Kenntnisse in England bekannt gemacht haben, gehören Robertus de Losinga<sup>101</sup>, der von 1079 bis 1095 Bischof von Hereford war, und vor allem Walcher von Malvern (gest. 1135). Dieser in Lothringen geborene Gelehrte besuchte Italien und kam 1091 nach England. Er führte die Assimilation im Sinne Adelards von Bath fort.<sup>102</sup> In Malvern (bei Hereford) gründete zudem Roger von Hereford in der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts ein Zentrum arabistischer Studien.<sup>103</sup>

Beim Thema Arabismus und England darf Robertus Ketenensis nicht vergessen werden. Zwar war er kein Engländer, doch stand er laut Schipperges «in direkter Tradition des Adelard von Bath». Seine Bildung verdankte er dem arabischen Spanien, er wirkte an der Schule von Chartres und ist seit 1147 in London nachweisbar. Er war es, der die arabische Algebra und Alchemie in die englischen Schulen eingeführt hat.<sup>104</sup>

Als bedeutender Repräsentant der angelsächsischen Rezeptions- und Assimilationsbewegung begegnet uns in der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts Daniel von Morley. Nach einem Aufenthalt in Toledo, wo er zum Schülerkreis von Gerhard von Cremona gehört hatte,<sup>105</sup> kehrte er

---

hsg. von M. Müller in: *Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters* 31/1934/bes. S. 4 und 12), in denen er das Wort an seinen Neffen richtet: «We agreed that I would investigate the learning of the Arabs to the best of my ability; you on your part would master the unstable doctrines of the French», und «of course God rules the universe, but we may and should enquire into the natural world. The Arabs teach us that»; vgl. Ch. Burnett, *Adelard of Bath, Conversations with his nephew*, Cambridge 1998, S. 91, 97-99, 103; H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 144.

<sup>101</sup> s. H. Schipperges, a.a.O. S. 149-150.

<sup>102</sup> Ebd. S. 150.

<sup>103</sup> Ebd. S. 150.

<sup>104</sup> Ebd. S. 151-152.

<sup>105</sup> s. Valentin Rose, *Ptolemäus und die Schule von Toledo*, in: *Hermes* (Wiesbaden) 8/1874/327-349, bes. S. 330.

um 1177 mit einer großen Zahl arabischer Bücher in seine Heimat zurück. Ob er selbst etwas davon übersetzt hat, wissen wir nicht. Seine Wirkung im Sinne des Arabismus erreichte er mehr «in seiner persönlichen Vermittlung»<sup>106</sup>, als mit seinem wenig erfolgreichen *Liber de naturis inferiorum et superiorum*.<sup>107</sup>

Schipperges beschließt seine Übersicht über die Aneignung der arabischen Medizin im europäischen Mittelalter mit einem Kapitel über die Strömungen der Assimilation in Süditalien. Seine wertvollen Ausführungen vermitteln ein lebendiges Bild der Situation in Sizilien, wo nach der arabischen Eroberung, vom 9. bis zum 11. Jahrhundert, «ein natürliches Bindeglied zwischen den östlichen und westlichen Kulturen»<sup>108</sup> bestand. Dort gewann der Assimilationsprozeß vor allem durch die Person Kaiser Friedrichs II. (reg. 1212-1250) eine neue Qualität. Der Kaiser war «durch persönliche Neigungen und private Begegnungen nach dem arabischen Kulturkreis orientiert»<sup>109</sup>. Auf die Frage, welcher Art und wie bedeutsam die Früchte dieser Begegnungen waren, werden wir in anderem Zusammenhang zurückkommen. Hier seien nur die Namen der von Schipperges angeführten Gelehrten erwähnt, die am Assimilationsprozeß beteiligt waren. Die bedeutendste Persönlichkeit aus dem Gelehrtenkreis Friedrichs II. war Michael Scotus. Dieser Philosoph, Alchemist, Astrologe und Übersetzer<sup>110</sup> wurde nach Tätigkeiten in Toledo und Bologna vom Kaiser nach Palermo berufen.

In seine «sizilianische Übersetzungsperiode brachte Michael Scotus Geist und Technik der wissenschaftlichen Tradition Spaniens mit, insonderheit seine fachlichen Kenntnisse des *neuen Aristoteles* [Aristoteles Arabus], der Medizin und Musik, der Meteorologie und Alchemie»<sup>111</sup>. Die von ihm in Palermo übersetzten Werke sollen hier unerwähnt bleiben, doch wollen wir auf die von Schipperges angesprochene Tendenz einer im Namen des Michael Scotus verzerrten Übersetzungsliteratur hinweisen, die einen für die Geschichte der Wissenschaften verderblichen Umgang mit den Quellen verrät und «in den handschriftlichen Entartungserscheinungen des 14. und 15. Jahrhunderts eine Unmenge von unwissenschaftlichen und verwirrten Traktaten» hervorgebracht hat. So soll nach einer Pariser Handschrift Michael Scotus den Averroes aus dem Griechischen übersetzt haben.<sup>112</sup> Ein noch gravierendes Beispiel bietet «eine Handschrift des 16. Jahrhunderts, die nach einem fingierten arabischen Text, geschrieben in grün, rot und schwarz, die lateinische Interpretation bringt». Die angeblich arabische Schrift, als deren Verfasser sich ein Michael Scotus aus Prag zu erkennen gibt, führt unter den *secreta natura* eine Fülle abergläubischer Vorstellungen in die Medizin ein. Von wissenschaftshistorischer Bedeutung ist dabei, worauf Schipperges hinweist, daß die Tendenz, in die Medizin Astrologie und Magie zu integrieren und diese Lehre unter Berufung auf arabische Autoritäten in Umlauf zu bringen, bis ins frühe 16. Jahrhundert hinein verfolgt werden kann.<sup>113</sup> Unser Hinweis auf die verdienstvolle Darstellung des Prozesses der Rezeption und Assimilation der «arabischen» Medizin durch Heinrich Schipperges sei mit einem Zitat aus seiner Zusammenfassung abgeschlossen<sup>114</sup>: «Gehen wir

<sup>106</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 153.

<sup>107</sup> Hsg. von Karl Sudhoff, *Daniels von Morley liber de naturis inferiorum et superiorum...* in: *Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik* (Leipzig) 8/1917-18/1-40.

<sup>108</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 164.

<sup>109</sup> Ebd. S. 166.

<sup>110</sup> G. Sarton, *Introduction to the history of science*, vol. 2, part 2, S. 579-582.

<sup>111</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 173.

<sup>112</sup> Ebd. S. 175.

<sup>113</sup> Ebd. S. 176.

<sup>114</sup> Ebd. S. 187-188.

die gesamte Rezeptionsepoche ihrer Intensität nach an, so finden wir unter dem Aspekt der Rezeptionsströmungen zunächst eine Gruppe von *Initiatoren* wie Constantinus Africanus, Adelard von Bath, Dominicus Gundissalinus; sodann *Inkubationsperioden* wie in Salerno und Chartres, andauernd und protrahiert auch im südlichen Italien; eine weitere Gruppe *propagatorischer Vermittler* wie Petrus Venerabilis, Raymundus von Toledo, Friedrich II. von Sizilien; eine Gruppe von *Realisatoren* schließlich, die sich um Persönlichkeiten wie Gerhard von Cremona, Michael Scotus und Hermannus Dalmata scharen oder in Figuren wie Wilhelm von Conches oder Petrus Hispanus konstituierende Bedeutung gewinnen.»

«Vom Aspekt der Assimilationsbewegung aus können wir unterscheiden: eine *pure Rezeptions-epoche*, die sich rein registrierend des Materials bemächtigt, die aber lediglich im 10. und 11. Jahrhundert für die Mathematik und Astronomie erkenntlich ist; eine *imitative Rezeptionsphase*, in der versucht wurde, durch Kompendien und Kompilation einen Begriff von der arabischen Wissenschaft zu vermitteln; eine *produktive Phase*, die wie in Chartres und Toledo das neue Material auch schöpferisch interpretiert, und schließlich eine *kritisch-synthetische Assimilation*, die in den Versuchen des 13. und 14. Jahrhunderts steckengeblieben ist.»

Abschließend sei hier die Geographie zusammen mit der Kartographie behandelt. Es ist eines jener Gebiete der arabisch-islamischen Wissenschaften, bei denen die Frage der Rezeption und Assimilation bereits einigermaßen umfassend dargestellt worden ist. Zunächst ist es erstaunlich, daß keines der klassischen Werke der einheimischen Anthropogeographie, ein Fach, in dem der arabisch-islamische Kulturkreis ein bedeutendes Niveau erreicht hat, europäischen Kosmographen zur Kenntnis gelangt ist. Seit langem beschäftigt mich die Frage nach den Gründen, aus welchen keines dieser Werke ins Lateinische übersetzt worden ist. Fehlte viel-

leicht das Interesse an der Thematik? Selbst wenn wir die klassischen geographischen Werke des 4./10. Jahrhunderts beiseite lassen, bleibt die Frage, weshalb im Abendland die Wirkung der Geographie al-Idrisis, die in Sizilien entstanden ist, auf ihre Karten beschränkt blieb. Sollte man nicht vielleicht die Tatsache, daß die geographische Wissenschaft im Abendland vom Mittelalter bis zum 16. Jahrhundert keinen wesentlichen Fortschritt erzielt hat und das Niveau der Anthropogeographie, wie wir es aus dem arabisch-islamischen Bereich kennen, in Europa erst im 19. Jahrhundert erkennbar wird, damit in Verbindung bringen, daß nicht ein einziges der arabischen Grundwerke dieser Disziplin im Rahmen einer der Rezeptionswellen ins Lateinische oder eine andere europäische Sprache übersetzt worden ist?

Es scheinen sogar arabische geographische Werke, die sich auf der Iberischen Halbinsel durch Übersetzungen einer gewissen Bekanntheit erfreuten, in den Nachbarländern Spaniens keine Aufmerksamkeit gefunden zu haben. Die Beobachtung sei an einem Beispiel veranschaulicht. Die Geographie Andalusiens von Abū Bakr Aḥmad b. Muḥammad b. Mūsā ar-Rāzī<sup>115</sup> (274/887-344/955) wurde im Auftrag des portugiesischen Königs Denis (1279-1325) von einem des Arabischen unkundigen Mönch namens Gil Peres nach der mündlichen Übersetzung des Muslims Maese Mohamed (al-mu‘allim Muḥammad) ins Portugiesische übertragen. Daraus flossen eine kastilische Version und mehrere kastilische Adaptationen.<sup>116</sup> Vor seiner portugiesischen Übersetzung scheint das Buch in Spanien sehr bekannt gewesen zu sein. Wie wir heute durch eine Studie des französischen Mediävist-

<sup>115</sup> s. C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 1, S. 150, Suppl.-Bd. 1, S. 231.

<sup>116</sup> s. E. Lévi-Provençal, *La «Description de l'Espagne» d'Aḥmad al-Rāzī: Essai de reconstitution de l'original arabe et traduction française*, in: *Al-Andalus* (Madrid, Granada) 18/1953/51-108, bes. S. 52.



ten P. Gautier Dalché<sup>117</sup> wissen, hat der anonyme Verfasser der *Historia* oder *Chronica Pseudo-Isidoriana*, der vermutlich im 12. Jahrhundert lebte, seine Beschreibung und die Karte der Iberischen Halbinsel dem Buch von Aḥmad ar-Rāzī entnommen. Gautier Dalché neigt zwar dazu, darin einen «präzisen Fall des Einflusses der arabischen Kultur auf die lateinische»<sup>118</sup> zu sehen, doch scheint der Einfluß in diesem Fall auf die Iberische Halbinsel beschränkt geblieben zu sein.

Das älteste bisher bekannte Werk arabischer Geographie deskriptiven Charakters, das nach Europa gelangte, ist die um 1550 unter dem Titel *Della descrizione dell’Africa et delle cose notabili che ivi sono* von Gian Battista Ramusio in der Sammlung *Navigazioni et viaggi* veröffentlichte Beschreibung Afrikas, die von dem Nordafrikaner al-Ḥasan b. Muḥammad al-Wazzān geschrieben war, der zuvor in italienische Gefangenschaft geraten und auf den Namen Leo Africanus getauft worden war. Daß dieses Buch sowohl mit seinen Karten als auch durch seine vorzüglichen Beschreibungen italienische Gelehrte des 16. und 17. Jahrhunderts tief beeinflußt hat, wurde bereits erörtert (s.o.S.77f.).

Es erstaunt weiterhin, daß – im Gegensatz zu den Karten – der Text des oben erwähnten Werkes von al-Idrīsī erst spät und in Form einer stark reduzierten, nahezu verstümmelten Redaktion bekannt wurde, die 1592 in Rom gedruckt, 1600 von B. Baldi ins Italienische und 1619 von den beiden Maroniten Gabriel Sionita und Johannes Hesronita ins Lateinische übersetzt wurde.<sup>119</sup> Es ist zu bedauern, daß die lateinische Übersetzung irrtümlich, ohne al-Idrīsī als Ver-

fasser zu nennen, als *Geographia Nubiensis* in Umlauf kam und lange Zeit als solche zitiert wurde.

Auch wenn die arabische Anthropogeographie weitgehend und lange Zeit im außerspanischen Abendland unbekannt geblieben ist, so scheint uns heute zweifelsfrei festzustehen, daß die mathematische Geographie und Kartographie des arabisch-islamischen Kulturkreises ihre europäischen Nachfolger vom 11. bis ins 18. Jahrhundert hinein tiefgreifend beeinflußt hat.

Was die Geographie mathematischer Richtung angeht, so sei vorausgeschickt, daß die ptolemäische Geographie, die im wesentlichen aus einer kartographischen Anleitung und Koordinatentabellen von ca. 8000 Orten besteht, bis zum 15. Jahrhundert im lateinischen Sprachraum nicht bekannt war. Das als verschollen geltende griechische Original will erst der Byzantiner Maximos Planudes um die Wende des 13. zum 14. Jahrhundert wiederentdeckt haben. Die lateinische Übersetzung erfolgte in den Anfängen des 15. Jahrhunderts durch den Italiener Jacopo Angeli (Jacobus Angelus).<sup>120</sup>

Das Grundwerk der mathematischen Geographie, *Taḥdīd nihāyāt al-amākin li-taṣṣīḥ masāfāt al-masākin* von Abu r-Raiḥān al-Bīrūnī (gest. 440/1048) ist leider nicht ins Abendland gelangt. Eine Vorstellung von Längen- und Breitengraden und von der Art und Weise, wie sie in den Zeiten vor al-Bīrūnī ermittelt wurden, erhielt das Abendland jedoch sporadisch schon im 10. Jahrhundert durch den Kontakt mit dem arabischen Spanien und im 11. Jahrhundert dann intensiver durch die Übersetzung erster arabischer astronomischer Werke, die jenen Begriffen und Verfahren einen gewissen Platz einräumen.

Schon im 10. Jahrhundert erscheinen einige Breitenangaben auf den Einlegescheiben des Astrolabiums, welches Gerbert von Aurillac, dem späteren Papst Silvester II. (gest. 1003),

<sup>117</sup> *Notes sur la «Chronica Pseudo-Isidoriana»*, in: Anuario de estudios medievales (Barcelona) 14/1984/13-32.

<sup>118</sup> Ebd. S. 14.

<sup>119</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 82; G. Oman in: Encyclopaedia of Islam. New edition Bd. 3, Leiden 1971, S. 1033.

<sup>120</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 272.

zugeschrieben wird. Drei der eingetragenen Werte und Linien beziehen sich auf Orte in der islamischen Welt, der vierte Breitengrad ( $42^\circ$ ) dürfte sich auf Rom beziehen. Auch dieser Wert gehörte (als  $41^\circ 40'$ ) seit dem 9. Jahrhundert zu den auf arabischen Koordinatentabellen registrierten Breitengraden. Die Schriften Gerberts lassen indessen noch keine Elemente erkennen, denen man eine Kenntnis der mathematischen Geographie entnehmen könnte.<sup>121</sup>

Die älteste uns bekannte lateinische Schrift, die eine imitatorische Übernahme einer arabischen Tafel der Klimata enthält, ist *De compositione astrolabii*, das den Namen des Benediktiners Hermannus Contractus (Hermann von Reichenau, 1013-1054) als Autor trägt.<sup>122</sup>

In der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts, in welcher der Rezeptionsprozeß der arabisch-islamischen Wissenschaften schon recht weit gediehen war, erreichten gewisse Begriffe, Definitionen, Verfahren und Daten der mathematischen Geographie durch die Übersetzung einiger Handbücher der arabischen Astronomie das Abendland. Zwischen 1120 und 1130 übersetzte Adelard von Bath die astronomischen Tafeln des Muḥammad b. Mūsā al-Ḥwārizmī (wirkte zur Zeit von al-Ma'mūn, 198/813-218/833) in der Bearbeitung von Abu l-Qāsim Maslama b. Aḥmad al-Mağrīṭī (gest. 398/1007). Nicht zuletzt dadurch wurde der lateinischen Welt die Funktion des Sinus und die Verwendung einer Sinustabelle vermittelt. Bedeutender noch für eine künftige Beschäftigung mit der mathematischen Geographie als dieses Hilfsmittel waren die darin übermittelten vier Regeln zur Ermittlung der Breite eines beliebigen Ortes. Dabei wurde auch die zum ersten Mal bei al-Ḥwārizmī auftretende Methode bekannt, aus der oberen und unteren Kulminationshöhe eines Zirkumpolarsternes die Polhöhe und damit die geographische Breite eines Ortes zu bestimmen.<sup>123</sup> Nebenbei sei

erwähnt, daß der Terminus Algorithmus und die damit zusammenhängenden Ableitungen sich in entstellter Form von dem Namen dieses Mathematikers und Astronomen, al-Ḥwārizmī, herleiten.

Nahezu gleichzeitig erreichte das Handbuch der Astronomie von Muḥammad b. Ġābir al-Battānī (gest. 317/929) das Abendland, zunächst in der Übersetzung des Plato von Tivoli und wenig später ein weiteres Mal übersetzt von dem oben genannten Robertus Ketenensis. Aus der Sicht der mathematischen Geographie enthält das Buch nicht nur wichtige Ansätze für die sphärische Trigonometrie und Regeln für die Ermittlung von Breitengraden, sondern auch eine umfangreiche geographische Koordinatentabelle.<sup>124</sup>

Das älteste erhaltene Handbuch der arabischen Astronomie, verfaßt von Aḥmad b. Muḥammad b. Kaṭīr al-Farġānī (wirkte zwischen 218/833 und 247/861), gelangte von ca. 1130 an durch mehrmalige Übersetzung in die lateinische Welt. Durch diese Übersetzungen erhielt das Abendland in klarerer Form als in den zuvor genannten beiden Werken eine Vorstellung von der Größe der Erdkugel durch das Ergebnis der im Auftrag des Kalifen al-Ma'mūn durchgeführten Vermessung eines Grades im Meridian ( $56\frac{2}{3}$  Meilen), und es erhielt Kenntnis von der Einteilung der Ökumene in sieben Klimata. Auch enthält das Buch ein Verzeichnis von Ländern und Städten nach den Klimata, wenn auch ohne Angabe von Koordinaten. Der tiefgehende Einfluß, den es im 13. und 14. Jahrhundert auf Persönlichkeiten wie Robert Grosseteste, Albertus Magnus, Ristoro d'Arezzo oder Dante Alighieri ausgeübt hat, ist bekannt. Noch im Jahre 1464 las Johannes Regiomontanus an der Universität von Padua über das Buch al-Farġānīs.<sup>125</sup>

In Europa entstand folgerichtig die erste kompilatorische Tabelle geographischer Orte wenige Jahre nach den ersten Übersetzungen der

<sup>121</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 205.

<sup>122</sup> Ebd. Bd. 10, S. 206.

<sup>123</sup> Ebd. Bd. 10, S. 209.

<sup>124</sup> Ebd. Bd. 10, S. 209.

<sup>125</sup> Ebd. Bd. 10, S. 210.

genannten Handbücher der arabischen Astronomie. Es ist eine von mehreren Tabellen, die sich im *Liber cursuum planetarum* befinden, das 1139-1140 von einem Raymundo aus Marseille zusammengestellt wurde. Der Kompilator ignoriert die Namen der Übersetzer der von ihm benutzten Werke und gibt sich als erster Übersetzer arabischer Wissenschaften aus.<sup>126</sup> Er nennt zwar die Namen einer Reihe arabischer und europäischer Autoritäten, hat deren Werke aber höchstwahrscheinlich nicht herangezogen. Andererseits betrachtet er sich als Nacheiferer von az-Zarqālī<sup>127</sup> und teilt sogar mit, er habe im Jahre 1139 mit zwei Gelehrten diskutiert, deren Tabellen unkorrekt waren. Für unser spezielles Thema gilt es festzuhalten, daß eine der Tabellen in diesem Buch die Koordinaten von 60 Städten enthält, die ausschließlich arabischen Quellen entnommen sind. Die hier registrierten Daten zeigen, daß offenbar schon zu jener frühen Zeit Koordinatentabellen aus mehreren arabischen Werken (über Spanien) den Weg nach Europa gefunden haben. Daß diese Koordinaten heterogener Natur sind und ihre Längengrade nach teilweise unterschiedlichen Nullmeridianen gezählt werden, hätte der Kompilator schwerlich erkennen können. Insgesamt jedoch ist es bedauerlich, daß bereits die früheste lateinische Kompilation aus arabischer Astronomie in eine plagiatorische Richtung deutet.

Der älteste in der lateinischen Welt unternommene Versuch, eine Koordinatentabelle um einige europäische Städte zu erweitern, scheint gegen Ende des 12. Jahrhunderts erfolgt zu sein. Die Bestrebung sehen wir in der *Theorica planetarum*, die dem bekannten Übersetzer arabischer Werke Gerhard von Cremona (gest. 1187) zugeschrieben wird. Der Verfasser trägt darin Koordinaten europäischer Städte aus Frank-

reich, Italien und Spanien nach, die ausnahmslos auf arabische Quellen zurückgehen. Die Koordinaten haben freilich keine Beziehung zur Realität. Paris läge danach etwa 4° östlich von Rom (in Wirklichkeit 9°50' westlich) und 16' südlich von Toulouse (in Wirklichkeit 5°15' nördlich).<sup>128</sup>

Übersetzungen oder Adaptationen arabischer Ortstabellen und darauf aufbauende Kompilationen oder auch Beschreibungen von Ermittlungsverfahren waren im 13. Jahrhundert so weit verbreitet, daß es allmählich auch im außerspanischen Europa zu Versuchen kommen mußte, Breiten- oder Längengrade zu ermitteln. Nach unserer Kenntnis war Ristoro d'Arezzo (gest. nach 1282) der erste Italiener, der sich im Zuge dieser Entwicklung in der Lage fühlte, den Breitengrad eines Ortes astronomisch zu bestimmen. Er ermittelte die Breite seiner Vaterstadt Arezzo mit 42°15', das heißt mit einem Fehler von nur 1°13'.<sup>129</sup>

Die höchste Stufe der Assimilation, die Europa zu jener Zeit im Hinblick auf die arabisch-islamische mathematische Geographie erreicht hat, zeigt sich bei dem Franziskaner Roger Bacon (1214-1292). Wir finden bei ihm den einzigen aus seinem Kulturkreis bekannten frühen Versuch, eine Karte unter Berücksichtigung von Längen- und Breitengraden zu entwerfen. Dabei ist es aufschlußreich, seine Klage darüber zu hören, daß im Zusammenhang mit der lateinischen Welt eine Kenntnis der Längen- und Breitengrade noch fehle; dies könne auch von kompetenten Gelehrten ohne päpstliche, kaiserliche oder königliche Unterstützung nicht erreicht werden.<sup>130</sup> Ohne dem Leser vorzutäuschen, er habe die notwendigen Längen- und Breitengrade selbst ermittelt, nennt er als Quelle dafür den *Qānūn* der Astronomie (wohl das Buch az-Zarqālīs in lateinischer Übersetzung) und die «Tabellen der Längen- und Breitengrade» (ver-

<sup>126</sup> s. Ch.H. Haskins, *Studies in the history of medieval science*, New York 1924, S. 96-98; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 210.

<sup>127</sup> s. P. Duhem, *Le système du monde*, Bd. 3, Paris 1915, S. 208; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 210.

<sup>128</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 212.

<sup>129</sup> Ebd. Bd. 10, S. 225.

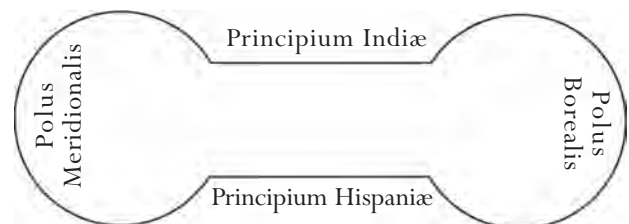
<sup>130</sup> Ebd. Bd. 10, S. 216.

mutlich die Toledanischen Tabellen und ihre Nachahmungen). Abgesehen davon, daß die Koordinaten der ihm zur Verfügung stehenden Quellen keinesfalls ausgereicht hätten, eine Weltkarte oder auch nur eine Teilkarte zu entwerfen, so wichen sie auch untereinander stark ab, da sie nach unterschiedlichen Nullmeridianen registriert worden waren.

Außer dem 11° westlich von Toledo liegenden Nullmeridian kannte Roger Bacon den von dieser Stadt um 28°30' nach Westen verlegten, den er *verum occidens*, den «wahren Westen», nennt; diesen Wert zog er der Alternative von 29° vor, die andere andalusische Astronomen propagierten.<sup>131</sup> Doch zeigt seine Begründung dafür, daß er nicht wußte, daß diese Verlegung des Nullmeridians um 17°30' westlich der Kanarischen Inseln die Folge einer von arabischen Astronomen und Geographen in den Anfängen des 5./11. Jahrhunderts zwischen Toledo und Bagdad erreichten radikalen Korrektur der Längengrade war, wodurch auch das Mittelmeer auf fast seine wahre Länge reduziert wurde.

Trotz des Fehlens notwendiger Längen- und Breitengrade soll Roger Bacon eine Karte entworfen und eine Kopie davon dem damaligen Papst geschenkt haben. Einige Forscher neigen dazu, bei dieser (nicht erhaltenen) Karte an eine auf die nördliche Hälfte der Erdkugel beschränkte Darstellung in Globularprojektion zu denken. Es fragt sich natürlich, was Bacon hätte entwerfen können, wenn ihm, wie er sich beklagt, für die lateinische Welt Längen- und Breitengrade fehlten. Hätte die beschränkte Zahl heterogener Koordinaten, die er kannte, ausreichen können, um ohne Kenntnis der Küstenlinien auch die

außerlateinische Welt kartographisch darzustellen, oder muß ihm nicht vielmehr eine aus dem arabisch-islamischen Kulturraum stammende Karte vorgelegen haben, vielleicht sogar die Weltkarte der Ma'mūngeographen, die ihrerseits eine Globularprojektion besaß? Wir sollten bei diesen Überlegungen die primitive Karte seines Zeitgenossen Albertus Magnus nicht außeracht lassen, die nur einige wenige Orte in einer schematisch grob vereinfachten, realitätswidrigen Form darstellt. Wir sollten auch bedenken, daß eine kreisförmige Darstellung der Erdoberfläche mit Roger Bacons Vorstellung von der Gestalt der Erde in deutlichem Widerspruch gestanden hätte. Er glaubte nämlich einerseits, wahrscheinlich infolge eines Mißverständnisses der Lehre des Averroes (Ibn Rušd) von der Bewohnbarkeit der südlichen Hemisphäre, daß es an beiden Polen größere Wassermassen gäbe als in der Mitte der Erdkugel, an der sich die Wasser zwischen Indien im Osten und Spanien im Westen ausdehnen, und andererseits stützte er sich auf die Vorstellung von der Existenz zweier Orte namens Syene, von denen der eine auf dem nördlichen Wendekreis und der andere auf dem Äquator läge. So kam er auf das Bild einer Erde mit zwei Kuppeln, wie er sie in seinem *Opus maius*<sup>132</sup> abgebildet hat:



<sup>131</sup> Roger Bacon, *Opus maius*, ed. John H. Bridges, Oxford 1897, Nachdr. Frankfurt 1964, Bd. 1, S. 299; englische Übersetzung Robert B. Burke, Philadelphia 1928, Bd. 1, S. 319; P. Duhem, *Le système du monde*, a.a.O., Bd. 3, S. 503-504; J.K. Wright, *Notes on the knowledge of latitude and longitude in the Middle Ages*, in: *Isis* 5/1923/75-98 (Nachdr. in: *Islamic Geography* Bd. 23, S. 113-136); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 217.

<sup>132</sup> Roger Bacon, *Opus maius*, a.a.O. Bd. 1, S. 294, 310; engl. Übers., a.a.O. Bd. 1, S. 315, 329; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 218-219.



Die elementaren Verfahren der mathematischen Geographie und zahlenmäßige Werte derselben, die das Abendland durch mehrmaliges Übersetzen des Handbuches der Astronomie al-Fargānīs kennengelernt hatte, werden bei Albertus Magnus (ca. 1200-1280) offenbar. In seinem *De caelo et mundo* zeigt sich, daß ihm das Ergebnis der vom Kalifen al-Ma'mūn veranlaßten Erdmessung bekannt war. Er kennt die bei dieser Messung erzielte Länge eines Meridiangrades von  $56\frac{2}{3}$  Meilen wie auch den Unterschied zwischen der arabischen und der lateinischen Meile.<sup>133</sup> Bei ihm begegnen wir auch den Gradangaben der nördlichen und südlichen Begrenzung der sieben Klimata, wie wir sie aus der Ma'mūn-Geographie kennen, wobei Albertus offenbar nur die Zahlen der vollen Grade übernommen und die der Minuten fortgelassen hat.<sup>134</sup>

Es ist ferner aufschlußreich, daß in dem ihm (oder auch Roger Bacon) zugeschriebenen *Speculum astronomiae* die geographische Länge Alexandrias im Vergleich mit dem Wert der Ptolemaischen Geographie ( $60^{\circ}30'$ ) gekürzt ist ( $51^{\circ}20'$ ), wobei diese Kürzung auf den *Kanon* des Ptolemaios zurückgeführt wird. Die Korrektur wurde jedoch nachweislich erst von den Ma'mūngeographen erreicht.<sup>135</sup>

Aus weiteren Ausführungen des Buches, das überwiegend aus einer Kompilation arabischer astrologischer und astronomischer Quellen besteht, wird ersichtlich, daß der Verfasser den durch Toledo führenden Kreis als Nullmeridian und Arin als Beginn des Zentralmeridians kannte. An einer Stelle berichtet der Verfasser, daß er mehrere astronomische Tabellen kennt, in denen unterschiedliche Städte wie Marseille, London, Toulouse oder Paris als Ort des Nullmeridians gelten, wobei er vermerkt, daß die letzteren beiden eine Länge von  $40^{\circ}47'$  und eine Breite von  $49^{\circ}10'$  haben. Diese Angabe ist nicht

die einzige, die den Eindruck erweckt, man habe im Abendland in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts noch keine klare Vorstellung von Längen und Längendifferenzen wichtiger Städte voneinander gehabt.<sup>136</sup>

Deutlichere Spuren einer schrittweisen Übernahme von Ansätzen der mathematischen Geographie des arabisch-islamischen Kulturkreises durch das Abendland finden sich bei Dante Alighieri (1265-1321). Wie seine Astronomie ist auch seine Kosmographie vom Handbuch der Astronomie al-Fargānīs abhängig, das Dante nicht nur in beiden lateinischen Übersetzungen konsultiert hat, sondern auch in einer italienischen Version, die nach einer französischen Übersetzung angefertigt worden war. Al-Fargānīs Darstellung der sieben Klimata erscheint bei Dante in allen Einzelheiten. Einige aus der arabischen mathematischen Geographie übernommenen Längen- und Breitengrade in der *Göttlichen Komödie* sind Anzeichen dafür, daß er auch in dieser Beziehung von arabischen Quellen abhängig war und vermutlich eine arabische Karte vor Augen hatte.<sup>137</sup>

Die erhaltenen europäischen Koordinatentabellen erwecken den Eindruck, daß das Interesse daran vom Beginn des 14. Jahrhunderts an ständig zunahm und sich der Kreis der Interessenten im Laufe der Zeit immer mehr vergrößerte. Die Vorstellung über Entstehung und Charakter der Tabellen, die ich durch die Untersuchung von etwa hundert von ihnen während meiner Arbeit an den Bänden über die *Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland* gewonnen habe, sei hier wiedergegeben<sup>138</sup>: Einige von ihnen sind Übersetzungen arabischer Originale, einige sind Imitationen der *Toledanischen Tafeln* und einige sind Erweiterungen der letzteren, wenn ihre Entstehungszeit vor ca. 1250 liegt. Vom letzten Viertel des 13. Jahrhunderts an hat die Erweite-

<sup>133</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 222.

<sup>134</sup> Ebd. Bd. 10, S. 223.

<sup>135</sup> Ebd. Bd. 10, S. 221.

<sup>136</sup> Ebd. Bd. 10, S. 221-222.

<sup>137</sup> Ebd. Bd. 10, S. 224.

<sup>138</sup> Ebd. Bd. 10, S. 230.

nung der von arabischen und arabisch-spanischen Vorgängern geschaffenen Tabellen im Hinblick auf europäische Orte in erster Linie in Spanien an Intensität gewonnen. Die meisten der erweiterten Versionen wurden unter dem Titel *Alfonsinische Tafeln* in Umlauf gebracht. Vom Beginn des 14. Jahrhunderts an wurden einige der im östlichen Teil der islamischen Welt entstandenen Tabellen von byzantinischen Gelehrten ins Griechische übersetzt. Diese Tabellen scheinen vom Beginn des 15. Jahrhunderts an ihren Weg nach Europa gefunden zu haben. Im 15. Jahrhundert begann die kompilatorische Arbeit in Europa, die einerseits darin bestand, aus vorhandenen Quellen Ortsnamen mit ihren Koordinaten auszuwählen, andererseits darin, neue, nach welchem Prinzip auch immer gewonnene Koordinaten europäischer Orte hinzuzufügen. Anscheinend versäumten es einige Kompilatoren nicht, zusätzlich vorhandene Karten als Quellen zu benutzen. Während schon das Zusammenstoppeln der aus unterschiedlichen Zeiten stammenden und nach unterschiedlichen Nullmeridianen gewonnenen heterogenen Koordinaten verwirrend genug war, kam vom ersten Viertel des 15. Jahrhunderts an ein neues Element der Verwirrung durch die Übersetzung der ptolemaischen *Geographie* hinzu. Dies geschah außer in Italien besonders in Deutschland, wo eine Gruppe von Gelehrten wie Regiomontanus und weitere Angehörige der Nürnberger Schule ein halbes Jahrhundert oder auch ein wenig länger auf ptolemaischen Koordinaten aufbauten.<sup>139</sup>

Mit der lateinischen Übersetzung der *Geographie* des Ptolemaios (1406) aus dem Griechischen und besonders nach ihrem ersten Druck (1477) verfügte man in Europa nicht nur über deren reichhaltige Materialien, sondern man war auch mit neuen Schwierigkeiten konfrontiert. Man hatte ja aus arabischen Tabellen Koordinaten übernommen, die teilweise bereits korrigierte ptolemaische Daten waren und zum Teil aus

neu gewonnenen Werten bestanden. Dazu gehörte die korrigierte Länge der west-östlichen Achse des Mittelmeeres von  $53^\circ$ , ein um  $17^\circ 30'$  nach Westen in den Atlantik verlegter Nullmeridian, eine von Ptolemaios unterschiedliche Länge des Erdumfanges und die damit zusammenhängende, bei den arabischen Geographen geltende Länge des Meridiangrades zu  $56\frac{2}{3}$  Meilen (gegenüber den von Ptolemaios angenommenen 500 Stadien des Poseidonios). Dies alles wirkte erschwerend und verwirrend.<sup>140</sup>

Eine der Folgen des Rückgriffs auf die ptolemaische Geographie war, daß ein Teil der Gelehrten in Europa jetzt wieder die von Ptolemaios angenommene und von Poseidonios geschätzte Länge von 500 Stadien verwandte, wonach ein Meridiangrad  $62\frac{1}{2}$  römische Meilen beträgt anstelle von  $56\frac{2}{3}$  Meilen, wie die Ma'müngerographen ermittelt hatten und wie es längst in Europa bekannt war.<sup>141</sup>

Nach der Verwirrung durch die Längenmaße, die etwa 100 Jahre lang anhielt, kam es zu mehrmaligen Versuchen, die Länge eines Meridiangrades erneut zu bestimmen. Den ersten Versuch unternahm der Franzose Jean Fernel. Dieser, von Beruf Mediziner, rühmte sich, im Jahre 1525 die Strecke zwischen Paris und Amiens aus der Zahl der Radumdrehungen einer Postkutsche ermittelt zu haben und kam danach zur Länge eines Grades von 110,602 Kilometern und zu einem Erdumfang von 39.817 Kilometern. Daß er trotz mehrerer Unsicherheitsmomente ein solch erstaunlich gutes Ergebnis erzielte, machte schon seinen Nachfolger Willebrord Snellius skeptisch; er meinte, Fernel habe «nur das Ergebnis der arabischen Gradmessung willkürlich in geometrische Schritte umgewandelt, seine Zeitgenossen aber durch ein Blendwerk getäuscht». In Wirklichkeit habe er trotz dieses Ergebnisses «in Beziehung auf die Längenmessung weiter

<sup>139</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 230-231.

<sup>140</sup> Ebd. Bd. 10, S. 270.

<sup>141</sup> Ebd. Bd. 10, S. 280.

hinter dem ihm als Muster dienenden [Resultat] der Araber» zurückgestanden.<sup>142</sup>

Unter den weiteren Versuchen, die Länge eines Meridiangrades zu messen, hatte derjenige des eben erwähnten holländischen Gelehrten Willebrord Snellius (1580-1626) eine hohe wissenschaftliche Qualität. Er machte von einer Form der Triangulation Gebrauch. Da er jedoch seinen Messungen ungenau ermittelte Polhöhen zur Bestimmung der Breitengrade der beiden Ausgangsorte zugrunde legte, erhielt er einen zu kleinen Wert für den Erdumfang.<sup>143</sup> Mir ist derzeit nicht bekannt, seit wann die moderne Geographie über einen genaueren Wert für den Erdumfang als den der Ma'mūngeographen verfügt.

Während der Periode, in der durch den Einfluß des ersten Druckes der ptolemaischen *Geographie* in lateinischer Übersetzung (1477) die fortschrittliche Entwicklung in der Bestimmung der Längen- und Breitengrade bei den Deutschen weitgehend und bei den Italienern gänzlich unterbrochen war,<sup>144</sup> wurde das geographische Werk (*Taqwīm al-buldān*) von Abu l-Fidā' (gest. 732/1331) mit seinen vergleichenden Koordinatentabellen in Europa eingeführt.<sup>145</sup> Der französische Orientalist Guillaume Postel, der von 1534 an einige Jahre als Gesandter und Missionar in der islamischen Welt verbracht hatte, brachte ein Exemplar des Buches von Istanbul nach Paris. Er übersetzte die Teile, die er für sein *Cosmographiae compendium* (Basel 1561) für nützlich hielt und stellte daraus Tabellen zu-

sammen, um die Positionen der Orte in europäischen Karten, besonders in den venezianischen, zu korrigieren. Im Jahre 1554 brachte er die Tabellen dem oben erwähnten italienischen Gelehrten und Herausgeber der *Navigazioni et viaggi* Gian Battista Ramusio zur Kenntnis, der sie an den Kartographen Giacomo Gastaldi weiterleitete. Vielleicht konnten diese beiden Gelehrten das Buch von Abu l-Fidā' bereits in einer lateinischen Übersetzung benutzen. Ramusio übernahm daraus eine kleine Auswahl an Koordinaten und gibt seiner Freude über den Fund des Buches mit den Worten Ausdruck, es sei «durch göttliche Fügung in unserer Zeit ans Tageslicht» gekommen. Der gute Ruf des Buches, der sich bald über Europa verbreitete, weckte in dem englischen Gelehrten Richard Hakluyt (gest. 1616) den Wunsch, es durch eine Edition einem größeren Interessentenkreis zugänglich zu machen. Zu diesem Zweck ließ er um 1583 eine Handschrift des Buches in Syrien, im Lande des Abu l-Fidā', suchen.<sup>146</sup>

Den Bekanntheitsgrad des Buches von Abu l-Fidā' bezeugt auch das noch nicht edierte *Volume of Great and Rich Discoveries* von John Dee. Darin wird unter anderem berichtet, daß um 1570 Überlegungen im Gange waren, ob man entlang der arktischen Küste Asiens das Kap Tabin (Kap Tscheljuskin) zu Schiff erreichen könne, das heißt, ob Ostasien von Norden her auf dem Seeweg zu erreichen sei. Dies verneinten die beiden bedeutendsten Kartographen der Zeit, Gerhard Mercator und Abraham Ortelius, während John Dee die Ansicht von der Befahrbarkeit jener Straße verteidigte. Er stützt sich auf die Angabe von Abu l-Fidā', daß Nordchina und die asiatische Küste nördlich mit Rußland in Verbindung stehe und bezeichnet sie als «a record worthy to be printed in gold».<sup>147</sup> Höchste Achtung genoß das Buch von Abu l-Fidā' bei dem deutschen Gelehrten Wilhelm

<sup>142</sup> O. Peschel, *Geschichte der Erdkunde bis auf Alexander von Humboldt und Carl Ritter*, 2., verbesserte Auflage von S. Ruge, München 1877, S. 394; R. Wolf, *Geschichte der Astronomie*, München 1877, S. 169; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 280-281.

<sup>143</sup> O. Peschel, a.a.O. S. 396; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 282.

<sup>144</sup> J. Lelewel, *Géographie du moyen âge*, Bd. 5, *Épilogue*, Paris 1857, S. 192; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 270.

<sup>145</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 75 ff.

<sup>146</sup> Ebd. Bd. 11, S. 79-80.

<sup>147</sup> Ebd. Bd. 11, S. 80.

Schickard (1592-1635). Diesen vielseitigen, mit der Landvermessung des Herzogtums Württemberg beauftragten Gelehrten verlangte es danach, Daten zur geographischen Ortsbestimmung in viel größerem Rahmen zu sammeln, um damit die Voraussetzung für die mathematische Erfassung eines großen Teils der altbekannten Ökumene zu schaffen. Die Unzulänglichkeit der Verfahren seiner Zeit zur Ermittlung geographischer Längen war ihm bekannt. Auf der Suche nach verlässlichen geographischen Daten stieß Schickard auf die lateinische Übersetzung der gekürzten Redaktion des oben erwähnten Buches von al-Idrīsī (s.o.S. 38), doch fand er das Werk für seine Zwecke wenig hilfreich.<sup>148</sup> Nach jahrelanger Bemühung und Korrespondenz erhielt er im Jahre 1631 leihweise eine Handschrift des *Taqwīm al-buldān* von Abu l-Fidā' aus dem Besitz des Wiener Orientalisten Sebastian Tengnagel. Schickard begann, das Buch ins Lateinische zu übersetzen und zu kommentieren, doch blieb die Arbeit durch seinen frühzeitigen Tod unvollendet. Was er in den letzten vier Jahren seines Lebens, in denen er sich intensiv mit der Handschrift beschäftigte, erreichen konnte, ist eine lückenhafte, wortgetreue lateinische Übersetzung, die jeweils auf der rechten Hälfte einer Doppelseite den von ihm abgeschrieben arabischen Text begleitet, ergänzt von kommentierenden Randnotizen. Schickards Bemühungen zeigen, daß ihm viele bedeutende arabische Quellen zur mathematischen Geographie und das hochentwickelte Gradnetz der alten Ökumene, das die arabisch-islamischen Geographen und Astronomen von der Wende des 7./13. Jahrhunderts bis zum Ende des 10./16. Jahrhunderts geschaffen haben, unbekannt geblieben sind.<sup>149</sup> Daß in Europa Karten und Koordinatentabellen beziehungslos nebeneinander existierten, ist noch im späteren 17. Jahrhundert zu beobachten. So äußert sich Giambattista Riccioli (1598-

1671), einer der bekanntesten Geographen seiner Zeit, zu seiner ca. 2200 Koordinaten enthaltenden Tabelle: «Fast unzählig sind nicht nur die geographischen Welt- und Landkarten, sondern auch die Längen- und Breitenverzeichnisse der bedeutenderen Orte. Aber sie weichen so sehr voneinander ab, nicht nur in den Sekunden, sondern oftmals in den ganzen Graden, so daß diese Kunst fast allen Glauben eingebüßt zu haben scheint und man nicht weiß, wem man bei der Bereisung und Beschreibung des Erdkreises als bestem Führer folgen soll.»<sup>150</sup>

Im letzten Viertel des 17. Jahrhunderts begann für die Ermittlung geographischer Längendifferenzen eine neue Phase. Bereits 1610 hatte Galilei mit seinem Fernrohr die Jupitertrabanten entdeckt, doch erst jetzt wurde es möglich, ihre Immersion und Emersion zu allgemeiner Verwertbarkeit zu bestimmen, wodurch die Beobachtung der Jupitertrabanten zur Ermittlung geographischer Längen an die Stelle der Beobachtung von Mondfinsternissen treten konnte. Das Verdienst am abschließenden Erfolg dieser Entwicklung gebührt dem Astronomen Jean Dominique Cassini (1625-1712) im Rahmen der Aktivitäten der von Ludwig XIV. in Paris gegründeten Akademie der Wissenschaften und ihrer Sternwarte. Zunächst ging es um eine korrektere Karte Frankreichs, dann um die anspruchsvolle Aufgabe, «durch proportionale Verkürzung oder Änderung der größeren Landmassen die ganze Weltkarte zu korrigieren».<sup>151</sup> Wie schwierig, kostspielig und zeitraubend die Erfüllung dieser Aufgabe selbst im Hinblick auf eine kleine Region der Erdoberfläche gewesen sein muß, ist leicht nachvollziehbar. Das Ergebnis einer Forschungsreise, die Jean Matthieu de Chazelles (1657-1710), ein Schüler und jünge-

<sup>148</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 82-83.

<sup>149</sup> Ebd. Bd. 11, S. 84.

<sup>150</sup> G. Riccioli, *Geographia et hydrographia reformata*, Venedig 1672, S. 388-409; Chr. Sandler, *Die Reformation der Kartographie um 1700*, München und Berlin 1905, S. 3a; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 138.

<sup>151</sup> Chr. Sandler, *Die Reformation der Kartographie*, a.a.O. S. 66; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 140.



rer Kollege von Cassini, zwischen 1693 und 1696 zur Korrektur der Länge des Mittelmeeres unternommen hat, blieb auf die Ermittlung der Längen und Breiten von Kairo, Alexandria und Istanbul und auf die Breiten von Larnaka, Damiette und den Dardanellen beschränkt.<sup>152</sup> Es war sicherlich nicht zu erwarten, daß man auf der Basis von Längen- und Breitenangaben, die auf diese Art und Weise gewonnen wurden, umfangreiche Korrekturen an den bestehenden Karten hätte vornehmen können.

Vergleichen wir die von de Chazelles nach Paris gelieferten Koordinaten mit den Werten der arabisch-islamischen Tabellen, so gewahren wir, abgesehen von den fehlenden Längenangaben von Larnaka, Damiette und den Dardanellen, daß sie entweder nahezu identisch sind oder sehr nahe beieinander liegen.<sup>153</sup> Es ist daher bemerkenswert, daß die Mitglieder der Pariser Akademie nach dieser Aktion der Meinung waren, daß ihre Vermutungen «über die wahre Länge des Mittelmeeres endlich durch de Chazelles' Messungen bestätigt» worden seien.<sup>154</sup> Natürlich hätten sie nicht wissen können, wie sich ja bis heute die Kartographiegeschichte im Unklaren darüber ist, daß die geographischen Koordinaten des Mittelmeerraumes und weit darüber hinaus nur im Laufe von Jahrhunderten durch gemeinsame Bemühungen im arabisch-islamischen Kulturkreis haben gewonnen werden können und nur diese Daten das Entwerfen genauer Karten ermöglicht haben.

<sup>152</sup> s. *Regiæ Scientiarum Academiæ historia*, Paris 1698, S. 394, 395, 396; vgl. G. Delisle, *Détermination géographique de la situation et de l'étendue des différentes parties de la terre* in: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, Bd. 1, Paris 1722, S. 365-384, bes. S. 366, 367; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 143.

<sup>153</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 144.

<sup>154</sup> *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, Bd. 2, Paris 1733, S. 142; Chr. Sandler, *Die Reformation der Kartographie*, a.a.O. S. 9a; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 144.

Wenn ich hier nach eigenen Untersuchungen meinen Eindruck von dem Beitrag, den europäische Astronomen zwischen 1690 und 1725 zur Korrektur der mathematischen Grundlagen des überkommenen Weltbildes geleistet haben, zusammenfasse, so in dem Sinne, daß dieser Beitrag lediglich darin bestand, und in jener ersten Phase nur darin bestehen konnte, eine Reihe von Längengraden markanter Punkte der Weltkarte durch Beobachtung der Jupitertrabanten zu verifizieren. Das ermöglichte in erster Linie, die Genauigkeit der westöstlichen Erstreckung wichtiger Teile der Weltkarte zu beurteilen und mögliche Konsequenzen für die Kartographie zu ziehen. Soweit wir heute feststellen können, erweisen sich Längengrade der arabisch-islamischen Karten, vom 28°30' westlich von Toledo verlaufenden Nullmeridian gerechnet, um einige Grade zu groß. So liegen die Ostküste des Mittelmeeres um ca. 2°, Bagdād um 3° bis 3°30', Darband (Derbent am Westufer des Kaspischen Meeres) um ca. 4°, Delhi um ca. 4° und die Ostküste Chinas um ca. 5°-7° zu weit östlich. Große Genauigkeit hat man dagegen zwischen Bagdād und Indien erzielt. Dort liegt die Abweichung arabisch-islamischer Karten von den heutigen unter 1°.<sup>155</sup>

Im Zuge der gegen Ende des 17. Jahrhunderts von den französischen Astronomen und Geographen begonnenen Bestrebungen, die konventionellen Karten auf der Grundlage neu ermittelter Längen- und Breitengrade zu korrigieren bzw. proportional zu reduzieren, ging Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville (1697-1782), der vielleicht bedeutendste der französischen Geographen, einen anderen Weg. Wir erfahren darüber von ihm selbst in seinen der Kartographie des Indischen Subkontinentes gewidmeten *Éclaircissements géographiques sur la carte de l'Inde* (1753).<sup>156</sup> Zur Korrektur der Indienkarte und Überprüfung ihres Gradnetzes und der Distan-

<sup>155</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 160 ff.; Bd. 11, S. 155.

<sup>156</sup> Nachdr. als *Islamic Geography* Bd. 255, Frankfurt 1997; s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 592.

zen zog d'Anville die ihm damals bekannten arabisch-persischen und türkischen Werke geographischen, historischen und astronomischen Inhalts heran. Nach unserer Kenntnis war er der erste europäische Geograph des 18. Jahrhunderts, der so viele Quellen aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis ausgewertet hat. Ihm entgingen auch nicht die Tabellen von Naṣīrad-dīn aṭ-Ṭūsī und Ulug Beg, deren guter Ruf sich seit der Edition und lateinischen Übersetzung von Johannes Gravius<sup>157</sup> im Jahre 1652 in Europa verbreit hatte. Doch berücksichtigte d'Anville bedauerlicherweise nur die Breiten-, nicht auch die Längengrade dieser und weiterer arabisch-islamischer Tabellen. Er tat es wohl deswegen, weil ihm nicht bewußt war, daß der Nullmeridian mancher Tabellen 28°30' westlich von Toledo oder 17°30' westlich der Kanarischen Inseln lag und infolgedessen von Paris aus gerechnet nicht nur 20° westlich (wie bei französischen Geographen seit dem letzten Viertel des 17. Jahrhunderts üblich), sondern ca. 34°50' weiter westlich verlief. Folglich besagten ihm auch die beträchtlichen Abweichungen nichts, die zwischen Längengraden bestanden, die von dem durch die Kanarischen Inseln verlaufenden Nullmeridian aus gezählt wurden und solchen nach dem neueren Nullmeridian, der 28°30' westlich von Toledo lag. Erstere kannte er durch die Übersetzung der vergleichenden Tabelle von Abu l-Fidā'. Im Falle des *Ziğ*-Werkes von Ulug Beg schafft die Überschrift der Tabelle der geographischen Koordinaten ein Mißverständnis, da sie irrtümlich besagt, daß die Längengrade von den Kanarischen Inseln aus gezählt werden.<sup>158</sup> Nach dem Stand unserer

<sup>157</sup> *Binæ tabulæ geographicae, una Nassir Eddini Persæ, altera Ulug Beigi Tatari*, London 1652 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 50, S. 1-79).

<sup>158</sup> Wir müssen das als ein Versehen betrachten. Bereits Roger Bacon kannte diesen weit nach Westen verlegten Nullmeridian (s.o.S. 43), und auf osmanischer Seite verweise ich auf Muṣṭafā b. 'Alī ar-Rūmī (gest. 979/1571), der im Vorwort zu seiner im Jahre 930/1524 angefertigten

Kenntnis scheint James Rennell (1742-1830) als erster europäischer Geograph die große Bedeutung der von den «moderneren» arabisch-islamischen Gelehrten erzielten Längengrade zumindest für den Raum zwischen Aleppo und Delhi erkannt zu haben (s.u.S. 111 f.).<sup>159</sup>

Da d'Anville mit den ihm bekannten Längengraden nicht zurechtkam, stützte er sich auf Distanzangaben in arabisch-persischen und türkischen Geographie- und Geschichtswerken, wobei das Buch von Abu l-Fidā' seine häufigst konsultierte arabische Quelle blieb.<sup>160</sup> Durch dieses Buch, das er in einer Übersetzung benutzte, erhielt d'Anville Angaben aus Werken, die ihm durch Übersetzungen nicht zugänglich oder nicht erhalten waren. Er verwertete auch Zitate des Abu l-Fidā' aus literarischen Quellen, die nicht zum Bereich der mathematischen Geographie gehörten aber von itinerarischer oder topographischer Bedeutung waren. Im übrigen waren es die Werke von Abu l-Fidā' und al-Idrīsī, die er fast ausschließlich bei der Bearbeitung der Chinakarte verwenden konnte.

D'Anvilles Erwartungen hinsichtlich der Genauigkeit der Breitenangaben der «tables orientaux» und ihrer Gültigkeit für weite Gebiete der Erdoberfläche, auch jenseits des Indischen Subkontinents, scheinen ziemlich hoch gewesen zu sein. So bemerkt er zur Position des markanten Punktes Kambaya an der Westküste Indiens: «Eine Übersetzung, die ich von dem Buch des Abu l-Fidā' besitze, registriert die Breite Kambayas nach al-Bīrūnī mit 22°20', was mit einer unbedeutenden Abweichung der Karte entspricht.»<sup>161</sup> D'Anville war übrigens nach meiner Kenntnis der erste europäische Gelehrte, der den Namen al-Bīrūnīs und dessen astronomisches Hauptwerk *al-Qānūn al-Mas'ūdī* erwähnt hat.

ten Tabelle auf den nach Westen verlegten Nullmeridian hinweist (s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 186).

<sup>159</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 596.

<sup>160</sup> Ebd. Bd. 10, S. 596-597.

<sup>161</sup> Ebd. Bd. 10, S. 597-598.

Nach d'Anville übernahm James Rennell, der große, vielleicht größte englische Geograph, die Aufgabe, die im Laufe der achtziger Jahre des 18. Jahrhunderts erfolgte kartographische Gestaltung des Indischen Subkontinentes nachzuprüfen und auf der Grundlage eigener Arbeiten nach Möglichkeit zu verbessern. Er kam dazu während eines Aufenthaltes in Ostindien, wo er von 1763 bis 1777 als Surveyor General der Britischen Ostindischen Kompanie fungierte. Während der Durchführung seines Vorhabens und insbesondere bei den in den Jahren 1783-1792 laufenden Vorbereitungen der zweiten Edition seines Begleittextes zu seiner Indienkarte unter dem Titel *Memoir of a map of Hindoostan or the Mogul Empire* (London 1793)<sup>162</sup> erkannte er die Bedeutung einheimischer Quellen. Unter seinen zahlreichen arabischen, persischen und türkischen Quellen nimmt das *Ā'in-i Akbarī* des großen Historikers und Geographen des Mogülreiches Abu l-Faḍl al-'Allāmī (gest. 1011/1602) einen zentralen Platz ein.

Für sein Ziel, die Darstellung Indiens anhand der Karten, die seit 300 Jahren hergestellt wurden, so weit wie möglich der Wirklichkeit anzunähern, das Binnenland so korrekt wie möglich mit Hilfe der vorhandenen Teilkarten und Itinerarien zu zeichnen, war das *Ā'in-i Akbarī* unbestreitbar eine Quelle ersten Ranges. Es bot ihm im Bereich der elf Provinzen nördlich des Dekkan nicht nur mit ausführlichen geographischen Beschreibungen und Angaben von Distanzen, sondern vor allem mit seinen Längen- und Breitengraden das sicherste Kontrollmittel.<sup>163</sup>

Daneben verfügte Rennell, wie schon sein Vorgänger d'Anville, über einige wenige neu ermittelte Werte von Längengraden markanter Punkte Indiens, die durch Beobachtung der Jupitertrabanten gewonnen worden waren. Für seine Bearbeitung der Indienkarte machte er die

Hauptstadt Delhi (statt Greenwich) zum Ausgangspunkt weiterer Berechnungen von Distanzen. Neben dem *Ā'in-i Akbarī* stützte er sich auf die Tabellen von Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī und Ulūḡ Beg, doch glaubte auch er irrigerweise, daß die Längengrade in jenen Tabellen nach dem durch die Kanarischen Inseln führenden Nullmeridian angegeben seien. Man habe es daher mit mehr als 20° zu großen Werten zu tun. Da er aber die Längengrade von Delhi aus rückläufig berechnete, kam er zu der Überzeugung, daß sie für seinen Zweck ausreichend seien. Zur Bewertung jener Längengrade von West nach Ost fand er den Weg, sie, anstatt nach ihrem Nullmeridian, nach ihrer Differenz von westlich liegenden Städten aus zu berechnen.<sup>164</sup>

Die Art, wie Rennell sich bei der Gestaltung der Gradnetze der von ihm bearbeiteten Karten auf arabisch-islamische Tabellen stützte, sei an einem Beispiel anschaulich gemacht: «Samarqand liegt nach den Tabellen Ulūḡ Begs 99°16' östlich der Kanarischen Inseln [wie gesagt war ihm die Verlegung des Nullmeridians auf 28°30' westlich Toledos nicht bekannt]; Aleppo hat nach denselben Tabellen 72°10'. Das heißt, daß Samarqand 27°06' im Osten von Aleppo liegt. Letztere Stadt hat einen Längengrad von 37°09' östlich von Greenwich (nach der jüngsten Ermittlung der Französischen Akademie 34°49' östlich von Paris). Danach sollte Samarqand 64°15' östlich von Greenwich liegen. Gehen wir von Qazwīn aus, dessen Längengrad nach der Beobachtung von Beauchamp [der Astronom Joseph Beauchamps, 1752-1801] 49°33' östlich von Greenwich liegt, und nach Ulūḡ Beg 14°16' westlich von Samarqand, dann liegt, nach dieser Berechnung, Samarqand bei 63°49', das heißt 26' weiter westlich als wenn man von Aleppo aus rechnet. Nachdem ich aber mit viel Mühe die Details der Distanz zwischen Qazwīn und Samarqand recherchiert und mit den dazwischenliegenden Längen- und Breitengraden verglichen habe, die von orientalischen Tabellen

<sup>162</sup> Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 260-261, Frankfurt 1997.

<sup>163</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 604-605.

<sup>164</sup> Ebd. Bd. 10, S. 608.

verzeichnet werden, nehme ich für die Länge von Samarqand  $64^{\circ}15'$  an. Sein Breitengrad, der mit dem berühmten Quadranten Ulug Begs ermittelt worden ist, beträgt  $39^{\circ}37'$  und einige Sekunden.»<sup>165</sup>

Zunächst sucht Rennell den Längengrad Samarqands, der auf der Tabelle Ulug Begs  $99^{\circ}16'$  beträgt, von Greenwich aus zu erhalten. Da er den Nullmeridian Ulug Begs nicht kennt, geht er vom Längengrad Aleppos aus, der bei Ulug Beg  $72^{\circ}10'$  und nach der jüngsten Methode durch Beobachtung der Jupitertrabanten  $37^{\circ}09'$  beträgt. Durch Addition der Längendifferenz beider Städte nach Ulug Beg mit dem Längengrad von Aleppo nach der modernen Messung ( $99^{\circ}16' - 72^{\circ}10' + 37^{\circ}09' = 64^{\circ}15'$ ) gewinnt er den Längengrad von Samarqand. Bei der zweiten Näherung geht er ähnlich vor, indem er die Längendifferenz zwischen Qazwīn und Samarqand heranzieht. Hätte Rennell gewußt, daß der Nullmeridian auf seinen arabisch-persischen Tabellen bei  $28^{\circ}30'$  westlich von Toledo (und damit  $32^{\circ}30'$  westlich von Greenwich) lag, er hätte ohne Mühe den Längengrad Samarqands durch die Subtraktion  $99^{\circ}16' - 32^{\circ}30' = 66^{\circ}46'$  errechnen können.

Es ließen sich zahlreiche weitere Beispiele dafür anführen, wie Rennell sich bei der Bearbeitung der Karte Indiens und der nördlich angrenzenden Gebiete zur Erlangung möglichst korrekter Koordinaten auf die Tabellen arabisch-islamischer Astronomen und Geographen, auf die wenigen von seinen europäischen Zeitgenossen ermittelten Daten und auf Distanzangaben in Parasangen oder *qoss* (1 *qoss* = ca. 3 km) stützte, die er in seinen Quellen fand. Daß die Vorlagen für seine Arbeit aus Karten bestanden, deren Originale überwiegend im arabisch-islamischen Kulturkreis geschaffen worden waren, wird später zur Sprache kommen.

Zur Bedeutung der im 18. Jahrhundert von europäischen Geographen zur Kontrolle der Genauigkeit der ihnen zugänglichen graduierten Karten herangezogenen Ortstabellen, die im arabisch-islamischen Kulturkreis entstanden waren, soll abschließend Rennell selbst zu Wort kommen: «Wenn Ptolemaios zu unserer Zeit lebte, würde er sich wundern, daß – trotz der Vorteile, über die wir verfügen – unsere Asienkarten so unvollkommen sind, wo doch die Tabellen des Abu l-Fidā', des Naşīraddīn, des Ulug Beg und die Geschichte Timurs von Şarafaddīn uns seit langem in einer europäischen Sprache zugänglich sind.»<sup>166</sup>

Ich wende mich nun der Frage des Einflusses zu, den die arabisch-islamische Geographie durch ihre Karten auf die abendländische Geographie ausgeübt hat. Es war Joachim Lelewel, ein auch in der Arabistik recht gut bewandertes Geographiehistoriker, der sich nach meiner Kenntnis als erster mit der Frage nach dem Ursprung jener Karten befaßt hat, die seit der Wende vom 13. zum 14. Jahrhundert die Gestalt des Mittelmeeres (öfter auch mit dem Schwarzen Meer zusammen) fast realitätstreu vermitteln. Diesen gewöhnlich als Seekarten, im Laufe der Zeit auch als Portolankarten bezeichneten Karten lag nach Ansicht von Lelewel ursprünglich ein mittels geographischer Koordinaten gewonnenes Gradnetz zu Grunde, das auch die Basis der weiteren Entwicklung gebildet hat. Das Gradnetz soll durch «die sizilianischen Geographen» (zwischen 1139 und 1154) geschaffen worden sein, die das von arabischen Geographen und ihren griechischen Vorgängern ererbte Material in Form der Geographie und der Karten al-Idrisīs weiter bearbeitet hätten.<sup>167</sup> Die anschließend entbrannte Diskussion über die

<sup>165</sup> J. Rennell, *Memoir of a map of Hindoostan or the Mogul Empire*, London 1793 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 260), S. 191-192; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 609.

<sup>166</sup> J. Rennell, *Memoir*, a.a.O., Bd. 1, S. 199; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 610.

<sup>167</sup> J. Lelewel, *Géographie du moyen âge*, a.a.O. Bd. 1, Einl. S. LXXXIX-LXXX, Bd. 2, S. 17; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 289.



Entstehung der Portolankarten wird bis heute weitergeführt, und die Ansichten darüber gehen öfter diametral auseinander.<sup>168</sup> Unabhängig von Lelewel haben Arabisten hin und wieder die These der Abhängigkeit jener Karten von denjenigen al-Idrisi (1154 n.Chr.) vertreten.<sup>169</sup> Ihre Bemühungen haben jedoch bei der überwältigenden nicht-arabistischen Mehrheit kaum Beachtung gefunden. Die Gründe dafür, daß diese Mehrheit eine Abhängigkeit der Karten von arabischen Vorbildern nicht wahrnehmen oder annehmen konnte, sind vielfältig. Es dominiert eine trotz aller Korrekturversuche von Seiten der historischen Forschung der Naturwissenschaften weiterhin hartnäckig bestehende Betrachtungsweise, die den ererbten Wissensstand der Menschheit ausschließlich aus eurozentrischem Blickwinkel sieht. Aus einer solchen Haltung heraus hat man leider die in der Erforschung der Wissenschaftsgeschichte erreichte Klarheit darüber, daß die Wissenschaften in der arabisch-islamischen Welt eine gewaltige Entwicklung durchgemacht haben und zu der Zeit, in der jene fast perfekten Karten zutage kamen, bereits auf einer sehr hohen Stufe dieser Entwicklung standen, außer Betracht gelassen. Es war eine Zeit, die wissenschaftshistorisch in die Periode der Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften in Europa fällt, in der sich die Europäer neue Kenntnisse aneigneten.

Um die Ansicht zu stützen, daß den sogenannten Portolankarten arabische Vorbilder zugrunde liegen, konnte die Arabistik zunächst kein wesentliches Hilfsmittel ins Feld führen. Überdies wurde von arabistischer Seite kaum ein Versuch unternommen, eine Darstellung der auf mathematisch-astronomischer Grundlage basierenden arabisch-islamischen Kartographie zu geben und so eine Diskussion über ihre Wirksamkeit im Rahmen des Prozesses der Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissen-

schaften im Abendland in Gang zu setzen. Nicht so sehr das Fehlen beweiskräftigen Kartenmaterials war das Motiv für diese passive Haltung auf arabistischer Seite, sondern vielmehr die im 19. und 20. Jahrhundert unbemerkt zum Grundsatz gewordene westliche Vorstellung, daß die konkrete kartographische Darstellung der alten Welt und ihre Weiterentwicklung seit dem 13. Jahrhundert ein Produkt des abendländischen Kulturkreises sei und daß es nicht anders sein könne. Auch der Schreiber dieser Zeilen war, wie die meisten seiner Zeitgenossen, durch Schule und die allgemeine Meinung von dieser Vorstellung geprägt. Wenn ich sie heute als unhaltbar, historisch unbegründet und geradezu absurd empfinde, so wurde ich allmählich und erst in den letzten Jahren nach lang andauernder Beschäftigung mit dem Thema zu dieser Ansicht geführt, wobei ich zu Beginn das große Glück hatte, auf die Weltkarte der Geographen des Kalifen al-Ma'mūn (reg. 198/813-218/833) zu stoßen. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen wurden vor drei Jahren (2000) unter dem Titel *Mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland* als Band 10 bis 12 der *Geschichte des arabischen Schrifttums* veröffentlicht. Einige Gründe, die mich zur Revision der herkömmlichen Vorstellung geführt haben, die auch ich ein halbes Jahrhundert mit mir herumgetragen habe, werde ich hier wegen ihrer Beziehung zur Frage der Rezeption der arabisch-islamischen Karten im Abendland zur Sprache bringen.

Die nach bisheriger Kenntnis älteste in Europa entstandene Karte, auf der Spuren arabischen Einflusses erkennbar sind, stammt von einem zum Christentum konvertierten Juden namens Petrus Alphonsus. Es ist eine einfache Weltkarte, beigelegt einem kleinen Buch astronomischen Inhalts, das dieser um 1110 n.Chr. verfaßt hat. Die Karte ist nach arabischer Art gesüdet und zeigt die arabische Einteilung in sieben Klimata sowie den Namen der Stadt Arin.<sup>170</sup>

<sup>168</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 285-300.

<sup>169</sup> Ebd. Bd. 10, S. 300-310.

<sup>170</sup> s. C.R. Beazley, *The dawn of modern geography*, Bd.

Auch auf der berühmten Weltkarte von Johann von Wallingford (gest. 1258) finden sich Hinweise auf Arabisches.<sup>171</sup>

Eine in der Kartographiegeschichte zu wenig beachtete Weltkarte erscheint in den *Livres dou Tresor* (um 1265) des italienischen Gelehrten Brunetto Latini<sup>172</sup>, interessanterweise ohne spezifischen Bezug auf das eigentliche Buch.<sup>173</sup> Ihre Konfiguration, die Darstellung der Meere, Berge und Flüsse und die Gestalt der Kontinente läßt auf eine Vorlage schließen, die in der Tradition der Weltkarten der Ma'mün-Geographen und al-Idrisis stand, aber bereits eine gewisse Weiterentwicklung hinsichtlich der Formen des Mittelmeeres, des Schwarzen Meeres und Kleinasiens aufwies. Daß das Weltbild dieser bei Brunetto Latini erhaltenen Karte im außerspanischen Abendland als Ganzes wie in den Details völlig neu und fremdartig gewirkt haben muß, zeigt ein Vergleich mit allen anderen erhaltenen europäischen Weltkarten des 13. Jahrhunderts. Eine Gegenüberstellung dieser Karte mit der Darstellung der Ökumene beim zeitgenössischen Albertus Magnus<sup>174</sup> (gest. 1280) oder auch der Weltkarte des im 14. Jahrhundert wir-

kenden Petrus de Alliaco<sup>175</sup> (1410) würde allein ausreichen, um zu verdeutlichen, wie ungewohnt diese Darstellung damals für das Abendland gewesen sein muß, einmal davon abgesehen, daß auch die Karten von Albertus Magnus und Petrus de Alliaco Spuren arabischer Quellen astronomisch-kosmographischer Art verraten.

Die zweitälteste uns bekannte Weltkarte, die eine unübersehbare Ähnlichkeit mit der Ma'mün- und der Idrisikarte aufweist, stammt von ca. 1320 und trägt die Namen von Marino Sanuto und Petrus Vesconte als Urheber. In der rezenten Forschung wurde diese Weltkarte in Unkenntnis der Ma'münkarte allein und unmittelbar mit al-Idrisi in Verbindung gebracht.<sup>176</sup>

Die Weltkarte von Sanuto und Vesconte wird mit allen ihren Redaktionen den sogenannten Portolankarten zugeordnet, deren Ursprungsfrage seit etwa 1850 diskutiert und sehr unterschiedlich beantwortet wird. Unsere Vorstellung besagt, daß diese Karten die jüngste Stufe der von der Menschheit als Ganzes im Verlauf der Kartographiegeschichte zurückgelegten Entwicklung darstellen, einer Entwicklung, die seit 500 Jahren für weitere 300 Jahre, also von ca. 800 bis 1600 n.Chr., durch den arabisch-islamischen Kulturkreis geprägt wurde.

Ohne an dieser Stelle die Überzeugung begründen zu wollen, wonach die auffallende Exaktheit der Küstenlinien und der Längenverhältnisse beim überwiegenden Teil der sogenannten Portolankarten in der arabisch-islamischen Periode der Kartographiegeschichte erreicht worden ist – verwiesen sei lediglich auf einige im ersten Teil dieser Einführung angeführte indirekte Ar-

2, London 1897, S. 575-576; C.H. Haskins, *Studies in the history of mediaeval science*, New York 1924, S. 113-119; R. Mercier, *Astronomical tables in the twelfth century*, in: *Adelard of Bath. An English scientist and Arabist of the early twelfth century*, ed. Ch. Burnett, London 1987, S. 95-96; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 207-208.

<sup>171</sup> A.-D. von den Brincken, *Mappa mundi und Chronographia. Studien zur imago mundi des abendländischen Mittelalters*, in: *Deutsches Archiv zur Erforschung des Mittelalters* (Köln und Graz) 24/1968/118-186, bes. S. 148-149; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 208, 326.

<sup>172</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 12, S. 114.

<sup>173</sup> A.-D. von den Brincken, *Die kartographische Darstellung Nordeuropas durch italienische und mallorquinische Portolanzeichner im 14. und in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts*, in: *Hansische Geschichtsblätter* (Köln und Graz) 92/1974/45-58; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 223, 327-331.

<sup>174</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 220-223, Bd. 12, S. 111.

<sup>175</sup> Ebd. Bd. 10, S. 216, Bd. 12, S. 111.

<sup>176</sup> s. K. Miller, *Mappae arabicae*, Bd. 1, Stuttgart 1926 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 240), S. 51; T. Lewicki, *Marino Sanudos Mappa mundi (1321) und die runde Weltkarte von Idrisi (1154)*, in: *Rocznik Orientalistyczny* (Warschau) 38/1976/169-195; Fr. Wawrik, *Die islamische Kartographie des Mittelalters*, in: *Kultur des Islam. Referate einer Vortragsreihe an der Österreichischen Nationalbibliothek*, 16.-18. Juni 1980, hsg. von O. Mazal, Wien 1981, S. 135-156, bes. S. 152-153; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 291, 293-294.

gumente (s.o.S. 50ff.) –, seien hier die drei erhaltenen Karten kurz vorgestellt, deren jede eine wichtige Entwicklungsstufe vor 1300 n.Chr. markiert.

Die erste ist die Weltkarte der Geographen des Kalifen al-Ma'mūn aus dem ersten Viertel des 3./9. Jahrhunderts. Ihre aus dem Jahr 740/1340 stammende Kopie, die das offenbar prachtvolle Original nicht mehr vollkommen wiedergibt (s.u.III, 24), und eine nach den erhaltenen Koordinatentabellen des Originals rekonstruierte Karte (s.u.III, 25) zeigen, daß dieses bedeutende Dokument eine der entscheidenden Entwicklungsstufen in der allgemeinen Kartographiegeschichte darstellt. Die Karte basiert auf derjenigen des Marinus (1. Hälfte 2. Jh. n.Chr.), auf der *Geographie* von Ptolemaios (2. Hälfte 2. Jh. n.Chr.) und auf den Meß- und Erkundungsergebnissen einer großen, vom Kalifen beauftragten Gruppe von Gelehrten. Daß diese bei ihrem ersten Versuch, das ererbte Weltbild zu korrigieren und zu vervollständigen, nicht etwas Unmögliches leisten konnten, ist selbstverständlich. Ihr augenfälligster Beitrag zur Gestaltung der Weltkarte besteht in folgenden Neuerungen, die für die nachfolgenden Entwicklungsphasen bedeutsam wurden. An erster Stelle ist gegenüber der marinisch-ptolemaische Annahme von einem einzigen zusammenhängenden Kontinent, in dem der Indische Ozean ein Binnenmeer bildet, bei den Ma'mūngeographen die Ökumene rings von Wasser umschlossen und Afrika im Süden umfahrbar. Weiterhin reduzierten die Ma'mūngeographen die übergroße ptolemaische Länge des Mittelmeeres von 63° auf 52° bzw. 53° und brachten gewisse Korrekturen an seiner kartographischen Gestalt an.

Die nächste Karte, die für eine weitere Entwicklungsstufe steht, ist die Idrisikarte vom Jahre 549/1154 (s.u.III, 26f.). Es ist heute nachweisbar, daß al-Idrīsī die Weltkarte der Ma'mūngeographen als Vorlage gehabt haben muß und

nicht, wie öfter behauptet wurde<sup>177</sup>, die Karte des Ptolemaios (die höchstwahrscheinlich nie existiert hat). Trotz einiger Nachteile gegenüber der Ma'mūnkarte zeigt al-Idrīsī Weltkarte eine bessere Darstellung des Mittelmeeres, Europas und namentlich Zentral-, Nord- und Nordostasiens. Diese im Laufe der rund 325 Jahre seit Entstehen der Ma'mūnkarte erreichten Fortschritte, die vor allem im Falle Asiens beträchtlich sind, bezeugen, daß eine lebhaftere Entwicklung in der kartographischen Darstellung der Erdoberfläche im Gange war.

Eines der erhaltenen kartographischen Zeugnisse für die dritte Entwicklungsstufe auf dem Weg zu den sogenannten Portolanen ist eine arabisch-maghrebinische Karte, die fast realitätsgetreu die Küstenlinien des westlichen Viertels des Mittelmeeres mit allen Inseln, die Westküsten von Gibraltar bis Nordfrankreich und Teile der Küsten Englands und Irlands abbildet.<sup>178</sup> Mit einem Verweis auf die chinesische Weltkarte und die Weltkarte von Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī sowie die didaktische Darstellung des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres von Quṭbaddīn aš-Šīrāzī, die oben (S. 49) erwähnt wurden und geeignet sind, die hier skizzierte Vorstellung von den Entwicklungsstufen der Kartographie im arabisch-islamischen Kulturkreis, die den um 1300 in Europa erscheinenden sogenannten Portolankarten vorangegangen sind, zu stützen, seien auch die gleichzeitig geschaffenen mathematisch-astronomischen Grundlagen dieses Entwicklungsganges an einigen Beispielen aufgezeigt. An erster Stelle sei die Länge der großen Achse des Mittelmeeres betrachtet und die Längendifferenz zwischen einigen seiner wichtigen Küstenstädte. Die Werte sind Tabellen entnommen, in denen die weitgehenden Korrekturen berücksichtigt sind, die man seit der ersten Häl-

<sup>177</sup> s. z.B. M.A.P. d'Avezac, *Coup d'œil sur la projection des cartes de géographie*, in: Bulletin de la Société de Géographie (Paris) 5<sup>e</sup> série, 5/1863/257-485, bes. S. 293-294; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 286.

<sup>178</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 27-31, Bd. 12, S. 74.

te des 5./11. Jahrhunderts an den Längengraden von Orten zwischen Toledo und Bagdād ausgeführt hat. So stellen sich die Längendifferenzen zwischen den folgenden sechs Städten nach der

		Längendifferenz	Heutiger Wert
Tanger L 24°10'	— Antiochia 69°34'	45°23'	42°00'
Tanger L 24°10'	— Rom L 43°00'	18°50'	18°20'
Toledo L 28°00'	— Alexandria L 63°00'	35°00'	36°00'
Toledo L 28°00'	— Konstantinopel L 60°00'	32°00'	33°00'
Alexandria L 63°00'	— Antiochia 69°34'	06°45'	06°05'

Tabelle von Abu l-Ḥasan al-Marrākuṣī<sup>179</sup> (gest. um oder nach ca. 660/1260 oder ca. 680/1280) wie folgt dar:

Die Länge des Mittelmeeres zwischen Tanger und Antiochia, die bei Abu l-Ḥasan al-Marrākuṣī noch 45°23' betrug, erscheint bei seinem jüngeren Kollegen Muḥammad b. Ibrāhīm Ibn

ar-Raqqām<sup>180</sup> (gest. 715/1315) noch einmal verkürzt und verbessert mit 44°00'<sup>181</sup>. Dem entsprechen die Längendifferenzen zwischen den Städten:

		Längendifferenz:	Heutiger Wert:
Tanger 25°00'	— Antiochia 69°04'	44°04'	42°00'
Tanger 25°00'	— Rom 45°00'	20°00'	18°20'
Toledo 28°00'	— Rom 45°00'	17°00'	16°32'
Toledo 28°00'	— Alexandria 61°20'	33°20'	33°55'
Alexandria 61°20'	— Antiochia 69°04'	07°44'	06°05'

Die im arabisch-islamischen Kulturbereich ausgeführten radikalen Kürzungen der geographischen Längen erreichten Europa ziemlich früh, zumindest durch die Tabelle von Ibn ar-Raqqām. Sie erscheint in einem lateinischen Anonymus unter dem Titel *Latitudo et longitudo regionum sicut continetur in Libro alg'alien*.<sup>182</sup> Die Handschrift dürfte schon aus dem 14. Jahrhundert stammen, doch hat Jahrhunderte lang weder diese noch eine andere Koordinaten-

tabelle in der europäischen Kartographie Verwendung gefunden. Erst 1630 wiesen Wilhelm Schickard und Willem Janszoon Blaeu als erste in Europa auf die Verzerrung der kartographischen Darstellung des Mittelmeeres hin,<sup>183</sup> und es dauerte bis gegen 1700, daß man hier zu einer einigermaßen realitätsgetreuen Länge des Mittelmeeres kam.<sup>184</sup> Aber wie weit man in Europa noch in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts von einer genauen mathematischen Erfassung des Mittelmeeres entfernt war, läßt sich am Beispiel der Übersicht erkennen, die Michael Florentius van Langeren dem spani-

<sup>179</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 168-173.

<sup>180</sup> Ebd. Bd. 10, S. 165.

<sup>181</sup> Ebd. Bd. 10, S. 166, 231

<sup>182</sup> Hds. Wien, Nationalbibliothek 2452, s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 231.

<sup>183</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 129, 132.

<sup>184</sup> Ebd. Bd. 11, S. 132 ff.



schen König Philipp IV. (gest. 1665) über die unterschiedlichen Angaben der Längendifferenz zwischen Rom und Toledo gegeben hat. Blaeu habe die Differenz mit 17°20', G. Mercator mit 20°, Ph. van Lansberge mit 21°, Tycho Brahe mit 21°30', Cl. Ptolemaios mit 22°40' (lies: 26°40') und A. Maginus mit 29°40' angegeben.<sup>185</sup> An dieser Stelle könnte man das Thema Rezeption der arabischen kartographischen Darstellung des Mittelmeeres abschließen, wenn die realitätsfernen kartographiehistorischen Vorstellungen auf die Entstehung der sogenannten Portolankarten des Mittelmeeres beschränkt wären. Man bezieht sie jedoch auch auf einen größeren geographischen Raum, der nicht als von europäischen Seefahrern befahren betrachtet wird und dessen Karten eigentlich nicht mehr unter die Kategorie der Mittelmeerportolane fallen. Damit wird stillschweigend die gängige Praxis unterstützt, die Ursprünge der Karten weit entfernt liegender Länder und ganzer Kontinente wie Asien und Afrika nicht mehr in Frage zu stellen oder aber, sollte dies geschehen, sie als Originalwerke europäischer Kartographen anzusehen, die diese auf der Grundlage irgendwie eingezogener Erkundungen geschaffen haben. Als interessantes Beispiel hierfür sei die Karte erwähnt, die den Namen des Giovanni da Carignano trägt, der Rektor an der Marcus-Kirche in Genua war und 1344 starb. Sie soll um 1311 entstanden sein<sup>186</sup> und umfaßt außer dem Mittelmeer das Schwarze Meer, Europa und Nordafrika, Anatolien, den Irak und Persien mit dem Kaspischen Meer und dem Urmiasee. Diese während des zweiten Weltkrieges verlorengegangene Karte hat Theobald Fischer im Jahre 1885 ausführlich interpretiert.<sup>187</sup> Seiner Mei-

nung nach soll dieser große Teil der Erdoberfläche von Carignano in Genua «durch Ausforschen von Reisenden» oder anderweitige «Erkundungen» in eine wirklichkeitsnahe Form gebracht worden sein. Ohne hier meine Widerlegung seiner Beweggründe und Argumente<sup>188</sup> zu wiederholen, begnüge ich mich mit der abschließenden Feststellung, daß die meisten Ausführungen Fischers zur Karte von Carignano darauf hindeuten, daß dieser mindestens eine Karte als Vorlage gehabt haben muß, die mehr oder weniger den jüngsten Stand der arabisch-islamischen Kartographie aus der zweiten Hälfte des 7./13. Jahrhunderts wiedergab. Es ist zu erwarten, daß die Formen des Kaspischen Meeres und des Urmiasees auf dieser Vorlage bereits eine weitere Entwicklung der kartographischen Darstellung der Ökumene widerspiegeln als den Stand, den wir etwa durch die Idrisikarte von 549/1154 kennen. Möglicherweise hat Carignano auch die Karte von al-Idrisi herangezogen, aber seine Hauptvorlage muß eine jüngere aus dem arabisch-islamischen Kulturraum stammende Karte gewesen sein, auf der schon Städte berücksichtigt waren, die erst seit dem 12. Jahrhundert von den anatolischen Seldschuken benannt worden sind.<sup>189</sup> Ein kartographiehistorisches Phänomen, das meines Erachtens von Historikern des Faches nicht adäquat in Betracht gezogen wurde, besteht darin, daß auf einer der sogenannten Portolankarten, derjenigen von Sanuto und Vesconte (s.u. III, 14), die spätestens aus dem Jahre 1320 stammt, Afrika bereits eine umfahrbare Form hat und daß auf einer anderen von ca. 1351 die Gestalt Afrikas eine bedeutende Korrektur aufweist.<sup>190</sup> Dieser Korrekturversuch gewinnt einen signifikanten Charakter, wenn man die weiteren Teile des damit zusammenhängenden, in der modernen Literatur als Mediceischer Atlas<sup>191</sup> bezeichneten Kartenwerkes berücksichtigt. Der Atlas

<sup>185</sup> P.J.H. Baudet, *Leven en Werken van Willem Jansz. Blaeu*, Utrecht 1871, S. 77; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 132.

<sup>186</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 12, S. 129.

<sup>187</sup> In seiner *Sammlung mittelalterlicher Welt- und Seekarten italienischen Ursprungs und aus italienischen Bibliotheken und Archiven*, Marburg 1885 (Nachdr. Amsterdam 1961 ohne Karten), S. 118ff.

<sup>188</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 332-335.

<sup>189</sup> Ebd. Bd. 10, S. 335.

<sup>190</sup> Ebd. Bd. 10, S. 549, Bd. 12, S. 137.

<sup>191</sup> Ebd. Bd. 12, S. 136-140.

liefert uns nämlich auch, abgesehen von perfekten Detailkarten des Mittelmeeres und des Schwarzen Meeres, eine sich deutlich der Wirklichkeit annähernde Form des Kaspischen Meeres<sup>192</sup> und die Dreiecksgestalt der Indischen Halbinsel<sup>193</sup>.

Nach meiner Kenntnis war der Sinologe Walter Fuchs bisher der einzige Gelehrte, der sich gegen die Vorstellung gewandt hat, jene Form von Afrika auf einer europäischen Karte könne auf die eigene Leistung eines europäischen Kartenmachers zurückgehen. Er kam dazu durch seine Untersuchung der aus den Anfängen des 14. Jahrhunderts stammenden chinesischen Weltkarte, die auf der Basis eines gegen Ende des 13. Jahrhunderts aus der islamischen Welt stammenden und ins östliche Mongolenreich gelangten Weltbildes entstanden war und durch eine ziemlich realitätsnahe Darstellung des Mittelmeeres und die Existenz der Dreiecksform Südafrikas überrascht. Fuchs<sup>194</sup> betont, es sei schwer zu glauben, daß eine solche Darstellung ein Zufall sei. Er neige zu der Annahme, daß das kartographische Erbe der Araber uns nur unvollständig übermittelt sei und daß jene Kartographen nicht immer die aktuellste Erfahrung ihrer Seefahrer wiedergegeben haben.

Es geschieht leider nicht selten, daß das Erscheinen neuer Elemente auf den europäischen Karten des 14. Jahrhunderts, welchen Namen die Karte auch tragen mag, auf Hinweise im Reisebuch Marco Polos zurückgeführt werden, auch wenn diese nur dürftig oder nichtssagend sind.<sup>195</sup> Sicher brauche ich mich nicht mit Argumenten gegen die naive Betrachtungsweise abzugeben, man könne mit Hilfe der spärlichen, beiläufigen und öfter nicht zutreffenden geographischen An-

gaben Marco Polos, oder überhaupt auf der Grundlage von Erkundungen durch Reisende eine einigermaßen realitätstreue Karte eines Teiles der Erdoberfläche entwerfen. Marco Polo oder einem beliebigen anderen europäischen Orientreisenden kann in der Kartographiegeschichte lediglich darin eine gewisse Rolle zugefallen sein, daß sie Kartenmaterial aus fernen Ländern in ihre Heimat zurückgebracht haben. So ist es nicht verwunderlich, daß Marco Polo, der Venezianer Geschäftsmann, welcher auf seiner Hinreise (1272) das Land der İlḫāne und auf der Rückreise (1294/1295) mehrere Kulturzentren der östlichen islamischen Welt wie Tabrīz aufsuchte, in denen im 13. Jahrhundert mathematische Geographie gepflegt wurde, an solchen Orten Welt- und Seekarten kennenlernen konnte, von denen er sich dann Kopien oder Skizzen zu verschaffen wußte.<sup>196</sup>

Zu Beginn der dreißiger Jahre des 20. Jahrhunderts wurden eine und in den folgenden Jahren vier weitere Karten bekannt, die Marco Polo während seiner Asienreise besessen haben soll.<sup>197</sup> Sie zeigen grob gezogene Küstenlinien von Süd- und Ostasien, geben aber eine erstaunlich wirklichkeitsnahe Darstellung des Indischen Subkontinentes und des Malaiischen Archipels. Bedeutungsvoll sind die in dilettantischer Abschrift auf zwei Karten erhaltenen arabischen Angaben und deren italienische Übersetzung, von denen eine besagt, daß ein syrischer Kapitän namens Sirdumab (?), der 30 Jahre lang zwischen Syrien (Arabia) und dem Fernen Osten gefahren war, die Karte im Jahre 1287 (in der Handschrift irrtümlich 1267) Marco Polo geschenkt hat.<sup>198</sup> Ich glaube, daß diese Skizzen die rudimentären Grundlinien einiger Marco Polo bekannter arabisch-persischer Welt- und Seekarten wiedergeben, wie sie in entwickelter Form und größerer Ausführlichkeit Jahrhun-

<sup>192</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 475.

<sup>193</sup> Ebd. Bd. 10, S. 568.

<sup>194</sup> *Was South Africa already known in the 13th century?*, in: *Imago Mundi* (London) 10/1953/50-51; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 323, 563.

<sup>195</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 318, 320, 337, 469, 484, 533, 556, 558, 563, 569, 570, Bd. 11, S. 102, 409, 414.

<sup>196</sup> Ebd. Bd. 10, S. 315-316.

<sup>197</sup> Ebd. Bd. 10, S. 316.

<sup>198</sup> Ebd. Bd. 10, S. 317.

derte lang immer wieder zu europäischen Kartographen gelangt sind.<sup>199</sup>

Im Zuge der Rezeption und Bearbeitung von Vorlagen aus dem arabisch-islamischen Raum entstanden in Europa im 14. und 15. Jahrhundert zahllose ungraduierte Weltkarten. Sicherlich waren nicht alle diese Karten von Originalen kopiert, sondern waren öfter Kopien voneinander und nicht frei von der Phantasie des Kartenmachers. Hier sei nur eine der berühmtesten von ihnen erwähnt, die Karte des Fra Mauro, eines Mönches aus dem Kamaldulenser-Kloster auf Murano bei Venedig, die dieser auf Anregung des portugiesischen Königs Alfons V. (1433-1481) zwischen 1457 und 1459 gezeichnet hat.<sup>200</sup> Ein Vergleich ergibt, daß die Konfiguration der Karte und ihre Darstellung der drei Kontinente mit dem Mittelmeer und dem Schwarzen Meer an die oben genannten Weltkarten von Brunetto Latini und Sanuto-Vesconte erinnert, die ihrerseits, wie oben erläutert, anhand arabischer Vorlagen entstanden sind. Als neues Element erscheint auf der Fra Mauro-Karte, verglichen mit den beiden Vorgängern, eine ziemlich exakte Form des Kaspischen Meeres. Dabei ist zu beachten, daß seine Nord-Süd-Achse um etwa 70° nach Westen gedreht ist. Mit großer Wahrscheinlichkeit war diese Drehung eine Folge der Einarbeitung einer Teilkarte des Kaspischen Meeres in die zugrunde liegende Weltkarte. Auch sei darauf hingewiesen, daß die Karte nach arabischer Art gesüdet ist und daß die jüngere Forschung auf den arabischen Ursprung der Benennung des Atlantik darin als «Meer der Finsternis» (*al-Baḥr al-muẓlim*) aufmerksam gemacht hat.<sup>201</sup> Auf einer Legende heißt es zudem, daß ein (arabisches) Schiff von Osten her um das afrikanische Südkap ins Meer

der Finsternis gefahren sei und in 40 Tagen bei ungünstiger Fahrt etwa 2000 Meilen zurückgelegt habe.<sup>202</sup> An diesem Bericht fand R. Hennig<sup>203</sup> «kulturhistorisch am gewichtigsten die Tatsache, daß Fra Mauro auf Grund jener arabischen Berichte über die Seefahrt um 1420 bedenkenlos Afrika als im Süden umfahrbar bezeichnet hat». Eine Ansicht aus dem 16. Jahrhundert besagt übrigens, Fra Mauro habe seine Weltkarte ausgehend von einer «schönen und sehr alten Welt- und Seekarte» kompiliert, die Marco Polo und sein Vater aus China mitgebracht haben.<sup>204</sup> Ich verstehe darunter eine arabisch-persische Karte, die Marco Polo auf seiner (angeblichen) Rückreise von China in einem islamischen Land erworben hat, wobei natürlich die tatsächliche Vorlage, die Fra Mauro benutzt hat, durchaus nicht auf Marco Polo zurückgehen muß.

Mit einem gewissen Grad der Vertrautheit mit dem neuen Weltbild, das die arabisch-islamischen Geographen geschaffen haben, ging in Europa eine Bereicherung der Erkenntnisse auf dem Gebiet der mathematischen Geographie einher, es griff aber auch Unsicherheit und Verwirrung um sich durch die seit 1477 erfolgte Edition der um 1406 ins Lateinische übersetzten ptolemaischen *Geographie*. Anstelle einer Mittelmeerlänge von ca. 53° wie auf der Weltkarte der Ma'müngeographen bot das übersetzte Werk des Ptolemaios nun mit seinen Tabellen und den danach von dem Byzantiner Maximos Planudes um 1300 n.Chr. rekonstruierten Karten eine Länge von 63° (gegenüber de facto 42°). Man fand auf den Karten den Abstand Indiens von den Kanarischen Inseln bei 125° (statt 115° nach der Ma'müngeographie), Asien hing

<sup>199</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 318.

<sup>200</sup> s. R. Hennig, *Terrae incognitae. Eine Zusammenstellung und kritische Bewertung der wichtigsten vorcolumbischen Entdeckungsreisen an Hand der darüber vorliegenden Originalberichte*, Bd. 4, Leiden 1956, S. 55.

<sup>201</sup> Ebd. Bd. 4, S. 48.

<sup>202</sup> Ebd. S. 45, 49.

<sup>203</sup> Ebd. S. 54.

<sup>204</sup> s. *The celebrations of the 700<sup>th</sup> anniversary of Marco Polo's birth at Venice*, in: *Imago Mundi* (London) 12/1955/139-140, bes. S. 139b; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 318-319.

im Südosten mit Afrika zusammen, wodurch der Indische Ozean zum Binnenmeer wurde, das asiatische Festland reichte im Osten und Nordosten über 180° hinaus, das Kaspische Meer dehnte sich melonenförmig von Ost nach West auf ca. 23° aus und anderes mehr. Kartographen und Kosmographen hatten die Wahl, ob sie sich weiterhin an die Darstellung der Ma'müngeographen halten wollten oder diejenige des Ptolemaios übernehmen. Eines der Grundelemente des arabisch-islamischen Weltbildes, daß Afrika im Süden umfahrbar und der Indische Ozean ein Teil des die Ökumene umfassenden Ozeans sei, konnte sich allerdings gegen die ptolemaische Darstellung durchsetzen. Als Sonderfall vereinigt eine kurz nach der ersten Edition der lateinischen Übersetzung der ptolemaischen *Geographie* erschienene Weltkarte<sup>205</sup> (ca. 1483-1488) die arabisch-islamische Vorstellung einer vom Ozean umschlossenen Ökumene mit der ptolemaischen Form des Indischen Ozeans als Binnenmeer. Sie weist einerseits eine recht gute Kenntnis von Europa und eine weitgehend korrekte Form des Kaspischen Meeres auf, andererseits gibt sie die christliche Vorstellung wieder, nach der das Paradies im Osten der Ökumene liegt, wo die vier Hauptflüsse der Erde entspringen.<sup>206</sup>

Diese Ambivalenz, die sich seit der Bekanntheit mit der ptolemaischen *Geographie* auf den europäischen Weltkarten zeigt, konnte jedoch für die im 13. Jahrhundert in Europa begonnene neue Entwicklung nicht bestimmend bleiben. In der Tat hat sich die ptolemaische Darstellung der Welt gegenüber derjenigen auf Karten, die vor allem durch die portugiesischen Expeditionen aus dem arabisch-islamischen Raum nach Europa gelangten, nicht lange, oder, genauer gesagt, nicht länger als ein halbes Jahrhundert halten können. Schon durch die erste Expedition Vasco da Gamas gelangte eine fast perfekte Darstellung Afrikas und der westlichen

Seite des Indischen Ozeans mit der Indischen Halbinsel auf die Iberische Halbinsel und nach Italien. Dieser folgten weitere Karten, namentlich ein in javanischer Schrift geschriebener Atlas mit 26 Teilkarten, dessen Darstellung des Indischen Ozeans, und nicht nur diese, bezeugt, daß die Kunst der kartographischen Wiedergabe der Erdoberfläche vor ca. 905/1500 im arabisch-islamischen Kulturkreis ein beträchtliches Niveau erreicht hat. Die portugiesischen Seefahrer im Indischen Ozean machten keinen Hehl daraus, daß sie Karten von dort nach Portugal mitgebracht haben und daß sie bei arabischen Seefahrern fortschrittliche Kompassse und einen hohen Stand der Nautik angetroffen haben. Darüber hinaus machen portugiesische Quellen deutliche Angaben darüber, daß Karten des Indischen Ozeans mit umfahrbaren Formen Afrikas seit der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts in portugiesische Hände gelangt sind, wodurch man in Portugal schließlich dazu ermuntert wurde, Indien auf dem Seeweg – der längst bekannt war – zu erreichen.<sup>207</sup>

Es war um 1550, zu einer Zeit, da der Rückschritt in der Darstellung der Weltkarte, der in Europa durch die Übersetzung der ptolemaischen *Geographie* eingesetzt hatte, noch wirksam war, daß die von den Portugiesen mitgebrachten Karten ihre Wirkung zeigten. Kartographiehistorisch kann nicht hoch genug gewertet werden, was wir in diesem Zusammenhang von Gian Battista Ramusio (1485-1557), dem an Geographie und Reiseberichten besonders interessierten Venezianer, hören<sup>208</sup>: «Nachdem die Darstellung der Karten der ptolemaischen *Geographie* von Afrika und Indien mir angesichts der heutigen großen Kenntnis über diese Gebiete sehr unvollständig erschien, fand ich es zweckmäßig und nicht wenig nützlich, die Nachrichten von Verfassern unserer Zeit, die in den erwähnten

<sup>207</sup> s. Ebd. Bd. 11, S. 358-362.

<sup>208</sup> *Navigazioni et viaggi*, Bd. 1, Venedig 1563 (Nachdr. Amsterdam 1970), Widmungstext S. 2; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 99-100.

<sup>205</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 86, Bd. 12, S. 124.

<sup>206</sup> Ebd. Bd. 11, S. 86.



Teilen der Erde gewesen sind und sie ausführlich besprochen haben, zusammenzustellen und Darstellungen der Seekarten der Portugiesen hinzuzufügen, so daß man andere solche Karten herstellen kann zu höchster Genugtuung.» Die von Ramusio wiedergegebenen Karten umfassen 1. *Africa*, 2. *Arabia-Persia-India*, 3. die *Isole Moluche* (Südostasien) und 4. eine Teilkarte von Afrika. Abgesehen davon, daß alle Karten nach arabischer Art gesüdet sind, lassen ihre toponomischen Merkmale und ihre Längen- und Breitenskalen keinen Zweifel daran, daß sie arabischen Ursprungs sind.<sup>209</sup> Doch waren es nicht Ramusios Karten, die schon bei zeitgenössischen Kartographen Erstaunen hervorgerufen haben und noch heutige Kartographiehistoriker aufhorchen lassen, sondern die unter dem Einfluß dieser Karten in den Jahren 1559-1561 erschienene Asienkarte von Giacomo Gastaldi<sup>210</sup>, einem Freund Ramusios. Daß dieser Ingenieur aus Venedig, der sich seit 1539 der Herausgabe ptolemäischer Karten gewidmet hatte, auf einmal dazu kam, eine gänzlich fremde Darstellung Asiens zu bevorzugen, bleibt bis in unsere Zeit ein ungeklärtes kartographiehistorisches Phänomen. Sein Zeitgenosse, der bekannte Kartograph Abraham Ortelius, der aus Gastaldis Karte mit geringfügigen Änderungen eine eigene Redaktion verfertigte, vermerkt erläuternd auf der rechten unteren Ecke seiner Asienkarte<sup>211</sup>: «[Hiermit] bieten wir den geneigten Lesern eine neuere Darstellung Asiens, die Jacobus Gastaldus, ein um die Geographie hochverdienter Mann, gemäß der Tradition des arabischen Kosmographen Abu l-Fidā' [angefertigt hat]. Diesen Autor hat der berühmte Mathematiker und vieler Sprachen, darunter des Arabischen kundige Guillaume Postel aus dem Mittleren Osten in unser Europa gebracht...».

Für mich liegt die geographiehistorisch beachtenswerte Bedeutung dieser Anmerkung darin, daß Ortelius offenbar das Erscheinen einer Asienkarte wie derjenigen Gastaldis nur auf der Grundlage der arabischen Tradition für möglich hielt. Die Frage, ob die Koordinaten aus dem Buch von Abu l-Fidā' zum Entwurf der Konfiguration einer Karte ausgereicht hätten oder auch mit denen der Asienkarte von Gastaldi vereinbar waren, hat er sich sicher nicht gestellt. Auch hätte keiner unter seinen Vorgängern, Zeitgenossen oder Nachfolgern in Europa wissen können, daß die von Abu l-Fidā' in einer vergleichenden Tabelle registrierten geographischen Koordinaten aus der Zeit vor dem Ende des 13. Jahrhunderts stammen und die Kürzung der Längengrade durch Verlegung des Nullmeridians um 28°30' westlich von Toledo noch nicht berücksichtigt. Schließlich wußte auch Ortelius nicht, daß Gastaldi seinerseits sich einer oder mehrerer arabischer Karten als Vorlage bedient hat, deren Nullmeridian bereits 28°30' westlich von Toledo lag.<sup>212</sup>

Daß das Echo auf die kartographischen Daten, die Gastaldi mit seinen Asienkarten geliefert hat, bei seinen Zeitgenossen sehr groß gewesen sein muß, läßt sich unter anderem daran erkennen, daß drei Jahre, nachdem die Karten als Wandkarten im Senatsaal von Venedig zu Ruhm und Ehre gelangt waren, umfangreiche Tabellen der darauf identifizierbaren Orte mit ihren Koordinaten hergestellt wurden.<sup>213</sup>

Der auffallendste Unterschied zwischen der älteren («ptolemäischen») und der jüngeren («arabischen») Darstellung der Erdoberfläche durch Gastaldi besteht meines Erachtens darin, daß sich Asien auf letzterer nicht mehr als Teil eines zusammenhängenden Festlandes über die Fläche der Karte hin bis zum äußersten Rand im Norden und Osten erstreckt, sondern eine ovale, umfahrbare Gestalt angenommen hat. Diese sporadisch schon in früheren europäischen

<sup>209</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 100-103.

<sup>210</sup> s. ebd. Bd. 12, S. 177-179.

<sup>211</sup> Ebd. Bd. 12, S. 182.

<sup>212</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 99-116.

<sup>213</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 108.

Weltkarten erscheinende Wiedergabe des nordöstlichen Randes von Asien nach arabischen Vorbildern gewinnt nunmehr auf zeitgenössischen und nachfolgenden Karten allgemeine Gültigkeit. Dazu gehört nicht nur die Umfahrbarkeit Asiens im Nordosten, sondern auch seine verkleinerte Gestalt und seine Sattelform. Diese Darstellung geht nicht auf die Ma'münkarte zurück. Als ältestes erhaltenes Vorbild dafür erweist sich die Idrisikarte. Ohne meine Begründung<sup>214</sup> hier zu wiederholen sei gesagt, daß diese wichtige Neuerung bereits aus der Zeit vor al-Idrisī (549/1154) stammt und als Teil der weiteren Entwicklung der Kartographie Asiens in den nachfolgenden Jahrhunderten einflußreich fortgelebt hat.<sup>215</sup> In diesem Zusammenhang sei auch die um 1570 entbrannte Diskussion über die Frage erwähnt, ob Asien im Norden umfahrbar sei, was G. Mercator und A. Ortelius damals verneint haben.<sup>216</sup>

Über die Bemerkung von Ortelius an der unteren rechten Ecke seiner Asienkarte und die Frage nach den arabischen Grundlagen der Asienkarten von Gastaldi wurde im 20. Jahrhundert mehrfach diskutiert.<sup>217</sup> Eine überzeugende Antwort auf die Frage war nach den herkömmlichen Vorstellungen von der Entstehung der Portolan- und Weltkarten in Europa nicht zu erwarten, solange der Stand der Kartographiegeschichte es nicht ermöglichte, einen Einfluß von Karten aus dem arabisch-islamischen Kulturbereich in Erwägung zu ziehen. Erschwerend kam hinzu, daß man nahezu keine Kenntnis von der gewaltigen Entwicklung der mathematischen Geographie in der islamischen Welt besaß, die den Schlüssel zur Lösung des Gesamtkomplexes der den europäischen Karten zugrundeliegenden oder sie überspannenden Gradnetze hätte liefern können.<sup>218</sup>

Die Bedeutung der von Gastaldi in die europäische Kartographie der alten Ökumene eingeführten Neuerungen kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Ihre größte Nachwirkung scheint durch die Asienkarten von Abraham Ortelius und Gerhard Mercator erfolgt zu sein. Bei Ortelius erhielt die Asienkarte eine globulare Projektion mit einer gewissen Reduzierung topographischer Fehler. Die auf der Weltkarte Gastaldis erscheinende Ausdehnung Asiens zwischen dem Ostrand des Mittelmeeres und der Südspitze Indiens mit ca. 47° oder 48° wurde von Ortelius fast unverändert in seine Globularprojektion übernommen. Bei Mercator erhielt dann die gleiche Strecke, bei stereographischer Projektion, eine Reduzierung auf 44°.<sup>219</sup>

Geographiehistoriker interpretieren die Korrekturen auf den Gradnetzen der Weltkarten, die im Anschluß an die Asienkarten von Gastaldi erschienen sind, von Mal zu Mal und auf unterschiedliche Weise. Ohne diese Erklärungen wiederholen zu wollen, möchte ich den Eindruck wiedergeben, den ich bei meinen Studien über die mathematische Geographie und Kartographie im Islam und ihr Fortleben im Abendland gewonnen habe<sup>220</sup>: Die Korrekturen europäischer Kartographen des 16. Jahrhunderts an den fundamentalen Dimensionen der unter dem Namen Ptolemaios kursierenden Weltkarten kamen weder von Koordinaten, die aus Tabellen übernommen waren und besser erschienen, noch von Koordinaten, die aus eigenen Messungen resultiert hätten. Sie waren die Folge der Übernahme besser erscheinender Karten aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis. Nach meiner bisherigen Kenntnis war J. Kepler der erste, der versucht hat, zwischen der Darstellung des Mittelmeeres auf geläufigen Karten und ihm auf Tabellen zugänglichen Koordinaten von Orten eine gewisse Kongruenz herzustellen. Die uns bekannten Früchte dieser Bemühungen sind eine Weltkarte und eine Tabelle geographischer Orte mit ei-

<sup>214</sup> s. F. Sezgin, a.a.O.. Bd. 11, S. 119.

<sup>215</sup> Ebd. Bd. 11, S. 108-109.

<sup>216</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 80.

<sup>217</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 104-107.

<sup>218</sup> Ebd. Bd. 11, S. 108.

<sup>219</sup> Ebd. Bd. 11, S. 111.

<sup>220</sup> Ebd. Bd. 11, S. 116.

ner erklärenden Einleitung. Die von Kepler angekündigte Karte, die er nicht hat ausführen können, wurde von seinem Freund Ph. Eckbrecht, einem Nürnberger Bürger, verfertigt und 1630 veröffentlicht. Die grundlegenden Dimensionen der Alten Welt, wie die Abstände der Südspitze Indiens vom Westrand des Mittelmeeres, die Länge der großen Achse des Mittelmeeres und die Distanz zwischen der Ostküste Afrikas und der Westküste Sumatras am Äquator gleichen auf dieser Weltkarte denen auf den Karten seiner Vorgänger Gastaldi, Ortelius und Mercator. Seine Neuerung in der Kartographie bezieht sich nur auf das westliche Becken des Mittelmeeres.<sup>221</sup>

Kepler hinterließ eine sehr heterogene geographische Ortstabelle, in der er versuchte, eine Harmonisierung zwischen den ptolemaischen Werten und denen der ersten Kürzung der Mittelmeerlänge um  $10^\circ$  durch die arabischen Geographen zu erreichen. Als Resultat sehen wir, daß das östliche mediterrane Becken auf seiner Tabelle, wie auf seiner Karte, noch entsprechend den ptolemaischen Werten um ca.  $10^\circ$  zu groß ist, während die Länge des westlichen Beckens mit der Reduzierung um  $10^\circ$  den entwickeltsten Karten des arabisch-islamischen Kulturkreises entspricht und fast die tatsächlichen Werte erreicht. Zum Glück fand diese verzerrte Darstellung des Mittelmeeres keine nennenswerte Verbreitung.<sup>222</sup>

Im Anschluß an Gastaldis Karten aus den Jahren 1595-1561 hat es, abgesehen von den nördlichen Teilen Europas, in der Entwicklung der grundlegenden Dimensionen und der kartographischen Form markanter Teile der Alten Welt bis etwa zur Mitte des 17. Jahrhunderts keine wesentlichen Fortschritte gegeben. Varianten erschöpften sich im Dekorativen oder in mechanischem Hin- und Herschieben der afrikanischen Westküste im Gradnetz der Karten.<sup>223</sup>

Erst im Zuge zunehmender Kontakte europäischer Gelehrter mit der islamischen Welt, kurz vor der Mitte des 17. Jahrhunderts, begannen europäische Asienkarten eine höhere Qualität zu erhalten. Dazu gehörte auch, daß nun in zunehmendem Maße die Orte erwähnt wurden, in denen die aus östlichen Ländern mitgebrachten oder vor Ort ausgewerteten Karten entstanden waren. In dieser Beziehung hat meines Erachtens die von Adam Olearius (1599-1671) mitgebrachte Persienkarte die Bedeutung eines Marksteines. Dieser Gelehrte aus Gottrop mit Arabischkenntnissen hatte an der Handelsreise einer von Otto Brüggemann geleiteten Delegation über Rußland nach Persien teilgenommen.

Die Beschreibung der Reise, die vom 22. Oktober 1636 bis zum 1. August 1639 dauerte, wurde im Jahre 1647 zusammen mit der Karte veröffentlicht.<sup>224</sup> Die Reaktion seiner Kollegen an der Universität Leipzig über die Karte lautete, daß er damit «wider aller Geographorum bißher gehabte Meynung»<sup>225</sup> verstoße. Sie wollten nicht verstehen, «warumb er in Legung der persischen Landtaffel und sonderlich der Caspischen See von den weltberühmten alten Geographis Ptolemæo, Strabone, Dionysio Alexandrino und anderen abgangen»<sup>226</sup>.

Nicht nur zur Herkunft der Karte<sup>227</sup>, sondern auch kartographiehistorisch im allgemeinen ist äußerst lehrreich, was Olearius in seinen Erinnerungen an den Aufenthalt in Schamachia (Šamāḥā), der Hauptstadt von Schirwan (Šarwān), berichtet. Er fand dort Gelegenheit, mit einem arabischen Astronomen und einem Theologen Freundschaft zu schließen. Der Astronom, der aus dem Hedjaz stammte und sich Ḥalīl (al-)

<sup>224</sup> *Vermehrte neue Beschreibung der Muscovitischen und Persischen Reyse*, Leipzig 1656 (Nachdr. *The Islamic World in Foreign Travel Accounts*, Bd. 3-4, Frankfurt 1994).

<sup>225</sup> Ebd. S. 204; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 398.

<sup>226</sup> Olearius, *Vermehrte neue Beschreibung*, a.a.O., Vorrede S. 8a; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 398.

<sup>227</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 12, S. 211.

<sup>221</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 121-122.

<sup>222</sup> Ebd. Bd. 11, S. 124.

<sup>223</sup> Ebd. Bd. 11, S. 117.

Munağğim nannte, stellte ihm eine Tabelle von Längen- und Breitengraden «fast über gantz Asiam wie auch etliche Stücke entworffener particular Landcharten» zur Verfügung. Olearius weist darauf hin, daß er einen Teil der Karten der Edition seines Buches beigefügt habe.<sup>228</sup> Auch teilt er uns mit, der Expeditionsleiter O. Brüggemann habe, um ihn zu beschäftigen, ihm aufgetragen, die beiden «Landkarten Persien und Türckey in eine» zu bringen.<sup>229</sup> Der geographische Raum der Karte, die Olearius durch Zusammenfügen der Teilkarten Persiens und der Osttürkei gewonnen und deren Beischriften er in Lateinschrift übertragen hat, umfaßt (am nördlichen Rand) die Längen von 62° bis 108° und die Breiten von ca. 23° bis 48°. Der Nullmeridian des Gradnetzes liegt 28° 30' westlich von Toledo. Ein Vergleich von Positionen auf der Karte eingetragener Städte mit ihren Koordinaten auf geographischen Tabellen, die nach der Gründung der Sternwarte von Marāga in den sechziger Jahren des 7./13. Jahrhunderts entstanden sind, etwa mit der Tabelle des Naşīraddīn aṭ-Ṭūsī (gest. 672/1274), zeigt, daß ihre Längen- und Breitengrade übereinstimmen.<sup>230</sup> So gibt sie uns eine deutliche Vorstellung vom Charakter einer arabisch-islamischen Karte aus der Zeit nach der Gründung der Sternwarte von Marāga und beweist, daß diese graduiert und sehr genau waren, wobei diejenige, die Olearius der westlichen Welt zugänglich gemacht hat, nach meinem Dafürhalten eine hohe, aber noch nicht die höchste Stufe der kartographischen Darstellung dieses Gebietes im arabisch-islamischen Kulturraum repräsentiert. Es ist sehr zu bedauern, daß dieses hochbedeutende Dokument in der Kartographiegeschichte bisher keine adäquate Aufmerksamkeit gefunden hat.

Weitere neue Elemente erhielt das in Europa gewohnte Bild der alten Welt im Hinblick auf Asien durch den französischen Hofkartographen und Verfasser des ersten französischen Weltatlases Nicolas Sanson d'Abbéville (1600-1667). Wenn wir von der durch Olearius in Europa bekannt gemachten Karte von Persien und Ostanatolien absehen, bleibt Sanson nach meiner Kenntnis der erste europäische Kartograph, der in aller Klarheit zum Ausdruck gebracht hat, daß er seine Asienkarte «aus al-Idrīsī und weiteren (arabischen) Autoren» geschöpft hat und daß er die Darstellung des Tatarenlandes (Sibirien) teilweise aus Karten ausgezogen hat, die ihrerseits nach Reiseberichten und verschiedenen arabischen Verfassern, die zur damaligen Zeit noch lebten, hergestellt worden waren. Ähnlich verhält es sich bei seiner Persienkarte.<sup>231</sup> In stärkerem Maße noch und deutlicher als seine Teilkarten geben uns die verschiedenen Redaktionen der Asien- und Weltkarten Sansons ein Bild davon, wie er auf der Basis ihm im Laufe der Zeit zugänglich gewordener neuer Vorlagen zu neuen Darstellungen geführt wurde. Diesen Eindruck gewinnt man vor allem, wenn man seine Asienkarten von 1650, 1651, 1654, 1659 und 1669<sup>232</sup> miteinander vergleicht. Die große Bedeutung der Karte von 1659 besteht meines Erachtens darin, daß sie als erste europäische Darstellung Asiens einem Gradnetz unterliegt, dessen Nullmeridian 28° 30' westlich von Toledo liegt und die im arabisch-islamischen Kulturraum erreichten radikalen Korrekturen der Längengrade berücksichtigt.<sup>233</sup> Zu den neuen Elementen, die auf dieser Asienkarte im Gegensatz zu ihrer fünf Jahre zuvor angefertigten Vorgängerin auftreten, gehört die Gestalt des Roten Meeres mit dem auf europäischen Karten seit langem verschwundenen Golf von 'Aqaba. Die sich melonenförmig ostwestlich erstreckende Form des Kaspischen Meeres,

<sup>228</sup> Olearius, *Vermehrte neue Beschreibung*, a.a.O. S. 434.

<sup>229</sup> Ebd. S. 434; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 400.

<sup>230</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 402, 423-424.

<sup>231</sup> Ebd. Bd. 11, S. 117.

<sup>232</sup> s. ebd. Bd. 12, S. 167, 186, 187, 188, 189.

<sup>233</sup> Ebd. Bd. 11, S. 120-121.



die seit mehr als einem Jahrhundert ein Kartograph vom anderen kopiert hat, macht hier einer fast realitätstreuen Darstellung dieses Gewässers Platz. Drei sibirisch-zentralasiatische Seen, die möglicherweise den Baikalsee, den Balchasch-See und den Issyk-kul darstellen sollen, erscheinen zum ersten Mal zusammen auf einer europäischen Karte. Hinzu kommt eine neuartige Wiedergabe von Bergen und Flüssen.<sup>234</sup>

Nicht nur die geographiehistorische, sondern auch eine toponomische und topographische Betrachtung der Karte lassen vermuten, daß Sanson eine alte Asienkarte arabisch-islamischen Ursprungs als Vorlage gehabt haben muß. Topographisch-toponomische Spuren führen uns dazu, daß die von Sanson verwendete Vorlage eine kartographische Entwicklung für Nordasien widerspiegelte, die möglicherweise in der letzten Hälfte des 5./11. Jahrhunderts erfolgt ist. Wir haben es bei diesen Kartographen höchstwahrscheinlich mit Kimäktürken zu tun, die vor dem 6./12. Jahrhundert in Sibirien ansässig waren. Hinweise auf ihre Arbeit finden wir in der Geographie und den Karten al-Idrīsī.<sup>235</sup>

Bei allem Respekt vor den Neuerungen, die Sanson mit seinen relevanteren kartographischen Darstellungen in die europäische Geographie eingeführt hat, glaube ich nicht, daß er ein sicheres Kriterium zur Beurteilung der Längen- und Breitengrade hatte, die ihm als Hofkartograph zugänglich wurden. Wahrscheinlich traf er seine Auswahl nach dem guten Ruf oder dem Ursprungsort einer Karte, wobei ihm das Gespür eines erfahrenen Kartographen zugute kam. Nach Sanson vergingen nur noch zwei Jahrzehnte, bis es in der Geschichte der europäischen Kartographie zu einem Durchbruch kam, bei dem eine direkte Verbindung zwischen Karten und Längenmessung hergestellt wurde. Dafür gab es, wie bei den vorangegangenen entscheiden-

den Entwicklungsstufen der mathematischen Geographie, eine zielstrebige staatliche Unterstützung. Sie kam von Ludwig XIV. und fand im Rahmen der Leistungen der von ihm gegründeten Akademie statt, der auch eine Sternwarte beigeordnet war. Auf Initiative von Jean Dominique Cassini (gest. 1712), dem Direktor der Sternwarte, wurde hier ein neues Element zur Ermittlung von Längen in der mathematischen Geographie wirksam (s.o.S. 108).

In einer ersten Phase versuchte man, «durch proportionale Verkürzung oder Änderung der größeren Landmassen die ganze Weltkarte zu korrigieren». So schufen die Astronomen das *Planisphère terrestre*, eine monumentale Weltkarte auf dem Fußboden des westlichen Turms der Pariser Sternwarte. Sie wurde in einer verbesserten Nachbildung von Cassinis Sohn Jacques im Jahre 1694 oder 1696 als *Planisphère terrestre suivant les nouvelles observations des astronomes* publiziert.<sup>236</sup>

Ein Vergleich zwischen Koordinaten wichtiger Orte der Alten Welt auf dieser Karte und entsprechenden Werten auf arabischen Ortstabellen mit verbesserten Längengraden ergibt, daß trotz einiger Abweichungen die arabischen Längengrade öfter zutreffend sind als diejenigen der Weltkarte von Cassini.<sup>237</sup>

Gegen Ende des 17. Jahrhunderts begannen dann in Paris die Bestrebungen, die Weltkarte mit Hilfe von Längengraden zu verbessern, die durch die Beobachtung der Jupitertrabanten mit dem Fernrohr gewonnen worden waren. Die Durchführung dieser Aufgabe brauchte sehr lange Zeit und ist vielleicht bis heute nicht abgeschlossen. Schon in der Anfangsphase des Unternehmens, aber auch bis ins 19. Jahrhundert hinein und in Einzelfällen darüber hinaus hat die Absicht, zur Korrektur der kartographischen Darstellung der Erdoberfläche die Längengrade der ererbten Karten proportional zu kürzen, zumindest im Zu-

<sup>234</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 118.

<sup>235</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 118.

<sup>236</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 140, Bd. 12, S. 168.

<sup>237</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 141-143.

sammenhang mit den im arabisch-islamischen Kulturkreis geschaffenen jüngsten Vorlagen zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt. Die erhaltenen Beispiele zeigen, daß ihre Längengrade, vom jeweiligen Nullmeridian aus betrachtet, um 2° bis 3° zu groß sind. Wenn aber Längendifferenzen, wie die zwischen Aleppo und Samarqand oder zwischen Baġdād und Delhi, mit denen auf modernen Karten verglichen werden, erweisen sie sich entweder als fast korrekt, oder mit Abweichungen im Rahmen von Minuten. Die Korrekturbemühungen blieben zudem längere Zeit auf Positionen markanter Orte innerhalb von Ländern oder an Küsten beschränkt. Es zeigte sich auch, daß Küstenlinien und Länderumrisse, die durch die Arbeit von Generationen vor Ort ermittelt worden waren, in den meisten Fällen ihre Gültigkeit bis ins 20. Jahrhundert hinein behalten haben. In diesem Zusammenhang ist es aufschlußreich zu hören, was der sizilianische Arabist M. Amari<sup>238</sup> um die Mitte des 19. Jahrhunderts über den Zustand der kartographischen Erfassung seiner Heimat gesagt hat. Er mußte feststellen, daß es zu seiner Zeit noch keine «nach einer allgemeinen Triangulation entworfene Karte» Siziliens gegeben habe und daß eine solche Aufgabe, die «lediglich Zeit und Geld» erfordere, mehrfach begonnen und gleich wieder aufgegeben worden sei.

Bei seinem Versuch, eine akzeptable Karte von Sizilien zu entwerfen, stützte sich Amari auf die in einer einzigen kleinformatigen Kopie erhaltene Teilkarte der Insel im Buch al-Idrīsīs und auf die Konfiguration aus der «am wenigsten ungenauen» Karte seiner Zeit, in die er die topographischen Merkmale und die Distanzen aus den Beschreibungen al-Idrīsīs übertrug.<sup>239</sup> Den

Grad der Exaktheit der von al-Idrīsī angegebenen Daten ermittelte er durch einen Vergleich zwischen der Summe der von diesem verzeichneten Distanzen zwischen den Küstenpunkten und der Summe der Teilstrecken der von dem englischen Kapitän W.H. Smyth zwischen 1814 und 1824 vermessenen Küstenlinie. Umgerechnet ergab sich daraus ein weitgehend übereinstimmendes Resultat von 1050 km bei al-Idrīsī gegenüber 1041 km bei Smyth.<sup>240</sup> Es sei dazu angemerkt, daß Amari die Sizilienkarte von Piri Re'īs<sup>241</sup>, die im Vergleich zu Idrīsī eine entwickeltere Darstellung aufweist, noch nicht gekannt hat.

Nach dem Vorstoß der Astronomen der Pariser Sternwarte, die an einigen Punkten nachgeprüfte Weltkarte durch Reduktion um ein paar Grade in der Länge oder Verschieben von Teilen der Alten Welt nach Westen soweit wie möglich zu modifizieren, übernahm das junge Mitglied der Pariser Akademie Guillaume Delisle (1675-1726) die Aufgabe, die Arbeit, deren Resultate in der Kartographiegeschichte als «Reform der Kartographie» bezeichnet werden, fortzusetzen. Freilich wurde auch seine Leistung, wie die seiner Vorgänger und Zeitgenossen, in totaler Unkenntnis der im arabisch-islamischen Kulturbereich geleisteten gewaltigen Vorarbeiten beurteilt. Im Lichte der mir bekannten arabisch-islamischen Karten und Koordinatentabellen bin ich auf einem Teilgebiet der Frage nachgegangen, wie weit Delisle von diesen Karten abhängig gewesen sein muß. Das untersuchte Kartenmaterial umfaßt Persien, das Kaspische Meer, den Kaukasus und den Aralsee. Einige von Delisles Karten dieser Gebiete zeigen eine erstaunliche Genauigkeit. So bietet seine Persienkarte aus dem Jahre 1724 ein geeignetes Beispiel, um zu klären, wie groß sein eigener Beitrag zu dieser vorzüglichen Darstellung gewesen sein kann. Wer diese Karte näher betrachtet und sie mit den Karten von Gastaldi und seinen Nachfol-

<sup>238</sup> A.H. Dufour, M. Amari, *Carte comparée de la Sicile moderne avec la Sicile au XII<sup>e</sup> siècle d'après Édrisi et d'autres géographes arabes. Notice par M. Amari*, Paris 1859, S. 20 (Nachdr. in: *Islamic Geography* Bd. 5, S. 63-111, bes. S. 80); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 35.

<sup>239</sup> Zur Karte s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 12, S. 26.

<sup>240</sup> Ebd. Bd. 11, S. 35.

<sup>241</sup> Ebd. Bd. 12, S. 88.

gern oder auch mit den früheren Karten von Delisle vergleicht, wird sich fragen, wie er diese Persienkarte innerhalb von ein paar Jahren zustande bringen konnte. Sie besticht mit ihrer zehn- bis zwanzigfach erweiterten Topographie, einer entwickelteren Hydrographie, mit einer viel besseren Darstellung des Kaspischen Meeres sowie der Küstenlinien des Persischen Golfes und des Arabischen Meeres bis hin zu den Grenzen im Nordwesten der Indischen Halbinsel. Das Erstaunen wächst noch dadurch, daß auf dieser Persienkarte die Positionen von etwa sechshundert Orten, darunter ganz unbedeutende Dörfer, Bäder, Karawansereien, Brücken, Pässe, Festungen und anderes, so exakt im Gradnetz stehen, daß deren Längen- und Breitengrade – sofern die Orte heute noch existieren bzw. in den modernen Atlas aufgenommen sind – mit minimalen Abweichungen der Wirklichkeit entsprechen. Es fragt sich nun, wie Delisle von seinem Atelier in Paris aus die fast korrekten geographischen Positionen jener Hunderte von Orten und der Küstenumrisse seiner Persienkarte hat gewinnen können. Es ist nicht anders denkbar, als daß die im Jahre 1724 erschienene Karte eine Vorlage voraussetzt, welche den Höhepunkt einer jahrhundertlang auf der Grundlage mathematischer Geographie betriebenen Kartographie der betreffenden Region widerspiegelt. Die aus der islamischen Welt stammenden, von Giacomo Gastaldi (1559-61), Nicolas Sanson (1655) und Adam Olearius (1637) in europäischen Sprachen zugänglich gemachten Persienkarten reichen als alleinige Vorlagen der Karte von Delisle nicht aus. Diese weist trotz unverkennbarer Gemeinsamkeiten mit den älteren Karten einen unvergleichlich reicheren Inhalt und ein stark erweitertes Gradnetz auf.<sup>242</sup> Das geeignetste Hilfsmittel zur Beantwortung der Frage sehe ich im Vergleich des Gradnetzes der Karte mit den Längen- und Breitengraden von etwa fünfzig korrespondierenden Orten auf arabisch-persischen Tabellen, deren Nullmeri-

dian 28°30' westlich von Toledo verläuft. Das Ergebnis dieses Vergleiches, das ich in meinem vor drei Jahren erschienenen Buch<sup>243</sup> ausführlich dargelegt habe, hat mich zur Überzeugung geführt, daß Delisle das Gradnetz einer einheimischen Persienkarte sowie deren Inhalt ohne jegliche proportionale Verkürzung der Längengrade, von der Veränderung der Breitengrade ganz zu schweigen, en bloc in seine französische Redaktion übertragen haben muß. Damit kann seine Karte als französische Übersetzung einer arabisch-persischen Vorlage angesehen werden, die allem Anschein nach die bis dato höchste Entwicklungsstufe der kartographischen Darstellung von Persien und dem Kaspischen Meer dargestellt hat. Mit großer Wahrscheinlichkeit stammte das Original aus dem 16. Jahrhundert.

Dieser Schluß gilt auch für die seinen Namen tragenden Karten vom Schwarzen Meer<sup>244</sup>, vom Kaspischen Meer<sup>245</sup> und vom Kaukasus<sup>246</sup>, für die ich mich mit einem Verweis auf mein erwähntes Buch begnüge. Im Falle der Schwarzmeerkarte sei allerdings hinzugefügt, daß Delisle gelegentlich selbst darauf hingewiesen hat<sup>247</sup>, er habe diese Karte genau nach einer handschriftlich erhaltenen, in Konstantinopel hoch geschätzten Vorlage gerichtet, die [Jean-Baptiste] Fabre nach Paris gebracht habe. Durch eine glückliche Fügung ist eine osmanisch-türkische Kopie der nach Paris gelangten und von Delisle als Vorlage verwendeten Karte des Schwarzen Meeres erhalten geblieben.<sup>248</sup> Die Längen- und Breiten-skalen der Karte beweisen, daß die Darstellung des Schwarzen Meeres unter den Osmanen gro-

<sup>243</sup> Ebd. Bd. 10, S. 413-423.

<sup>244</sup> Ebd. Bd. 10, S. 433-468.

<sup>245</sup> Ebd. Bd. 10, S. 468-508.

<sup>246</sup> Ebd. Bd. 10, S. 424-433.

<sup>247</sup> G. Delisle, *Détermination géographique de la situation et de l'étendue des différentes parties de la terre*, in: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, année 1720. Paris 1722, S. 365-384, bes. S. 381; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 448.

<sup>248</sup> Ebd. Bd. 12, S. 234.

<sup>242</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 149-150.

ße Genauigkeit erreicht hat, und es zeigt sich, daß die von Delisle betonten exakten Abmessungen des Meeres nach Graden auf seiner Karte genau mit den der erhaltenen osmanischen Kopie übereinstimmen.<sup>249</sup>

Unter den um die Wende des 17. zum 18. Jahrhundert einsetzenden Bestrebungen, die veralteten kartographischen Darstellungen der Alten Welt durch zutreffendere Karten zu ersetzen, sei auch die Persienkarte des holländischen Orientalisten Adrian Reland (1676-1718) erwähnt, der nach den Worten seines jüngeren Zeitgenossen Chr. Gottlieb Jöcher<sup>250</sup> (1694-1758) «unterschiedene Landkarten von Persien, Palestina etc. bekannt gemacht» hat. Die Überschrift seiner bisher zutage gekommenen Persienkarte<sup>251</sup> lautet in deutscher Übersetzung<sup>252</sup>: «Abbildung des Persischen Reiches aus den Schriften der größten arabischen und persischen Geographen, unternommen von Adrian Reland». Unter Berücksichtigung seiner Aussage muß Relands Beitrag darin bestanden haben, eine ihm in der Originalsprache zugänglich gewordene Karte – vielleicht mit gewissen Abänderungen – ins Lateinische übersetzt oder in Lateinschrift übertragen zu haben. Die Persienkarte zeugt davon, daß ihr die Graduierung der arabisch-persischen Kartographenschule des 13. bis 16. Jahrhunderts zugrundeliegt, deren Nullmeridian 28°30' westlich von Toledo verlief. Sie steht jedoch im Vergleich zur Persienkarte von Delisle auf einer früheren Entwicklungsstufe der kartographischen Darstellung dieses Gebietes.<sup>253</sup>

In der Gruppe der so in Europa zugänglich gewordenen kartographischen Darstellungen von Teilen Asiens, die im arabisch-islamischen Kul-

turraum entstanden waren, gibt uns die Persienkarte<sup>254</sup> von J. Baptist Homann (1663-1724) ein interessantes Beispiel dafür, daß die von Gradnetzen überzogenen Karten jener Zeit nicht auf Grund von Koordinaten, die durch neue astronomische Verfahren und Hilfsmittel gewonnen waren, umgestaltet wurden, sondern daß die Kartenmacher entweder ihnen vorliegende Karten kopierten, oder aus unterschiedlichen Zeiten stammende inkongruente Vorlagen zusammenfügten. Homann, der ein außerordentlich produktiver Kartograph war, hat nach eigener Angabe seine Persienkarte nach den Werken von Olearius, Tavernier und Reland und unter Berücksichtigung jüngerer Autoren gezeichnet.

Abgesehen von Eigentümlichkeiten toponomischer, topographischer und konfigurativer Art dieser Karte<sup>255</sup> sei hier auf den bizarren Charakter ihres Gradnetzes hingewiesen, das offenbar dadurch entstanden ist, daß Homann Vorlagen mit unterschiedlichen Gradnetzen verwendet hat. Zwei seiner Vorlagen, die Karten von Olearius und Reland, hatten ein Gradnetz mit dem 28°30' westlich von Toledo verlaufenden Nullmeridian, wonach die Ostküste des Mittelmeeres eine Länge von 70°, Bagdad 80° und die Westküste des Kaspischen Meeres 85° erhält. Wie schon mehrfach erwähnt, weist dieses Gradnetz eine Korrektur der Längen um rund 10° gegenüber demjenigen der Weltkarte der Ma'müngeographen aus dem ersten Viertel des 3./9. Jahrhunderts auf, auf dem die Ostküste des Mittelmeeres eine Länge von 60°, Bagdad 70° und die Westküste des Kaspischen Meeres 75° hat. Daraus wird ersichtlich, daß die Distanzen zwischen den genannten markanten Punkten auf der Ma'münkarte und der Homannkarte gleich sind. Das wird noch deutlicher, wenn wir Homanns Weltkarte<sup>256</sup> heranziehen, auf der die Ostwestachse des Mittelmeeres eine Länge von ca. 54° hat, somit weitgehend derjenigen der Ma'-

<sup>249</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 448-449.

<sup>250</sup> *Allgemeines Gelehrten-Lexicon*. Dritter Theil, Leipzig 1751 (Nachdr. Hildesheim 1961), Sp. 2002-2004.

<sup>251</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 12, S. 214.

<sup>252</sup> Im Original: *Imperii persici delineatio ex scriptis potissimum geographicis arabum et persarum tentata ab Adriano Relando*, vgl. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 407.

<sup>253</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 407.

<sup>254</sup> Ebd. Bd. 12, S. 216.

<sup>255</sup> Ebd. Bd. 10, S. 407 ff.

<sup>256</sup> Ebd. Bd. 12, S. 205.



müngeographen mit ca. 53° entspricht.<sup>257</sup> Daraus folgt, daß Homann weder die im arabisch-islamischen Kulturraum reduzierte Länge des Mittelmeeres auf 44° kannte noch die seit 1700 von den französischen Astronomen erreichte Korrektur auf 42°.

Auch die Längendifferenzen zwischen Städten in Persien, wie sie auf der Karte Homanns erscheinen, weisen eine Verbindung zur Weltkarte der Ma'müngeographen auf. Ich gewinne zur Zeit den Eindruck, abweichend von meiner früheren Vermutung – nach der Homann sich der Karte von Olearius als Vorlage für seine Persienkarte bedient habe –, daß die von dem französischen Gelehrten Jean-Baptiste Tavernier (1605-1689), der rund vierzig Jahre lang die Türkei, Persien und Indien bereist hat, in Europa zugänglich gemachte Persienkarte die Hauptvorlage von Homann gewesen ist. Die von Tavernier in seinen *Les six voyages en Turquie, en Perse et aux Indes*<sup>258</sup> registrierten Koordinaten von 130 Orten zeigen, daß er nur die ma'münischen und postma'münischen Koordinaten kannte, die von den Kanarischen Inseln aus gezählt wurden, und daß ihm die von den späteren arabisch-islamischen Gelehrten korrigierten Längengrade unbekannt geblieben sind.<sup>259</sup>

Homanns Persienkarte, die im Vergleich mit denen von Olearius und Reland generell meines Erachtens einen Rückschritt bedeutet und nur dem Kaspischen Meer – vermutlich durch Vermittlung von Tavernier – eine auffallend bessere Gestalt gibt, muß recht bald zu großem Ruhm gelangt sein, so daß sie innerhalb weniger Jahre ins Türkische übersetzt und im Jahre 1141/1729 in dieser Version in İstanbul gedruckt wurde.<sup>260</sup> Nach meinem Eindruck war sie die Vorlage der dem *Ğihānnumā* von Ḥāğğī Ḥalifa (1732) zu den Regionen Transoxaniens beigelegten Kar-

te.<sup>261</sup> Einigen westlichen Geographen und Kartographen, wie Emmanuel Bowen (nach 1738)<sup>262</sup> und James Rennell (1793)<sup>263</sup>, galt sie sogar als indigen osmanisch-türkische Karte.

Es gehört zu den Merkwürdigkeiten der Geographiegeschichte, daß, nachdem die Osmanen in der kartographischen Darstellung und mathematischen Erfassung der von ihnen beherrschten Regionen seit dem 15. Jahrhundert große Fortschritte erzielt hatten, im Jahre 1732 ein osmanischer Kartenmacher seine Karte der östlichen Küste des Kaspischen Meeres mit Transoxanien und den anschließenden Gebieten offenbar ohne Bedenken aus dem Atlas eines europäischen Kartographen übernahm, ohne die geringste Ahnung davon zu haben, wie weit jene kartographische Darstellung ihrerseits auf Vorlagen basierte, die in der islamischen Welt im Laufe der verfloßenen Jahrhunderte erarbeitet worden waren. Von den Fortschritten, die die Europäer in der Kunst der Kartographie gemacht hatten, ihrer Beschreibung der neu entdeckten Gebiete der Erde und ihrer intensiven Beschäftigung mit dem kartographischen Erbe waren die Osmanen offensichtlich geblendet. Sie waren nicht in der Lage zu beurteilen, wo die in den letzten Jahrhunderten von den Europäern gemachten Karten ihre Schwächen hatten und sahen nicht, daß deren Kenntnisse von Mittel-, Nord- und Nordostasien noch große Lücken

<sup>261</sup> Ebd. Bd. 10, S. 411-412, Bd. 12, S. 104.

<sup>262</sup> Aus der Legende am linken Rand seiner *Map of Turkey, Little Tartary, and the Countries between the Euxine and Caspian Seas* (s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 12, S. 225) erfahren wir, daß er bei der Redaktion der dargestellten Gebiete unter anderem eine Karte von Persien herangezogen hat, die im Jahre 1729 in İstanbul gedruckt worden war (s. ebd. Bd. 10, S. 455-456).

<sup>263</sup> In seinem *Memoir of a map of Hindoostan or the Mogul Empire*, Second part, London 1793 (Nachdr. Islamic Geography Bd. 261), S. 225 schreibt er im Zusammenhang mit einem Fluß in Guḡarāt (Gujerat): «I found the same name in a map of Persia, drawn and engraved at Constantinople, in the year 1729» (s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 618).

<sup>257</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 410-411.

<sup>258</sup> Paris 1679, Bd. 1, S. 390.

<sup>259</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 409.

<sup>260</sup> Ebd. Bd. 12, S. 217.

aufwiesen und sie nach wie vor auf Leistungen des arabisch-islamischen Kulturkreises zurückgreifen mußten.<sup>264</sup>

Zwei Karten von Nordasien gelangten etwa gleichzeitig mit Homanns Persienkarte aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis nach Europa und wurden hier in französischer Übersetzung verbreitet. Man könnte sie als die ältesten Karten von Sibirien bezeichnen, wenn sie nicht über Sibirien hinaus Asien bis 25° im Süden einschließen würden und die ältesten uns bekannten fast realitätstreuen Darstellungen vom Schwarzen Meer, dem Kaspischen Meer, dem Aralsee und dem transoxanischen Flußsystem enthalten würden. Beide Karten fanden als Teil des Buches von Abu l-Ġāzī Bahādur Ḥān (geb. 1012/1603, gest. 1074/1663) über die Genealogie der Türken<sup>265</sup> ihren Weg von Turkestan nach Tobolsk. Dort wurde Philipp Johann Strahlenberg (geb. 1676), ein schwedischer Offizier, der 1710 in russische Gefangenschaft geraten und 1711 nach Sibirien verbannt worden war, auf das Buch aufmerksam. Er sah es bei einem «Tattarisch-mohemethischen Priester», einem Geistlichen der sibirischen Tataren mit Namen Agun Asbackewitz (Āḥund Özbekoġlu?), der es von Delegierten aus Turkestan erhalten «und unter ihren Urkunden aufgehoben» hatte.<sup>266</sup> Strahlenberg sorgte, zusammen mit einem Mitgefangenen namens Peter Schönström und mit Hilfe des tatarischen Geistlichen dafür, daß das Buch über das Russische ins Deutsche übersetzt wurde. Der Ruf des Buches muß sich in den Kreisen europäischer Geographen so schnell und weit verbreitet haben, daß die deutsche Übersetzung zusammen mit den in den Jahren 1715 und 1718 von Strahlenberg in deutscher Redaktion ange-

fertigten Karten bereits 1726 in einer anonymen französischen Übersetzung veröffentlicht wurde.<sup>267</sup> Nach seiner Freilassung veröffentlichte Strahlenberg in seiner Heimat einen *Vorbericht* zur Übersetzung des Buches von Abu l-Ġāzī (1726), ein eigenes Buch unter dem Titel *Das Nord- und Oestliche Theil von Europa und Asia* (1730) und eine Asienkarte (1730). Seine Äußerungen über diese deutsche Redaktion der Karte sind teils unklar, teils irreführend, so daß dem Leser die Kenntnis des wahren Sachverhaltes entgeht und stattdessen der Eindruck entsteht, als spreche Strahlenberg von einer eigenen Karte, die er während der ersten vier oder sieben Jahre (zwischen 1711 und 1715 oder 1718) seiner Gefangenschaft in Tobolsk geschaffen habe.<sup>268</sup>

Die ältere der beiden Karten wird als Darstellung Nordasiens zur Zeit der Mongoleninvasion bezeichnet und trägt in der französischen Übersetzung den Titel: *Carte de l'Asie Septentrionale Dans l'Estat où Elle s'est trouvée du temps de la grande Invasion des Tartares dans l'Asie Meridionale sous la Conduite de Zingis-Chan pour servir à l'Histoire Généalogique des Tatares*<sup>269</sup>. Der Titel der jüngeren lautet: *Carte Nouvelle de l'Asie Septentrionale dressée Sur des Observations Authentiques et Toutes Nouvelles*<sup>270</sup>. Beide Karten sind graduiert und erlauben uns vor allem dadurch, ihren arabisch-islamischen Ursprung unter Beweis zu stellen und durch einen Vergleich ihrer Gradnetze mit geographischen Ortstabellen sichere Anhaltspunkte für ihre Datierung zu gewinnen. Der Vergleich der Koordinaten liefert uns unwiderlegbare Argumente dafür, daß wir es mit zwei der bedeutendsten kartographischen Dokumente aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis zu tun haben. Die Untersuchung führt uns zu einer Datierung der älteren Karte ins 7./13. oder 8./14. Jahrhun-

<sup>264</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 412.

<sup>265</sup> Französische Übersetzung *Histoire généalogique des Tatares*, 2 Bde., Leiden 1726; Text mit französischer Übersetzung von Baron Desmaisons, *Histoire des Mogsols et des Tatares*, 2 Bde., Petersburg 1871, 1874 (Nachdr. Islamic Geography, Bd. 225-226).

<sup>266</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 379.

<sup>267</sup> Ebd. Bd. 10, S. 378.

<sup>268</sup> Ebd. Bd. 10, S. 380.

<sup>269</sup> Ebd. Bd. 12, S. 173.

<sup>270</sup> Ebd. Bd. 12, S. 201.

dert und der jüngeren in die zweite Hälfte des 10./16. Jahrhunderts. Mit ihren Küstenlinien, Flußsystemen und weiteren topographischen und toponomischen Elementen sowie mit ihren Gradnetzen unterstützen sie unsere bisher gewonnene Ansicht, daß die frühe Entwicklung der kartographischen Darstellung von Nord- und Zentralasien, wie sie in den Welt- und Teilkarten al-Idrīsīs (549/1154) im Vergleich zur Ma'mūngeographie in Erscheinung tritt, sich auch darüber hinaus fortgesetzt hat. Wir sehen in dieser späteren Entwicklungsphase, daß die auf der Idrīsīkarte relativ grob erfaßten Positionen von Seen und Flußmündungen am nördlichen Ozean auf unseren beiden Karten ihre koordinatenmäßigen Bestimmungen erhalten haben. Die Darstellung der beiden asiatischen Binnenseen, des Kaspischen und des Schwarzen Meeres, erreichen im Vergleich zu ihrer Konfiguration auf der Weltkarte al-Idrīsīs eine beachtliche Genauigkeit. Die beiden wichtigen Wasserbecken haben mit ihren Längen und Breiten und mit ihren Abständen voneinander fast realitätstreue Dimensionen im Gradnetz erhalten. Sie liefern uns weitere Anhaltspunkte dazu, den arabisch-islamischen Grundlagen der seit Ortelius und Mercator auf europäischen Karten erscheinenden Gradnetze auf die Spur zu kommen.<sup>271</sup> Von den beiden Karten, die ich im Rahmen der Kartographie Asiens<sup>272</sup> ausführlich behandelt habe, steht die ältere als Werk des 13.-14. Jahrhunderts n. Chr. mit der uns bekannten Entwicklung in der kartographischen Wiedergabe des Mittelmeeres, der Inselgestalt Afrikas, Südasiens und des Indischen Ozeans völlig in Einklang und füllt eine wesentliche Lücke aus, während sich die jüngere mit all ihren neuen Elementen als ein außerordentlich wichtiges Dokument der arabisch-islamischen Kartographie aus der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts n. Chr. erweist.

Die Betrachtungen über die beiden Karten von Nord- und Zentralasien beende ich mit einer Ansicht über die kartographische Darstellung der Kaspischen Region in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts aus der Feder des großen russischen Arabisten W. Barthold<sup>273</sup> (1869-1930), dem wir auf dem Gebiet der Geschichte der arabischen Geographie bedeutende Leistungen verdanken. Barthold bringt mit großem Respekt und Anerkennung die Rolle des arabisch-islamischen Kulturraumes in der Geschichte der Geographie zum Ausdruck und fährt dann fort: «Einzelne arabische Karten sind schon im Mittelalter von Europäern benutzt worden; einzelne Werke arabischer Geographen sind schon im XVII. Jahrhundert in lateinischer Übersetzung erschienen; trotzdem haben die ausführlichen und genauen Nachrichten der Araber über das Kaspische Meer und den Aral-See, über den Oxus und den Jaxartes auf die europäische Wissenschaft keinen Einfluß gehabt. Was Westeuropa schon 800 Jahre früher von den Arabern hätte lernen können, hat es erst im XVIII. Jahrhundert von den Russen gelernt. Die Berichtigung der früheren Ansichten über den Oxus, den Jaxartes und das Kaspische Meer gehört zu den ersten Ergebnissen russischer Forschung, welche von der westeuropäischen Wissenschaft angenommen worden sind. Auf der im Jahre 1697 von Remezow ausgefertigten Karte ist der Aral-See (More Aralsko) zum ersten Mal als ein vom Kaspischen Meere völlig getrennter Binnensee abgebildet, in welchen sich der <Amun-Darja> (Amu-darja, Oxus), der <Syrt> (Syr-darja, Jaxartes) und mehrere kleine Flüsse ergießen. Ausführlichere Nachrichten über die geographi-

<sup>273</sup> *Nachrichten über den Aral-See und den unteren Lauf des Amu-darja von den ältesten Zeiten bis zum XVII. Jahrhundert. Deutsche Ausgabe mit Berichtigungen und Ergänzungen vom Verfasser. Nach dem russischen Original übersetzt von H. von Voth, Leipzig 1910, s. Vorwort S. VI-VII (Nachdr. Islamic Geography Bd. 100, S. 245-336, bes. S. 248-249); F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 344-345.*

<sup>271</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 396.

<sup>272</sup> Ebd. Bd. 10, S. 376-396.

schen Verhältnisse der betreffenden Gegend sind in Rußland am Anfang des XVIII. Jahrhunderts gesammelt und von Peter dem Großen teils persönlich (bei seinem Aufenthalt in Paris im Jahre 1717), teils brieflich dem französischen Hofgeographen Delisle mitgeteilt worden. Auf Delisle's Karte vom Jahre 1723 wird der Aral-See zum ersten Mal unter diesem Namen erwähnt, obgleich der Grieche Basilios Batatzes behauptet, die erste Nachricht von diesem See nach Europa gebracht und dadurch im Jahre 1732 in London großes Aufsehen erregt zu haben. Jedenfalls beweisen die Karten des XVIII. Jahrhunderts, daß man von den geographischen Verhältnissen der betreffenden Gegend noch eine sehr unklare Vorstellung hatte und von den Behauptungen der griechischen Geographen soviel als möglich zu retten suchte; von Delisle wird sogar ein Strom vom Aral-See zum nördlichen Teil des Kaspischen Meeres als <ancien cours de la rivière Sir> geführt.»

Besonders bei zwei Punkten dieser gedankenreichen Ausführungen bin ich, wegen der heute günstigeren Voraussetzungen, zu differenzierteren Ansichten als Barthold gekommen. Der eine Punkt ist, daß ich davon überzeugt bin, daß die arabische Geographie mehr durch ihre Karten als durch ihre deskriptiven Ausführungen, und zwar nicht nur hinsichtlich des Kaspischen Meeres und des Aral-Sees, sondern viel umfassender, die europäischen Kartographen beeinflusst und damit eine neue Epoche eingeleitet hat. Der zweite Punkt ist, daß das, was bisher im Zusammenhang mit der Kartographie des Kaspischen Meeres oder des Aral-Sees als Frucht der Forschungstätigkeit russischer Gelehrter aus dem ersten Viertel des 18. Jahrhunderts betrachtet wurde, sich heute als Wiederentdeckung von Leistungen der arabisch-islamischen Geographen durch europäische, darunter auch russische Kartographen des 17. Jahrhunderts nachweisen läßt. Beim ersten Punkt ist zu beachten, daß besonders hinsichtlich des Kaspischen Meeres die ostwestliche Beeinflussung unter Diskontinuität und Uneinheitlichkeit gelitten hat. Zu den

europäischen Kartographen gelangten Darstellungen der islamischen Geographie aus Zeiten, die unterschiedliche Entwicklungsstufen vertreten. Die Kartographen aber, die mit den ihnen jeweils zugänglichen Karten als Vorlagen zu arbeiten hatten, besaßen kein Kriterium für deren Genauigkeit. Die frühere, korrektere Darstellung des Kaspischen Meeres scheint vom Beginn des 16. Jahrhunderts, nach der Verbreitung der gedruckten lateinischen Übersetzung der ptolemäischen *Geographie*, zugunsten der hierin enthaltenen unrealistischen Darstellung allmählich in Vergessenheit geraten zu sein.<sup>274</sup>

Statt im einzelnen auf die Karten einzugehen, die im 17. und 18. Jahrhundert von reisenden Gelehrten wie Jean Chardin, Melchisédec Thévenot, Jean-Baptiste Tavernier, François Pétis de la Croix und seinem gleichnamigen Sohn, von François Bernier, Jean-Baptiste Fabre, William Kirkpatrick oder James Rennell nach Europa gebracht wurden, beschränke ich mich auf zwei Beispiele, die geeignet erscheinen, die Bemühungen europäischer Kartographen zu illustrieren, das Kartenmaterial und die Koordinatentabellen, die ihnen zugänglich geworden waren, so gut wie möglich zu nutzen.

Das erste bezieht sich auf die schon erwähnte Legende des englischen Kartographen Emmanuel Bowen auf seiner *Map of Turkey, Little Tartary, and the Countries between the Euxine and Caspian Seas*<sup>275</sup> (nach 1738). Wir erfahren daraus, daß er für seine aus unterschiedlichen Vorlagen zusammengebaute Karte neben derjenigen von Ostanatolien und Persien, die 1729 in Istanbul erschienen war, unter anderen folgende weitere Karten ausgewertet hat: Die Darstellung der Küste des Schwarzen Meeres von der Asowschen Meerenge bis zur nördlichen Mündung der Donau habe er von einer türkischen Karte übernommen, ... der Fluß Tigris und Teile um Basra seien einer arabischen Karte<sup>276</sup> entnom-

<sup>274</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 345.

<sup>275</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 455, Bd. 12, S. 225.

<sup>276</sup> Ebd. Bd. 12, S. 226.



men, die Thévenots Sammlung von Reiseberichten<sup>277</sup> beigelegt war. Im Falle der beiden sich nahezu berührenden Binnenseen Vansee und Urmiasee (Lake Shahi) sei er allerdings G. Delisle nicht gefolgt, dessen Karte von Georgien er benutzt, da Delisle für diese einschneidende Veränderung keine Autorität angebe. Bowen nennt noch einige weitere Karten europäischer Zeitgenossen, auf die er sich gestützt hat. Auf einer zweiten Legende hat er Koordinaten verzeichnet. Es sind Breitengrade einer Reihe von Orten, die er als Beobachtungsergebnisse älterer und jüngerer Zeitgenossen anführt oder aus arabischen Tabellen, wie der des Ibn Yūnis, al-Battānī oder Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī übernommen hat. Die Längengrade der arabischen Tabellen ließ er mit Ausnahme einer Angabe von al-Battānī fort. Er tat das wohl deshalb, weil er mit den unterschiedlichen Nullmeridianen der arabischen Tabellen nicht zurechtkommen konnte.<sup>278</sup>

Beim zweiten Beispiel handelt es sich um den Umgang des bekannten französischen Geographen und Kartographen Jean-Baptiste Bourguignon d'Anville (1697-1782) mit einer osmanisch-türkischen Karte des Roten Meeres, die vermutlich zwischen 945/1538 und 948/1541 hergestellt worden war. Die Karte<sup>279</sup> stellte nach seiner Beschreibung das Rote Meer vom Norden bis Jeddah (Ĝudda) dar, und er verwendete sie beim Entwurf des nördlichen Teils der Karte *Golfe Arabique ou Mer Rouge*, die er seinen *Mémoires sur l'Égypte ancienne et moderne*<sup>280</sup> beigegeben hat. Erwähnenswert ist dabei

der Hinweis von d'Anville, er habe die Darstellung des Golfes von as-Suwais (Suez) und des Golfes von 'Aqaba dieser türkischen Karte entnommen. Er verdanke ihr unter anderem die Kenntnis einer von Norden her in den Golf von 'Aqaba ragenden (de facto nicht existierenden) Landzunge, die das nördliche Ende des Golfes in «zwei eigene Golfe» spalte. D'Anville hatte also noch in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts keine Möglichkeit, von Paris aus zu beurteilen, wie weit die Darstellung der Golfe von Suez und 'Aqaba und der Halbinsel Sinai auf dieser osmanischen Karte richtig getroffen war.<sup>281</sup> Es sollte uns daher nicht wundern, daß man nicht weniger als ein halbes Jahrhundert benötigte, um diesen Fehler in der europäischen Kartographie zu korrigieren.<sup>282</sup>

D'Anville und der Engländer James Rennell (1742-1830, s.o.S. 111 f.), diese bedeutendsten unter den Geographen und Kartographen des 18. Jahrhunderts, brachten den Leistungen ihrer arabisch-islamischen Vorgänger großen Respekt und gebührende Würdigung entgegen. Nicht nur, daß sie sich in ihren deskriptiven Ausführungen zu den zu korrigierenden Karten von Asien und Afrika mit hohem Vertrauen auf Beschreibungen, geographische Koordinaten und weitere Distanzangaben ihrer arabisch-islamischen Quellen stützten, sie zogen auch Karten heran, die im arabisch-islamischen Kulturkreis entstanden und auf die sie im Laufe ihrer Arbeiten aufmerksam geworden waren. Quellen und Vorlagen zu erwähnen hatte vor allem in der Kartographie keine eigene Tradition. Daher ist es aufschlußreich, daß noch im Jahre 1755 der Kartograph Robert de Vaugondy<sup>283</sup> ein früheres Versäumnis seines Kollegen d'Anville auf diesem Gebiet moniert hat: «Was den asiatischen

<sup>277</sup> Es handelt sich um *Relation de divers voyages curieux, qui n'ont point été publiés et qu'on a traduits ou tirés des originaux des voyageurs français, espagnols, allemands, portugais, anglais, hollandais, persans, arabes et d'autres Orientaux, le tout enrichi de figures et de cartes géographiques*, Paris 1663-1667.

<sup>278</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 455-457.

<sup>279</sup> Ebd. Bd. 12, S. 317, nördlicher Teil.

<sup>280</sup> Paris 1766 (Nachdr. Islamic Geography Bd. 256), zu S. 276.

<sup>281</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 417-419.

<sup>282</sup> Ebd. Bd. 11, S. 419.

<sup>283</sup> *Essai sur l'histoire de la géographie ou sur son origine, ses progrès et son état actuel*, Paris 1755, S. 385; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 457.

Teil der Türkei und das Persische Reich betrifft, so würden wir gerne die Originale kennen, die die von Herrn d'Anville über diese Länder im ersten Teil seiner [Karte von] Asien gebotenen neuen Materialien liefern. Sie enthalten Details, die anders sind als solche, die man von einem Reisebericht erwarten kann. Die Topographie, die sie darbieten, kann nur Teilkarten entnommen sein, die vor Ort entworfen wurden und deren Kenntnis für uns zweifellos sehr nützlich wäre.»

## Wege der arabisch-islamischen Wissenschaften nach Europa

IM VORANGEHENDEN TEIL dieser Einführung wurde der Prozeß der Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften im Abendland behandelt, und zwar auf den Gebieten Philosophie, Astronomie, Musik, Medizin und Geographie und ausgehend von einigen bisherigen Studien zu diesem Thema, die eher den Charakter von Vorarbeiten tragen oder die Vorgänge auf der Grundlage literarischer Produkte, nicht nach dem Sujet, zu erklären suchen. Hier seien nun die Wege kurz zur Sprache gebracht, die zum Prozeß der Rezeption und Assimilation im Abendland geführt haben.

### 1. Der Weg über das muslimische Spanien.

Sicherlich ist der älteste und bekannteste Weg derjenige, der von der Iberischen Halbinsel ausging, die innerhalb von 20 Jahren nach der Invasion des Jahres 711 zum größten Teil unter arabische Herrschaft geriet. Die dort von den Eroberern in den folgenden anderthalb Jahrhunderten betriebenen Wissenschaften waren weitgehend dieselben, die im Zentrum der islamischen Welt gepflegt wurden.

In einem früheren Stadium der Beschäftigung mit dem Thema war man zur Ansicht gelangt, daß die erste Bekanntschaft des christlichen

Abendlandes mit arabisch-islamischen Wissenschaften im letzten Drittel des 10. Jahrhunderts durch persönliche Kontakte zwischen Angehörigen der beiden Kulturkreise in der Spanischen Mark um Barcelona erfolgt sei. Dabei räumte man Gerbert von Aurillac (geb. um 950, gest. 1003), der 999 als Silvester II. zum Papst gewählt wurde, die Rolle eines Vorläufers ein.

Im Falle der Einführung der arabischen Ziffern ins christliche Abendland, die mit seinem Namen in Verbindung gebracht wurden,<sup>284</sup> kennt man inzwischen neue Dokumente und Hinweise, die von ihm unabhängig sind. So erscheinen arabische Ziffern in zwei Handschriften, deren eine 976 und die andere 992 n. Chr. in der Spanischen Mark kopiert wurden. Diese bedeutenden Dokumente, die in der Bibliothek des Escorial erhalten sind, wurden von Mathematikhistorikern bisher noch nicht zur Kenntnis genommen.<sup>285</sup> Ferner geht aus einem erhaltenen Brief Gerberts hervor, daß er Abt Gerald von Aurillac darum gebeten hat, ihm den Traktat *De multiplicatione et divisione numerorum* eines Joseph Sapiens (oder Hispanus) zu besorgen,<sup>286</sup> woraus erhellt, daß die Kenntnis der arabischen Ziffern schon vor dieser Zeit ihren Weg nach Südfrankreich gefunden haben muß.<sup>287</sup>

Es kommt hinzu, daß uns aus dem 10. Jahrhundert ein Astrolabium erhalten ist (s.u. II, 91), dessen lateinische Beschriftung eine Transkription

<sup>284</sup> s. H. Weissenborn, *Gerbert. Beiträge zur Kenntnis der Mathematik des Mittelalters*, Berlin 1888; ders., *Zur Geschichte der Einführung der jetzigen Ziffern in Europa durch Gerbert*, Berlin 1892.

<sup>285</sup> s. A. van de Vyver, *Les premières traductions latines (X<sup>e</sup>-XI<sup>e</sup> s.) de traités arabes sur l'astrolabe*, in: 1<sup>er</sup> Congrès International de Géographie Historique. Tome II. Mémoires, Paris und Brüssel 1931, S. 266-290, bes. S. 286 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 90, S. 377-405, bes. S. 400).

<sup>286</sup> N. Bubnov, *Gerberti opera mathematica*, Berlin 1899 (Nachdr. Hildesheim 1963), S. 101.

<sup>287</sup> A. van de Vyver, *Les premières traductions*, a.a.O. S. 286, 288 (Nachdr., a.a.O. S. 400, 403).

ursprünglich arabischer Buchstaben darstellt. Marcel Destombes, der Entdecker und ehemalige Eigentümer des Astrolabs bezeichnete es im Hinblick auf die Schriftart als «karolingisch» und fand in den nach dem lateinischen Alphabet wiedergegebenen Zahlen auf der Rückseite und auf der Einlegescheibe<sup>288</sup> eine frühe Bekanntschaft mit arabischen Ziffern außerhalb des arabischen Spaniens. Die ziemlich perfekte Gestalt des nach einem Vermerk aus dem Jahre 980 stammenden Astrolabiums setzt bereits eine gewisse Kenntnis im Umgang mit dem Gerät und seiner Herstellung zumindest in einem begrenzten geographischen Raum voraus. Gerbert selbst wird ein erhaltenes Astrolabium (s.u.II, 94) zugeschrieben, das aber höchstwahrscheinlich nicht von ihm stammt.

Gerberts Namen tragen die erhaltenen Schriften *De mensura astrolabii* oder *De utilitatibus astrolabii* und eine *Geometria*. Ihre Authentizität und ihre Abhängigkeit von arabischen Quellen ist im einzelnen noch nicht einwandfrei geklärt. Eine eingehende Untersuchung aus arabistischer Sicht steht aus. H. Weissenborn kam im Jahre 1888 zur Überzeugung, daß «die Mess-Methoden und Mess-Instrumente, wie dieselben im zweiten Teile der sogenannten Gerbert-Geometrie dargestellt werden, von den Arabern herühren».<sup>289</sup> J. Würschmidt<sup>290</sup> kam bei seiner

Untersuchung der geodätischen Instrumente (1912) zusätzlich zu dem Ergebnis, «daß die Mehrzahl der in der Gerbert-Geometrie behandelten Aufgaben meist in genau der gleichen Form und mit den gleichen Hilfsmitteln von den gleichzeitig lebenden arabischen Gelehrten gelöst wurden; letztere haben noch eine Anzahl anderer etwas komplizierterer Probleme erörtert, während in der Gerbert-Geometrie nur die mit den einfachsten Hilfsmitteln und in kürzester Zeit auszuführenden Aufgaben zusammengestellt sind.»

Ihren arabischen Ursprung verrät in aller Klarheit die Astrolabschrift. Doch war sie keine unmittelbare lateinische Übersetzung eines arabischen Originals, sondern scheint mittelbar auf der Grundlage eines lateinischen Textes, der vielleicht seinerseits die Übersetzung einer arabischen Astrolabschrift war, entstanden zu sein. Ihre Tafel der sieben Klimata mit den dazugehörigen Ortsnamen bildet zwar ein für eine arabische Astrolabschrift fremdes Element, doch verrät der Inhalt der Tafel, der sich wiederum ohne Kenntnis einer arabischen Quelle nicht erklären läßt<sup>291</sup>, unzweifelhaft eine Verbindung mit der Weltkarte der Ma'müngeographen. Wir können indes nicht beurteilen, ob der Verfasser der lateinischen Astrolabschrift die Tafel selbst eingesetzt hat, oder ob der Übersetzer sie in der arabischen Vorlage bereits vorgefunden und mit übernommen hat. Jedenfalls ist dies nicht das einzige Zeichen dafür, daß die Ma'müngeographie und deren Koordinatenbuch schon ziemlich früh die Iberische Halbinsel erreicht haben muß.

Die frühe Entstehung einer Gerbert zugeschriebenen lateinischen Schrift über das Astrolab läßt sich leichter erklären im Lichte einer ebenfalls

<sup>288</sup> Marcel Destombes, *Un astrolabe carolingien et l'origine de nos chiffres arabes*, in: Archives internationales d'histoire des sciences (Paris) 15/1962/3-45, bes. S. 42-43 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 96, S. 401-447, bes. S. 444-445); Paul Kunitzsch und Elly Dekker, *The Stars on the Rete of the so-called «Carolingian Astrolabe»*, in: *From Baghdad to Barcelona*. Studies in the Islamic Exact Sciences in Honour of Prof. Juan Vernet, Barcelona 1996, Bd. 2, S. 655-672.

<sup>289</sup> Gerbert. *Beiträge zur Kenntnis der Mathematik des Mittelalters*, a.a.O. S. 168; J. Würschmidt, *Geodätische Meßinstrumente und Meßmethoden bei Gerbert und bei den Arabern*, in: Archiv für Mathematik und Physik (Greifswald) 3. Reihe 20/1912/315-320, bes. S. 316 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 87, S. 357-362, bes. S. 358).

<sup>290</sup> *Geodätische Meßinstrumente*, a.a.O. S. 320 (Nachdr., a.a.O. S. 362).

<sup>291</sup> s. Uta Lindgren, *Ptolémée chez Gerbert d'Aurillac*, in: *Gerberto. Scienza, storia e mito*. Atti del Gerberti Symposium (25-27 luglio 1983), Bobbio (Piacenza) 1985, S. 619-638.

in Barcelona geschriebenen Astrolabschrift, die von einem Zeitgenossen Gerberts mit Namen Lupitus, wohl ebenfalls einem Kleriker, verfaßt worden sein soll. Es wird vermutet, daß eine Kopie des Büchleins von Lupitus Gerbert oder dem Verfasser der seinen Namen tragenden Schrift zur Verfügung gestanden hat.<sup>292</sup>

Den Traktat des Lupitus, der den Titel *Sententie astrolabii* trägt, hielt J.M. Millás Vallicrosa, der ihn nach sechs Handschriften ediert hat,<sup>293</sup> noch für eine direkte lateinische Übersetzung einer arabischen Vorlage. Über den wahren Charakter der Astrolabschrift erfahren wir erst dank eines vor fünfzehn Jahren erschienenen Aufsatzes von Paul Kunitzsch mit dem Titel *al-Khwārizmī as a Source for the Sententie astrolabii*<sup>294</sup>. Kunitzsch verglich das lateinische Büchlein mit dem arabischen Traktat über das Astrolab von Muḥammad b. Mūsā al-Ḥwārizmī<sup>295</sup> (wirkte unter dem Kalifen al-Ma'mūn, reg. 198/813-218/833). Daraus ergab sich, daß von den drei Teilen der *Sententie*, einer kurzen Einleitung, einer Beschreibung des Astrolabs und einem Abschnitt über seine Verwendung, der erste Teil offenbar vom lateinischen Bearbeiter frei formuliert wurde, der zweite Teil durch seine Terminologie eindeutig arabisch geprägt ist und der dritte Teil zu einem Siebtel wörtliche Übersetzungen aus al-Ḥwārizmī's Text und dazu lange Erklärungen und Zusätze des Lateiners enthält.<sup>296</sup> Es ist schwer zu beurteilen, ob Lupitus

mit seiner arabischen Vorlage auf die geschilderte Weise verfuhr, weil ihm die wörtliche Übersetzung schwerfiel, oder weil er sich als selbständiger Verfasser des Büchleins zeigen wollte. Jedenfalls hat er den arabischen Ursprung seiner Kenntnisse nicht verheimlicht, da er viele Termini und Sternnamen unübersetzt übernahm. Auch trug er die arabischen Buchstabennummern nicht in Transkription, sondern in arabischer Schrift auf die Einlegescheiben und die Rückseite der Mutter ein. Doch hat er den Namen al-Ḥwārizmī, des Verfassers seiner Vorlage, nicht erwähnt.

Diese Schrift, die den Inhalt des Traktates von al-Ḥwārizmī auf unredliche Art vermittelt, hat vom Beginn des 11. Jahrhunderts bis ins 16. Jahrhundert hinein<sup>297</sup> die Astrolabliteratur in Europa tief geprägt, auch wenn sie nicht die einzige Schrift ihrer Art war, die die Inhalte arabischer Vorlagen zu diesem Thema im lateinischen Schrifttum zugänglich gemacht hat. Allem Anschein nach war Gerberts Traktat der älteste in Anlehnung an arabische Vorlagen entstandene Text. Ob Gerbert selbst oder einer seiner Schüler oder Anhänger ihn geschrieben hat, ist noch offen. Wie groß der Einfluß der *Sententie astrolabii* gewesen ist, kann man vor allem daran ermessen, daß ein reiches anonymes lateinisches Schrifttum in Abhängigkeit von diesem Buch entstand und bis in unsere Zeit erhalten ist.<sup>298</sup> Der Weg zu weiteren Adaptationen und Imitationen außerhalb Spaniens nach Norden hin war schon in der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts geebnet.

Die frühest bekannte Erscheinung imitatorischer Art war ein Text mit dem Titel *De mensura astrolabii*. Er trägt den Namen von Hermannus Contractus, alias Hermann von Reichenau<sup>299</sup>

<sup>292</sup> s. Harriet Pratt Lattin, *Lupitus Barchinonensis*, in: *Speculum. Journal of Mediaeval Studies* (Cambridge, Mass.) 7/1932/58-64, bes. S. 62.

<sup>293</sup> *Assaig d'història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya medieval*, Bd. 1, Barcelona 1931 (= *Estudis Universitaris Catalans. Sèrie monogràfica* Bd. 1), S. 275-293.

<sup>294</sup> in: *From Deferent to Equant: A volume of studies in the history of science in the ancient and medieval Near East in honor of E.S. Kennedy*, New York 1987, S. 227-236.

<sup>295</sup> s. F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Bd. 5, S. 228-241, Bd. 6, S. 140-143, bes. S. 143.

<sup>296</sup> P. Kunitzsch, *al-Khwārizmī*, a.a.O. S. 231-232.

<sup>297</sup> Ebd. S. 233.

<sup>298</sup> J. Millás Vallicrosa, *Assaig d'història...*, a.a.O. S. 288 ff.; P. Kunitzsch, *al-Khwārizmī*, a.a.O. S. 233.

<sup>299</sup> Max Manitius, *Geschichte der lateinischen Literatur des Mittelalters*, Bd. 2, München 1923, S. 756-777; Claudia Kren, *Hermann the Lame*, in: *Dictionary of Scientific*



(1013-1054). Bemerkenswert an dieser Schrift ist unter anderem, daß sie mit ihrer Tafel der sieben Klimata und einer ostwestlichen Reihenfolge der aufgenommenen Städtenamen eine Kenntnis des Handbuches von al-Farġānī verrät, bevor dieses ins Lateinische übersetzt wurde.<sup>300</sup> Hermann soll auch derjenige gewesen sein, der die tragbare Zylinderuhr und den Quadranten aus dem arabischen Spanien in Europa eingeführt hat.

Auch wenn nicht auszuschließen ist, daß die Autorschaft von Lupitus und Gerbert für die oben genannten Traktate nicht zutrifft oder sehr fraglich ist, so sind diese doch wichtige Dokumente für die Frühgeschichte der Rezeption islamischer Wissenschaft durch die lateinische Welt auf dem Weg über die Iberische Halbinsel, nachdem die sozialen und wirtschaftlichen Kontakte zwischen dem arabischen Spanien und den angrenzenden Ländern schon im frühen 8. Jahrhundert begonnen hatten. Treffend beschrieb A. van de Vyver<sup>301</sup> diesen Vorgang im Jahre 1931: «Ces adaptations latines de la fin du X<sup>e</sup> siècle et du début du XI<sup>e</sup>, – anonymes, brèves et mal composées, – font l'effet de notes et de traités de première initiation, qu'au cours du XI<sup>e</sup> siècle on s'attacha à polir et à présenter sous une forme plus convenable. On pourra constater aussi, que ces premiers emprunts se sont effectués dans le domaine pratique, et concernaient notamment l'usage de l'astrolabe, du quadrant, de la sphère armillaire, des chiffres arabes, des recettes de médecine, des formules astrologiques, et moins vraisemblablement de l'abaque et, à cette époque, du calcul. La vitalité du Haut

Moyen-Age était encore trop faible pour pouvoir s'assimiler les grands traités scientifiques des Arabes ou leurs systèmes philosophiques.»<sup>302</sup>

Ein wichtiges Zeichen für die wissenschaftshistorische Bedeutung dieser dilettantischen und unredlichen Art der Übernahme arabisch-islamischer Wissenschaften im christlichen Abendland des Mittelalters und für das sich daraus entwickelnde Interesse an dem Wissensgut, das aus dem arabischen Spanien zu übernehmen war, kann man darin sehen, daß Bischof Fulbert von Chartres<sup>303</sup> (ca. 975-1029) aus bereits vorliegenden Astrolabtexten ein Glossar<sup>304</sup> aus 28 arabischen Termini zusammengestellt hat.

Die Wirkung der von den rückeroberten Gebieten Spaniens ausgegangenen ersten Welle der Übersetzungen und Imitationen arabischer Werke scheint zunächst auf die unmittelbar benachbarten Gebiete beschränkt geblieben zu sein. Die große Übersetzungswelle setzte erst in den Anfängen des 12. Jahrhunderts ein. Aus dem 11. Jahrhundert hört man nach dem Wirken von Hermannus Contractus (gest. 1054) erst wieder von Walcher von Malvern gegen Ende des Jahrhunderts. Dieser stammte aus dem lothringischen Raum, wohin schon im 11. Jahrhundert arabische Astronomie und Mathematik ihren Weg gefunden hatte, und war vielleicht der erste Europäer, der erfolgreich den Versuch unternommen hat, die Zeitelemente einer Mondfinsternis

<sup>302</sup> van de Vyver verweist hier auf seinen Aufsatz *Les étapes du développement philosophique du Haut Moyen-Age*, in: *Revue Belge de Philologie et d'Histoire* (Brüssel) 8/1929/425-452.

<sup>303</sup> s. M. Manitius, *Geschichte der lateinischen Literatur des Mittelalters*, a.a.O. Bd. 2, S. 682-694.

<sup>304</sup> Ediert von M. McVaugh und F. Behrends, *Fulbert of Chartres' notes on Arabic astronomy*, in: *Manuscripta* (St. Louis, Mo.) 15/1971/172-177; vgl. P. Kunitzsch, *Glossar der arabischen Fachausdrücke in der mittelalterlichen europäischen Astrolabliteratur*, Göttingen 1983, S. 481-482; ders., *Das Arabische als Vermittler und Anreger europäischer Wissenschaftssprache*, in: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* (Weinheim) 17/1994/145-152, bes. S. 151.

Biography, Bd. 6, New York 1972, S. 301-303; Arno Borst, *Wie kam die arabische Sternkunde ins Kloster Reichenau?*, Konstanz 1988; ders., *Astrolab und Klosterreform an der Jahrtausendwende*, Heidelberg 1989.

<sup>300</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 206-207.

<sup>301</sup> *Les premières traductions*, a.a.O. S. 289 (Nachdr., a.a.O. S. 404).

zu ermitteln, und zwar gelang es ihm im Jahre 1092 durch Beobachtung mit Hilfe eines Astrolabes.<sup>305</sup>

Freilich sehen wir hier bei der Behandlung der westeuropäischen Richtung des Rezeptionsvorganges von der in der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts erfolgten groß angelegten Einführung der arabischen Medizin durch Constantinus Africanus ab, von der wir bereits gesprochen haben (s.o.S. 91 ff.) und die noch einmal unten, im Rahmen des zweiten Weges der Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften im Abendland, zur Sprache kommen wird.

Nach der möglicherweise schon im frühen 9. Jahrhundert erfolgten Bekanntschaft mit den in der islamischen Welt gepflegten Wissenschaften und ihrer in der zweiten Hälfte des 10. Jahrhunderts begonnenen Rezeption, deren weitere Entwicklung im 11. Jahrhundert wir heute im einzelnen noch nicht verfolgen können, brachte die erste Hälfte des 12. Jahrhunderts eine große Welle von Übersetzungen aus dem Arabischen ins Lateinische und Hebräische. Einer der führenden Pioniere dieser Bewegung war Adelard von Bath (wirkte 1116-1142, s.o.S. 98). Zusammen mit Robert Grosseteste (gest. 1253) und Roger Bacon (gest. 1292) war er einer der drei bedeutendsten englischen Gelehrten der Rezeptions- und Assimilationsperiode. Nach längeren Aufenthalten in Laon, Tours, Salerno und vielleicht Syrakus, in Tarsus und Antiochia kehrte er im Jahre 1120 nach England zurück. Durch zahlreiche Übersetzungen und eigene Werke

führte er in Europa vor allem eine neue Astronomie und Mathematik ein. Mit der Übersetzung des *Ziğ*<sup>306</sup> des oben genannten Muḥammad b. Mūsā al-Ḥwārizmī in der Bearbeitung von Abu l-Qāsim Maslama b. Aḥmad al-Mağrīṭī (gest. 398/1007) gab er seinen Zeitgenossen Kenntnis von einem Handbuch der arabischen Astronomie, die auf der Grundlage assimilierter indischer und griechischer Werke des Faches sowohl in theoretischer als auch in angewandter Richtung bereits eigene Züge gewonnen hatte. Einer künftigen Erweiterung der mathematischen, astronomischen und geodätischen Kenntnisse in Europa dienten die darin vermittelte Trigonometrie und die trigonometrischen Tafeln des Buches. Raymond Mercier<sup>307</sup> mag mit seiner Äußerung recht haben, daß die lateinische Welt für ein solches Werk noch gänzlich unvorbereitet war, wodurch der Prozeß der Assimilation sehr langsam vonstatten ging, doch sollten wir bedenken, wie lange es gedauert hätte, bis sich die Europäer ihre Kenntnisse in Mathematik und Astronomie, die sie durch Übersetzungen aus dem Arabischen erworben haben, aus eigener Kraft hätten schaffen müssen.

Zwei weitere Beiträge fundamentaler Bedeutung für das zu errichtende Gebäude der Mathematik und Astronomie, die Adelard von Bath geleistet hat, waren die Übersetzungen der Arithmetik des gleichen al-Ḥwārizmī und der *Elemente* von Euklid aus dem Arabischen.

Der große Übersetzungsstrom, den die Geschichte der Wissenschaften aus dem 12. Jahrhundert kennt, wurde insbesondere aus Toledo genährt. Die Stadt, die 92/711 von den Arabern erobert worden war und sich im Laufe der Zeit zu einem Wissenschaftszentrum hohen Niveaus entwickelt hatte, geriet mit ihrer gelehrten Tradition in der Zusammenarbeit zwischen Muslimen, Christen und Juden und mit ihren großen Bibliothe-

<sup>305</sup> s. Ch.H. Haskins, *Studies in the History of Mediaeval Science*, a.a.O. S. 114-117; H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 149-150; P. Kunitzsch, *Glossar der arabischen Fachausdrücke...*, a.a.O. S. 483; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 214-215; s. ferner Raymond Mercier, *Astronomical tables in the twelfth century*, in: *Adelard of Bath. An English scientist and Arabist of the early twelfth century*, ed. Charles Burnett, London 1987, S. 87-118, bes. S. 102-103.

<sup>306</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 142.

<sup>307</sup> *Astronomical tables in the twelfth century*, a.a.O. S. 87.

ken im Jahre 478/1085 unter kastilische Herrschaft. Die wissenschaftlichen Aktivitäten, die sich nach dem Fall der Stadt entwickelten, bezeichnete Valentin Rose<sup>308</sup> im Jahre 1874 als «Pflanzstätte der <doctrina Arabum>» für ganz Europa.

Schon in der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts, der ersten und entscheidenden Phase der Rezeptionsvorgänge in Toledo, wurden erstaunlich umfangreiche Übersetzungsarbeiten geleistet, die ohne eine vorbereitende, noch unter islamischer Herrschaft gewonnene Tradition der Zusammenarbeit von Angehörigen der drei Religionen nicht denkbar gewesen wäre. Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, daß im 12. Jahrhundert, mehrere Generationen nach der Rückeroberung Toledos, die Sprache dort immer noch überwiegend arabisch war, wenn auch umgangssprachliches, nicht literarisches Arabisch (vgl. u.S. 143 unter Gerhard von Cremona).<sup>309</sup> Umgekehrt hatten die Mozaraber «unter ihren muslimischen Eroberern bis Mitte des 12. Jahrhunderts ihre Kirchenverfassung, ihre romanische Mundart, ihre westgotischen Überlieferungen, vor allem auch lange noch ihre bürgerlich-juristischen Eigenrechte» behalten. «So blieben sie ein Volk für sich, obwohl sie in mancher Hinsicht, so vor allem auch in der sprachlichen Akklimatisation, sich zu assimilieren verstanden.»<sup>310</sup>

<sup>308</sup> Ptolemaeus und die Schule von Toledo, in: Hermes (Wiesbaden) 8/1874/327-349, bes. S. 327 (Nachdr. in: Islamic Mathematics and Astronomy Bd. 63, S. 171-193, bes. S. 171).

<sup>309</sup> Arnald Steiger, Zur Sprache der Mozaraber, in: Sache, Ort und Wort. Festschrift für Jakob Jud, Genf 1942 (Romanica Helvetica Bd. 20), S. 624-723, bes. S. 627; Heinrich Schipperges, Assimilations-Zentren arabischer Wissenschaft im 12. Jahrhundert, in: Centaurus (Kopenhagen) 4/1955-56/325-350, bes. S. 336.

<sup>310</sup> H. Schipperges, Assimilations-Zentren..., a.a.O. S. 336; Angel Gonzáles Palencia, Los Mozárabes de Toledo en los siglos XII y XIII. Volumen preliminar, Madrid 1930, S. 117ff.

Eine Vorstellung vom Umfang der Leistungen jener Zeit kann uns die Liste der von Johannes Hispalensis übertragenen Schriften vermitteln. Dieser zum Christentum konvertierte Jude hat etwa 20 Werke aus den Gebieten Arithmetik, Astronomie, Astrologie, Medizin und Philosophie aus dem Arabischen ins Lateinische übersetzt,<sup>311</sup> darunter auch das Handbuch der Astronomie von al-Fargānī (1. Hälfte 3./9. Jh.). Damit stand neben dem Buch von al-Ḥwārizmī ein zweites astronomisches Werk zur Verfügung, das sich bis ins 17. Jahrhundert hinein bei den Astronomen des Abendlandes dank wiederholter Übersetzungen großer Popularität erfreuen sollte. Johannes Hispalensis machte auch als erster mindestens sieben philosophische arabische Werke in lateinischer Übersetzung zugänglich, darunter Schriften von al-Kindī, al-Fārābī und al-Ġazzālī.

Robert von Chester (Robertus Castrensis, Retinensis etc.)<sup>312</sup>, ein Engländer, der zwischen ca. 1141 und 1147 in Spanien gelebt hatte, unternahm mit seinem Landsmann Hermannus Dalmata zusammen die erste Übersetzung des Koran ins Lateinische. Zu seinen großen Leistungen gehört die Übersetzung der Algebraschrift des mehrfach genannten Muḥammad b. Mūsā al-Ḥwārizmī<sup>313</sup> aus dem frühen 3./9. Jahrhundert, wodurch er als erster den Begriff Algebra und die damit verbundenen mathematischen Prozesse ins christliche Abendland eingeführt hat.<sup>314</sup> Auf ihn geht die Verwendung des Wortes *sinus* («Busen») als wörtliche Übersetzung des falsch gelesenen arabischen Begriffes *ḡaib* (statt *ḡīb*

<sup>311</sup> M. Steinschneider, Die europäischen Übersetzungen aus dem Arabischen bis Mitte des 17. Jahrhunderts, Wien 1904 (Nachdr. Graz 1956), S. 40-50; G. Sarton, Introduction to the history of science, vol. 2, part 1, S. 169-172.

<sup>312</sup> s. Ch.H. Haskins, Studies..., a.a.O. S. 120-123; G. Sarton, Introduction..., a.a.O., vol. 2, part 1, S. 175-177.

<sup>313</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 240.

<sup>314</sup> s. Ch.H. Haskins, Studies..., a.a.O. S. 122.

für Sanskrit *jiva*) zurück.<sup>315</sup> Robert von Chester war auch der erste, der alchemistische Schriften aus dem Arabischen ins Englische übersetzt hat.<sup>316</sup>

Zu den wichtigsten Werken, die zu dieser Zeit im christlichen Spanien ins Lateinische übertragen wurden, gehört das Handbuch der Astronomie von Muḥammad b. Ġābir b. Sinān al-Battānī (gest. 317/929).<sup>317</sup> Durch das von Plato von Tivoli (lebte 1134-1145 in Barcelona) und noch einmal von Robert von Chester übersetzte Werk – des letzteren Fassung ist nicht erhalten – lernte die lateinische Welt zusätzlich zu den bereits erwähnten Büchern von al-Ḥwārizmī und al-Fargānī eine Reihe von Verfahren und Ideen auf dem Gebiet der Astronomie kennen, die in der islamischen Welt in der Zwischenzeit entwickelt worden waren.

Nach diesem kurzen Überblick über Werke, die in der ersten Hälfte des 12. Jahrhunderts aus dem Arabischen ins Lateinische übersetzt worden sind, seien noch einige Gelehrte der Zeit erwähnt, die nicht nur durch Übersetzungen, sondern auch durch mittlerweile eigene Kompilationen zur Assimilation der arabischen Wissenschaften beigetragen haben. Ein interessanter Vertreter dieser Gruppe war Hermannus Dalmata oder Hermann von Carinthia, der 1138-1142 in Spanien und 1143 in Toulouse lebte und mit Robert von Chester den Koran übersetzt hat. Neben Übersetzungen astrologischer Bücher und den Glossen<sup>318</sup> des oben genannten Abu l-Qāsim Maslama b. Aḥmad al-Mağrīṭī (gest. 398/1007) zum Buch über das Planisphärium von Ptolemaios, gibt es einige ihm zugeschriebene Bücher<sup>319</sup> und ein eigenes Werk mit dem

Titel *De essentiis*, das er Robert von Chester gewidmet hat. Dieses im Jahre 1143 entstandene philosophische Buch ist ein Konglomerat von Textstellen aus arabischen und lateinischen Quellen.<sup>320</sup>

Als Kompilator ähnlicher Art begegnet uns Raymond von Marseille mit seinem *Liber cursuum planetarum*, das er in den Jahren 1139-1140 angefertigt hat. Mit dem astronomischen Buch und der darin enthaltenen geographischen Tabelle, die arabischen Quellen entstammen, wollte er seinen Landsleuten einen Dienst erweisen. Neben al-Battānī stützte er sich auf die Toledanischen Tafeln und den Kanon (*al-Qānūn*) von az-Zarqālī, als dessen Nacheiferer er sich betrachtete. Seine geographische Tabelle enthält die Koordinaten von 60 Städten. Damit war er einer der ersten, wenn nicht der erste Lateiner, der einer arabischen Ortstabelle in Europa Verbreitung verschafft hat.<sup>321</sup> Sein Buch war noch unter den Quellen von Roger Baco und wurde wahrscheinlich auch von Albertus Magnus benutzt (s. noch o.S. 103).<sup>322</sup>

An dieser Stelle sei auch der jüdische Gelehrte Abraham bar Ḥiyya alias Savasorda (von arabisch ṣāḥib aš-šurṭa, «Präfekt der Wache») erwähnt, der in der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts in Barcelona lebte. Er wirkte nicht direkt durch eigene lateinische Übersetzungen, sondern durch seine hebräischen Bücher, in denen er den Inhalt einer großen Zahl arabischer Quellen in eigener Darstellung wiedergab. Nach George Sarton war er einer der Anreger der Bewegung, in welcher Juden der Provence, Spani-

<sup>315</sup> s. G. Sarton, *Introduction* ..., a.a.O., vol. 2, part 1, S. 176.

<sup>316</sup> Ebd. S. 176.

<sup>317</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 182-187.

<sup>318</sup> Ebd. Bd. 5, S. 170; Paul Kunitzsch und Richard Lorch, *Maslama's notes on Ptolemy's Planisphaerium and related texts*, München 1994.

<sup>319</sup> s. Ch.H. Haskins, *Studies* ..., a.a.O. S. 43-66; G. Sarton, *Introduction* ..., a.a.O., vol. 2, part 1, S. 173-174.

<sup>320</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 124-125; Ch.S.F. Burnett, *A group of Arabic-Latin translators working in Northern Spain in the mid-12<sup>th</sup> century*, in: *Journal of the Royal Asiatic Society* (London) 1977-1978, S. 62-108; *Hermann of Carinthia, De essentiis*. A critical edition with translation and commentary by Ch. Burnett, Leiden 1982.

<sup>321</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 210-211.

<sup>322</sup> s. P. Duhem, *Le système du monde*, a.a.O. Bd. 3, S. 216.



ens und Italiens zu Vermittlern islamischer Wissenschaften ans christliche Abendland wurden.<sup>323</sup> Es ist bekannt, daß er sich darüber beklagt hat, daß die arabischen Wissenschaften in der Provence wenig bekannt seien.<sup>324</sup> In seinem Buch *Hibbur ha-mešīḥa ve-ha-tišboret* stellt er wesentliche Teile der arabischen Algebra, Geometrie und Trigonometrie auf hohem Niveau dar. Durch die lateinische Übersetzung dieses Buches, die Plato von Tivoli (1145) unter dem Titel *Liber embadorum* anfertigte, hat er einen nicht unerheblichen Einfluß auf die Entwicklung der mathematischen Kenntnisse in Europa ausgeübt, wenn auch die von ihm behandelten Elemente der arabischen Mathematik schon vor ihm durch andere Kanäle das Abendland erreicht hatten.<sup>325</sup> Wahrscheinlich kommt ihm auch eine gewisse Rolle bei der Vermittlung arabischer Musiktheorie ans Abendland zu.<sup>326</sup> Unter den nachfolgenden Übersetzern, deren Aktivitäten mehrheitlich zwischen 1150 und 1200 liegen, dürfen wir Dominicus Gundissalinus als ersten Vertreter der Assimilation betrachten. Mehr als durch die Werke, die er übersetzt hat, fällt er durch die Bücher auf, die er aus seinen Übersetzungen kompiliert hat. Im Falle des Traktates *De celo et mundo*, den er zusammen mit Johannes Hispalensis als Werk von Ibn Sīnā in Umlauf gesetzt hat und der Jahrhunderte lang als solches gegolten hat, hat Manuel

Alonso Alonso<sup>327</sup> nachgewiesen, daß sein wahrer Verfasser Ḥunain b. Isḥāq<sup>328</sup> (gest. 260/873) war. Gundissalinus' bekanntestes und bedeutendstes Buch, *De divisione philosophiae*, ist wiederum zu großen Teilen aus *Iḥṣā' al-'ulūm* von Abū Naṣr al-Fārābī<sup>329</sup> (gest. 339/950) abgeschrieben. Zwar scheint er auch lateinische Vorlagen, darunter Boethius, und Schriften von Ibn Sīnā und al-Ġazzālī verwendet zu haben, doch benutzt er sie, ohne sie als Quellen zu nennen. In einer verdienstvollen Untersuchung ist Ludwig Baur<sup>330</sup> den Quellen von Gundissalinus' *De divisione philosophiae* nachgegangen. Er stellte fest, daß man schon ziemlich früh vermutete, es sei eine Schrift von al-Fārābī. «Daß diese Vermutung überhaupt entstehen konnte, kann niemanden wunder nehmen, der die ergiebige Benutzung der Schrift des Al-Farabi (de scientiis) von seiten des Gundissalinus in Rechnung bringt.»<sup>331</sup> Baur bezeichnet das Buch als eine «freie Kompilation»<sup>332</sup>. «Diese kompilatorische Arbeitsmethode des Gundissalinus, wie fremdartig und ungerechtfertigt sie uns auch vorkommen mag, darf uns nicht wunder nehmen: sie ist überhaupt die Methode des späteren Altertums und Mittelalters... Diese Art litterarischer Tätigkeit scheint mir mit der ganzen philosophischen Auffassung des Wissens und der Lehraufgabe, die das Altertum und Mittelalter von der Neuzeit scheidet, in engsten Zusammenhang gebracht werden zu müssen.» Zur Denkweise des Mittelalters sagt er: «Dort haben wir eine Philosophie, die an die Möglichkeit feststehender,

<sup>323</sup> G. Sarton, *Introduction...*, a.a.O., vol. 2, part 1, S. 206.

<sup>324</sup> s. Juan Vernet, *Die spanisch-arabische Kultur in Orient und Okzident*, Zürich und München 1984, S. 197.

<sup>325</sup> G. Sarton, *Introduction...*, a.a.O., vol. 2, part 1, S. 207; Martin Levey, *Abraham bar Hiyya ha-Nasi*, in: *Dictionary of Scientific Biography* Bd. 1, New York 1970, S. 22-23.

<sup>326</sup> s. H.G. Farmer, *Clues for the Arabian influence on European musical theory*, in: *Journal of the Royal Asiatic Society* (London) 1925, S. 61-80, bes. S. 71 (Nachdr. in: H.G. Farmer, *Studies in Oriental music*, Bd. 1, Frankfurt 1986, S. 271-290, bes. S. 281); ders., *The Jewish dept to Arabic writers on music*, in: *Islamic Culture* (Haiderabad) 15/1941/59-63, bes. S. 60 (Nachdr. ebd. Bd. 1, S. 535-539, bes. S. 536).

<sup>327</sup> *Ḥunain traducido al latín por Ibn Dāwūd y Domingo Gundisalvo*, in: *Al-Andalus* (Madrid und Granada) 16/1951/37-47; H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 65.

<sup>328</sup> F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 247-256.

<sup>329</sup> Ebd. Bd. 3, S. 298-300.

<sup>330</sup> *Dominicus Gundissalinus, De divisione philosophiae*, Münster 1903 (Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters, Bd. 4, Heft 2-3).

<sup>331</sup> Ebd. S. 160.

<sup>332</sup> Ebd. S. 161.

objektiv wahrer, unveränderlicher Wahrheitserkenntnisse glaubt. Das ganze wissenschaftliche Interesse concentriert sich auf die Wahrheit als solche, sein Ziel ist, ein für allemal feststehende Wahrheiten zu finden. Diese waren Gemeingut, wer sie gefunden, war an sich gleichgiltig.»<sup>333</sup> Die Erklärung mag im allgemeinen für die lateinischen Schriftsteller und bis zu einem gewissen Grad auch für die alten Griechen zutreffen, der arabisch-islamische Kulturkreis aber ist davon auszunehmen. In der bisherigen Historiographie der Wissenschaften wurde leider zu wenig beachtet, daß das Zitieren von Quellen eine der charakteristischen Eigenschaften des arabisch-islamischen Schrifttums ist, auch wenn dies nicht bedeutet, daß es dort keine Plagiate gegeben hätte oder sich jeder Schriftsteller an die allgemeine Regel gehalten hätte.

Die Art, wie Gundissalinus mit seinen Quellen umgegangen ist, namentlich mit den Werken seiner arabischen Vorgänger, aus denen er anhand von Übersetzungen, vielleicht auch aus Originalschriften, schöpfte, ist charakteristisch für alle Arbeiten, die seinen Namen tragen.<sup>334</sup> Baur<sup>335</sup> stellte zudem fest, daß zu *De divisione philosophiæ* von Gundissalinus, das «auf zahlreiche arabische Autoren aufgebaut» ist, sich «noch ein zweites» gesellt, «das wohl am Anfang des XIII. Jahrhunderts entstanden sein und

ebenfalls ganz arabischen Charakter an sich getragen haben muß: Die <Divisio philosophiæ> des Michaël Scotus.» Die aus diesem Buch erhaltenen Fragmente zeigen, daß es eine Kompilation aus dem Werk von Gundissalinus und arabischen Quellen war.

Dieser Umgang mit arabischen Quellen und ihrem Inhalt ist ein wissenschaftshistorisches Phänomen, das uns in der Geschichte der Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften im Abendland nicht nur bei Gundissalinus begegnet. Wir Heutige haben es als spezifische Vorgehensweise dieses Kulturkreises in damaliger Zeit aufzufassen und entsprechend einzuschätzen. Der Geschichtsschreibung stellt sich danach die Aufgabe, unter Mitwirkung der arabistischen Forschung die herkömmliche Vorstellung von der europäischen Wissenschaftsgeschichte vor allem in der Periode zwischen dem 11. und dem 13. Jahrhundert an den tatsächlichen Gegebenheiten zu überprüfen.

Im 12. Jahrhundert, in dem die Wissenschaften im arabisch-islamischen Kulturbereich auf fast allen Gebieten kreative Fortschritte machten, erreichte der bereits im 10. Jahrhundert begonnene Prozeß der Übersetzung arabischer und adaptierter griechischer Werke aus dem Arabischen ins Lateinische und Hebräische seinen Höhepunkt. Die bedeutende Entwicklung, die mit dem Namen Gerhard von Cremona verknüpft ist, wird vielleicht noch lange ein wissenschaftshistorisches Phänomen bleiben, das einer fundierten Erklärung harret. Um 1114 in Cremona in Italien geboren, begab sich dieser Gelehrte nach Toledo, wo er bis zu seinem Tode (1187) wirkte. Über das Leben dieses zweifellos größten Übersetzers arabisch-islamischer Schriften ins Lateinische wissen wir so gut wie nichts. Wahrscheinlich war er, wie fast alle Übersetzer jener Zeit, ein Kleriker. Eine kurz nach seinem Tod zusammengestellte, nach Sachgebieten geordnete Liste seiner Übersetzungen<sup>336</sup> enthält 71

<sup>333</sup> L. Baur, *Dominicus Gundissalinus*, a.a.O. S. 315f.

<sup>334</sup> s. noch Georg Bülow, *Des Dominicus Gundissalinus Schrift von der Unsterblichkeit der Seele*, in: Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters (Münster) Bd. 2, Heft 3, 1897, S. 1-38; ders., *Des Dominicus Gundissalinus Schrift von dem Hervorgange der Welt (De processione mundi)*, ebd. Bd. 24, Heft 3, 1925, S. 1-54; *The treatise De anima of Dominicus Gundissalinus*, ed. J.T. Muckle with an introduction of Etienne Gilson, in: *Mediaeval Studies* (London) 2/1940/23-103; G. Sarton, *Introduction...*, a.a.O., vol. 2, part 1, S.172-173; Claudia Kren, *Gundissalinus*, in: *Dictionary of Scientific Biography*, Bd. 5, New York 1972, S. 591-593.

<sup>335</sup> *Dominicus Gundissalinus, De divisione philosophiæ*, a.a.O. S. 364, 365.

<sup>336</sup> herausgegeben von Baldassarre Boncompagni, *Della vita e delle opere di Gherardo Cremonese, traduttore del*

Titel. Davon handeln 20 von *dialetica* (Logik und Geometrie), 12 von *astrologia* (überwiegend Astronomie), 11 von *phylosophyia* und 28 von *fisica* (Medizin und weiteres). Es ist freilich nicht gesichert, wieweit diese anonyme Liste, die in einigen Handschriften der lateinischen Übersetzung des Kommentares von ‘Alī b. Riḏwān (gest. 453/1061) zur τέχνη ἰατρικὴ des Galen<sup>337</sup> angehängt ist, der Wirklichkeit entspricht. Es kommt hinzu, worauf schon G. Sarton hingewiesen hat, daß Gerhard von Cremona auch später noch Übersetzungen beigelegt wurden, sei es irrtümlich oder um seines Ruhmes wegen. Sarton macht auch darauf aufmerksam, daß viele Erstdrucke von Übersetzungen, die Gerhard von Cremona zugeschrieben werden, seinen Namen nicht tragen. Es sollten daher die Zuschreibungen nicht zu wörtlich genommen werden. Für einen Italiener, der sich als Erwachsener nach Toledo begab und erst dort Arabisch lernte, kann die Aufgabe nicht leicht gewesen sein, wissenschaftliche Werke auf den unterschiedlichsten Gebieten aus dem Arabischen ins Lateinische zu übersetzen. Man sollte auch bedenken, daß Toledo seit seiner Rückeroberung im Jahre 1085 von muslimischen Gelehrten verlassen worden war und sprachlicher Kontakt auf Arabisch höchstens mit christlichen Arabern (Mozarabern) möglich war. Wieweit diese aber bei philologischen und terminologischen Schwierigkeiten behilflich sein konnten, ist höchst fraglich. Eine treffende Schilderung der sprachlichen Situation im rückeroberten Toledo gibt Paul

Kunitzsch<sup>338</sup> in einem Gerhard von Cremonas Übersetzungen gewidmeten Aufsatz: «Which was the standard of knowledge of the Arabic language on the side of the translators? Regarding Gerard specifically, we know that he came to Spain from Italy, that means that he could not have any knowledge of Arabic in advance. He will have learnt the language in Toledo. But what sort of Arabic is it that he could have learnt there? The areas dominated by the Arabic language are known for their <diglossia>, that is that there always existed – and still exist today – two languages side by side: the spoken colloquial Arabic generally used in oral speech, and the language of writing which is strictly dominated by the rules of the *fushā*, the classical literary Arabic.»

Im Zusammenhang mit der Frage der sprachkundigen Helfer aus Toledo wird gerne Daniel von Morley (letztes Drittel 12. Jh.) zitiert, der sich eine Weile in Toledo aufgehalten hat. In seiner *Philosophia* schreibt er, daß sich Gerardus Toletanus bei der Übersetzung des *Almagest* der Hilfe eines Mozarabers namens Galippus (Ġālib) bedient habe.<sup>339</sup>

Die schwierige Aufgabe, durch eine stilistische und terminologische Untersuchung die wahre Beziehung der 71 auf der Liste angegebenen Titel zu Gerhard von Cremona festzustellen, bleibt noch zu bewältigen. Abgesehen davon, daß die Liste nach seinem Tode zusammengestellt wurde, enthalten die Handschriften der ihm zugeschriebenen Übersetzungen in der Re-

---

*secolo duodecimo...*, in: Atti dell’Accademia Pontifica de’ Nuovi Lincei (Rom) 4/1850-51(1852)/387-493, bes. S. 388-391 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 79, S. 9-115, bes. S. 10-13); V. Rose, *Ptolemaeus und die Schule von Toledo*, a.a.O. S. 334 (Nachdr., a.a.O. S. 178); K. Sudhoff, *Die kurze «Vita» und das Verzeichnis der Arbeiten Gerhards von Cremona*, in: *Archiv für Geschichte der Medizin* (Leipzig) 8/1914-15/73-82.

<sup>337</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 81.

<sup>338</sup> *Gerard’s translations of astronomical texts, especially the Almagest*, in: *Gerardo da Cremona*, ed. P. Pizzamiglio, Cremona 1992 (Annali della Biblioteca Statale e Libreria Civica di Cremona Bd. 41, 1990), S. 71-84, bes. S. 73-74.

<sup>339</sup> s. V. Rose, *Ptolemaeus und die Schule von Toledo*, a.a.O. S. 335-336, 348 (Nachdr., a.a.O. S. 179-180, 192); Ch.H. Haskins, *Studies in the History of Medieval Science*, a.a.O. S. 15, 126-127; Paul Kunitzsch, *Der Almagest. Die Syntaxis Mathematica des Claudius Ptolemaeus in arabisch-lateinischer Überlieferung*, Wiesbaden 1974, S. 85-86.

gel kein Kolophon von ihm und nennen ihn, mit wenigen Ausnahmen, nicht als Übersetzer. Jedenfalls ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß nicht alle auf der Liste verzeichneten Übersetzungen von ihm stammen.<sup>340</sup> Die Zahl der dort registrierten Werke scheint für einen einzigen Übersetzer sehr groß zu sein und auch die Breite der erfaßten Gebiete macht es schwer zu glauben, daß ein erst in seinen Dreißigern aus Cremona nach Toledo umgesiedelter, wenn auch genialer Gelehrter so viele Werke ins Lateinische hat übersetzen können. Es fällt auf, daß die Liste die Namen einiger wichtiger Werke enthält, wie beispielsweise die arabische Version der *Elemente* des Euklid, die *Algebra* von Muḥammad b. Mūsā al-Ḥwārizmī, oder das Handbuch der Astronomie von al-Fargānī, die bereits von anderen übersetzt worden waren. Indes dürfen wir wohl annehmen, daß ein gewisser Teil der Werke auf der Liste tatsächlich Originalübersetzungen Gerhards von Cremona sind. Dazu gehören einige umfangreiche und äußerst wichtige Werke wie der *Almagest* des Ptolemaios, *al-Qānūn fi ṭ-ṭibb* von Ibn Sīnā und der chirurgische Teil des *at-Taṣrīf li-man ‘aḡiza ‘an at-taṣnīf* von az-Zahrāwī neben Büchern von Hippokrates und Galen. Es war übrigens gegen 1150, rund 25 Jahre vor Vollendung der arabischen Übersetzung Gerhard von Cremonas, der *Almagest* von einem anonymen Übersetzer in Sizilien direkt aus dem Griechischen ins Lateinische übertragen worden. Nach Vermutung eines Forschers<sup>341</sup> könnte der Übersetzer Hermann von Carinthia (Hermannus Dalmata) gewesen sein. Doch wer immer es war, die Übersetzung aus dem Griechischen hat in Europa keine Be-

deutung erlangt. Generell gewann P. Kunitzsch<sup>342</sup> den Eindruck, daß aus dem Arabischen stammende Werke im europäischen Mittelalter und bis zum Beginn des Antiarabismus eine höhere Autorität genossen als alle anderen.

Lassen wir die Frage nach den wahren Übersetzern dahingestellt, so bleibt doch der Befund bestehen, daß auf der Liste der Gerhard von Cremona zugeschriebenen Übersetzungen die Namen von nicht weniger als 71 Werken stehen, die in Toledo aus dem Arabischen übersetzt worden sein sollen. Dazu kommen weitere, von anderen Übersetzern ins Lateinische übertragene Schriften. Und all diese ergeben insgesamt ein Teilbild des Prozesses der Rezeption der arabisch-islamischen Wissenschaften im 12. Jahrhundert, dessen Bedeutung für den Aufschwung der Wissenschaften in Europa in der Historiographie der Geistesgeschichte bisher nicht wahrheitsgemäß dargestellt worden ist.

## 2. Der Weg der Rezeption über Sizilien und Süditalien

Wenn wir der Darstellung folgen, die Heinrich Schipperges<sup>343</sup> für die Entwicklung auf medizinischem Gebiet gegeben hat und die besagt, daß die Rezeptionsbewegung «von den süditalienischen Kulturzentren» ausging und «nach einem abenteuerlichen Weg über Spanien, Frankreich und England wieder in den alten Kulturraum» zurückgekehrt ist, wo die erste Rezeptionswelle von «der Schule von Salerno» ausgegangen war, in der die Person von Constantinus Africanus (ca. 1015-1087) die führende Rolle gespielt hatte, so bleibt die Frage offen, ob die vom 9. Jahrhundert an im Norden Afrikas intensiv gepflegte Medizin nicht vielleicht während der dortigen islamischen Herrschaft bereits auf Sizilien ausgestrahlt hat und von Sizilien aus auf das Festland hat überspringen können. Immerhin hatte die große zentrale Insel des Mittel-

<sup>340</sup> s. P. Kunitzsch, *Gerard's translations of astronomical texts*, a.a.O. S. 71.

<sup>341</sup> s. R. Lemay, *Hermann de Carinthie, auteur de la traduction «sicilienne» de l'Almageste à partir du grec (ca. 1150 A.D.)*, in: *La diffusione delle scienze islamiche nel medio evo europeo*. Convegno internazionale (Roma, 2-4 ottobre 1984), Rom 1987, S. 428-484.

<sup>342</sup> *Gerard's translations of astronomical texts*, a.a.O. S. 73.

<sup>343</sup> *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 185.



meeres vom 9. Jahrhundert bis 1086 n.Chr. unter den Arabern ein hohes kulturelles und soziales Niveau erreicht.<sup>344</sup>

Mit dem Untergang der arabischen Herrschaft über Sizilien verloren der neue Geist und die neue Kultur der vergangenen zweieinhalb Jahrhunderte nicht sofort an Bedeutung. Unter dem dritten der Normannenkönige Roger II. (reg. 1130-1154) bildeten die Araber immer noch einen großen Teil der Bevölkerung.<sup>345</sup> «Roger beschäftigte zahlreiche arabische Beamte und ermöglichte auf diese Weise die Reorganisation arabischer Institutionen. Die von der muslimischen Verwaltung Siziliens übernommenen Katasterbücher, die Defetari [*daftar* = Heft, Register], wurden weiterhin auf Arabisch geführt.»<sup>346</sup>

«Ebenso wie die Organisation der Finanzverwaltung knüpft die königliche Seidenmanufaktur an eine arabische Einrichtung, den sogenannten *Ṭirāz*, an. Der Mantel Rogers II., der den deutschen Königen als Krönungsinsignie diente, ist ein Produkt dieser normannischen Hofwerkstatt.»<sup>347</sup>

«Von arabischem Geschmack beeinflusst und zum Teil aus den Resten arabischer Bauwerke und Anlagen entstanden sind die Paläste und Parks, die Roger in Palermo und dessen Umgebung besaß. Sie werden von sizilisch-arabischen Dichtern besungen, deren Verse das Lob Rogers mit dem seiner Parks und Paläste verknüpfen.»<sup>348</sup>

Auch wenn wir heute nur gelegentlich davon hören und ungenügend darüber unterrichtet sind, so war doch Roger II. in hohem Maße von der Technologie der islamischen Welt und den

dort gepflegten Wissenschaften angeregt. Als Beispiel sei die Wasseruhr genannt, die er im Jahre 1142 in Palermo konstruieren ließ. Davon ist bis heute eine weiße Marmorplatte mit 87cm Länge und 49cm Breite erhalten. Sie befindet sich nicht mehr an ihrem ursprünglichen Ort, sondern ist am Eingang der Cappella Palatina in Palermo eingemauert. In einer arabisch, griechisch und lateinisch abgefaßten Inschrift<sup>349</sup> gibt sie von Rogers Werk Zeugnis. In der Übersetzung von E. Wiedemann<sup>350</sup> lautet die arabische Fassung: «Die königliche Majestät, verehrt und erhaben, von Roger, dessen Tage Gott verlängere und dessen Feldzeichen er unterstütze, hat veranlaßt die Herstellung des Instrumentes (*Āla*), um die Stunden zu beobachten in der Hauptstadt von Sizilien, die bewacht wird [von Gott] im Jahre 536 [d.H.].» Zur Frage nach der Art der von Roger gebauten Wasseruhr wies Michele Amari, der große Kenner des arabischen Sizilien, darauf hin, daß nach dem Bericht einer arabischen Quelle zur selben Zeit ein (arabischer) Ingenieur auf Malta dem Herrscher eine Wasseruhr gebaut habe, auf der die Figur eines Mädchens zur Anzeige der Stunden eine Kugel in einen metallenen Topf warf.<sup>351</sup>

Die älteste uns bekannte lateinische Übersetzung eines arabischen Buches, die auf Sizilien entstand, erfolgte vermutlich im Auftrag Rogers II.

<sup>344</sup> Zur Literatur s. den Artikel *Ṣiḳilliya* in *Encyclopaedia of Islam*. New Edition, Bd. 9, Leiden 1997, S. 582-591, dazu Dietlind Schack, *Die Araber im Reich Rogers II.*, Diss. Berlin 1969.

<sup>345</sup> D. Schack, a.a.O. S. 195.

<sup>346</sup> Ebd. S. 195.

<sup>347</sup> Ebd. S. 195.

<sup>348</sup> Ebd. S. 196.

<sup>349</sup> Mehrfach publiziert, zum arabischen Text s. M. Amari, *Le epigrafi arabiche di Sicilia*, Teil 1, Palermo 1875, S. 39.

<sup>350</sup> *Auszüge aus arabischen Enzyklopädien und Anderes* (Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. V), in: *Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät* (Erlangen) 37/1905/392-455, bes. S. 412-413 (Nachdr. in: Wiedemann, *Aufsätze* Bd. 1, Hildesheim 1970, S. 109-172, bes. S. 129-130).

<sup>351</sup> s. *Zakariyā' b. Muḥammad al-Qazwīnī, Āṭār al-bilād wa-aḥbār al-'ibād*, Göttingen 1848 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 198, Frankfurt 1994) S. 374; M. Amari, *Biblioteca arabo-sicula*, Leipzig 1857 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 153, Frankfurt 1994), arab. Text S. 142-143; E. Wiedemann, *Auszüge aus arabischen Enzyklopädien und Anderes*, a.a.O. S. 413-414 (Nachdr., a.a.O. S. 130-131).

Es war die Optik des Ptolemaios, die von einem Admiral (oder Amīr, amiratus regis Siciliae) mit Namen Eugenios übersetzt wurde.<sup>352</sup> Der Grund dafür, daß keine früheren Übersetzungen aus Sizilien bekannt sind, liegt sicherlich darin, daß der größte Teil der Bevölkerung der Insel bis zu ihrer Rückeroberung arabischkundig war.

Im Hinblick auf die Rezeption und auch die Förderung arabischer Wissenschaften gebührt Roger II. ein großes Verdienst, da dank seines Auftrages, mit seiner Unterstützung und bis zu einem gewissen Grade auch seiner persönlichen Mitwirkung ein geographisches Werk und eine Weltkarte entstanden sind. Es sind die von aš-Šarīf al-Idrīsī unter dem Titel *Nuzhat al-muštāq fi ḥtirāq al-āfāq* verfaßte Geographie und seine auf eine große silberne Platte eingravierte Weltkarte (s.o.S. 37f.). Zu den Merkwürdigkeiten der Wissenschaftsgeschichte gehört es, daß das Buch selbst in Europa bis zum 17. Jahrhundert kein nennenswertes Interesse gefunden hat. Dagegen scheint die Weltkarte die europäische Kartographie schon kurz nach ihrem Entstehen und bis zum 18. Jahrhundert tief beeinflußt zu haben.

Diese ersten sporadischen Impulse, die in Sizilien von arabischen Werken im Original oder in lateinischer Übersetzung ausgingen, können als Indizien für eine Inkubationsphase in der Rezeption und Assimilation der Kultur- und Wissensgüter des benachbarten Kulturkreises angesehen werden, den man längst kannte, zu dem man aber seit dem Ausgang des 11. Jahrhunderts in einer völlig neuen Beziehung stand. Soweit wir es aus heutiger Sicht beurteilen können, gehört es zu den bedeutendsten wissenschaftshistorischen Fügungen, daß drei wichtige Wissens-

und Kulturzentren der arabisch-islamischen Welt fast gleichzeitig gegen Ende des 11. Jahrhunderts mit all ihren Kulturgütern und technischen wie wissenschaftlichen Errungenschaften in den Besitz des christlich-lateinischen Kulturkreises gerieten. Im Jahre 1085 eroberte Alfons VI. von Kastilien Toledo, 1091 entriß Roger I. den Arabern Sizilien und von 1099 bis 1291 geriet andererseits ein großer Teil Syriens, darunter die Kulturzentren zwischen Antiochia und Jerusalem, für rund zweihundert Jahre mit Unterbrechungen unter die Herrschaft der lateinischen Kreuzfahrer, die in der Literatur auch Orientlateiner genannt werden. Beim Prozeß der Rezeption und Assimilation der in den eroberten bzw. rückeroberten Gebieten gepflegten Wissenschaften hatten die Vertreter der süditalienischen und der syrischen Kulturzentren denjenigen in den westeuropäischen Zentren gegenüber einen gewissen Vorteil. Die schon im 10. Jahrhundert in Spanien begonnene und sich stetig ausweitende Übersetzungstätigkeit sowie die Assimilation der neu gewonnenen Stoffe waren dort bereits weit fortgeschritten. Die Orientlateiner hatten ihrerseits die Möglichkeit, sich sowohl die in den europäischen Zentren gewonnenen Erkenntnisse zu eigen zu machen als auch, während ihrer zwei Jahrhunderte dauernden Kontakte mit Zentren der arabisch-islamischen Kultur, Zugang zu dortigen Quellen und Errungenschaften zu finden, die ihren Weg nicht über Spanien nach Europa gefunden hatten oder nicht finden konnten, weil es sich um rezente Beiträge handelte.

Der in den west- und nordwesteuropäischen Zentren seit dem 10. Jahrhundert gepflegte Übersetzungsprozeß der zugänglichen, meist klassischen Werke, der sich im Laufe von 150 bis 200 Jahren erheblich erweitert hatte, fand seinen Weg auch nach Italien. Die im süditalienischen Raum realisierten Übersetzungen sind dank der Arbeiten von M. Steinschneider<sup>353</sup>, Ch.

<sup>352</sup> M. Steinschneider, *Die europäischen Übersetzungen aus dem Arabischen*, a.a.O. S. 13; Ch.H. Haskins, *Studies in the History of Mediaeval Science*, a.a.O. S. 171; G. Sarton, *Introduction...*, a.a.O., vol. 2, part 1, S. 346; *L'optique de Claude Ptolémée dans la version latine d'après l'arabe de l'émir Eugène de Sicile*, ed. A. Lejeune, Leiden 1989.

<sup>353</sup> *Die europäischen Übersetzungen aus dem Arabischen*, a.a.O.

H. Haskins<sup>354</sup> und H. Schipperges<sup>355</sup> bekannt. Auf dem neuen Weg über die «Orientlateiner», der eher eine Verbindungslinie als ein Weg war, erhielt der Rezeptionsprozeß nun einen völlig neuen Charakter. Im 12. und 13. Jahrhundert, als die arabisch-islamischen Wissenschaften in Theorie und Praxis ihren Höhepunkt erreicht hatten, entstand durch die Orientlateiner eine Brücke über das Mittelmeer zwischen Süditalien und den Zentren der islamischen Welt. Die Rezeption blieb nun nicht mehr auf die Übersetzung von Büchern beschränkt, die nicht immer planmäßig, sondern öfter zufällig verlief. Man hatte unter den neuen Verhältnissen, auch wenn sie durch die kriegerischen Beziehungen öfter gestört waren, die Möglichkeit, von neuen und alten, noch unbekanntem Errungenschaften, wie wissenschaftlichen und technischen Instrumenten und Geräten, von Waffen oder auch bestimmten Institutionen direkt zu erfahren und die Inhalte von Büchern ohne regelrechte Übersetzungen durch arabischsprachige christliche Lehrer kennenzulernen. Kulturzentren wie Antiochia, Edessa, Laodicea (Latakia, arab. al-Lādiqīya) und Jerusalem gewannen dabei unter der Herrschaft der Orientlateiner eine führende Rolle.

Mit dieser lapidaren Darstellung des Phänomens sei nicht der Eindruck erweckt, daß mir die im 18. und 19. Jahrhundert von vielen vertretene Katastrophentheorie unbekannt wäre, nach der die Rezeption der arabischen Wissenschaften weitgehend als Folge der durch die Kreuzzüge zustande gekommenen Kontakte aufgefaßt wurde.<sup>356</sup> Bei meiner demgegenüber differenzierteren Ansicht liegt die Betonung darauf, daß die Kreuzfahrer, die die Überlegenheit der arabisch-

islamischen Wissenschaften erfahren hatten, in einer ziemlich fortgeschrittenen Phase der Rezeption die Möglichkeit hatten, 200 Jahre lang in den Zentren der islamischen Welt deren jüngste Errungenschaften und Erkenntnisse unmittelbar kennenlernen und nach Europa vermitteln zu können. Der Vorgang sei an einigen Beispielen verdeutlicht.

Der Kosmograph Zakariyā' b. Muḥammad al-Qazwīnī (geb. ca. 600/1203, gest. 682/1283) berichtet, «daß die Franken zur Zeit des al-Malik al-Kāmil Probleme nach Syrien sandten, deren Lösung sie suchten. Darunter befanden sich medizinische, philosophische und mathematische. Die medizinischen und philosophischen lösten die Gelehrten Syriens selbst, den mathematischen waren sie nicht gewachsen. Aber al-Malik al-Kāmil wollte, daß alle gelöst würden, und so sandte er sie nach Mosul [al-Mauṣil] an al-Mufaḍḍal b. 'Umar al-Abharī, unseren Lehrer, der ohnegleichen in den geometrischen Wissenschaften war, aber die Lösung war ihm doch zu schwierig. Er zeigte das Problem dem Meister Ibn Yūnis [Kamāladdīn, gest. 639/1242], dieser dachte darüber nach und löste es. Die Aufgabe ist diese: Es sei ein Bogen gegeben, man ziehe seine Sehne und verlängere sie über den Bogen hinaus und konstruiere auf der verlängerten Sehne ein Quadrat, dessen Fläche gleich derjenigen des Segmentes sei. Folgendes ist die Figur:



Al-Mufaḍḍal [al-Abharī] versah die Lösung mit einem Beweis, machte eine Abhandlung daraus und schickte sie nach Syrien an al-Malik al-Kāmil.»<sup>357</sup>

<sup>354</sup> *Studies in the History of Mediaeval Science*, a.a.O. S. 155-193.

<sup>355</sup> *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 164-188.

<sup>356</sup> s. H. Schipperges, *Ideologie und Historiographie des Arabismus*, a.a.O. S. 29, 37, 41, 43.

<sup>357</sup> al-Qazwīnī, *Āṭār al-bilād wa-ahbār al-'ibād*, a.a.O. S. 310; die Übersetzung stammt, mit geringfügigen Änderungen, von H. Suter, *Beiträge zu den Beziehungen Kaiser Friedrichs II. zu zeitgenössischen Gelehrten des Ostens und Westens, insbesondere zu dem arabischen Enzyklopädisten Kemāl ed-dīn ibn Yūnis*, in: H. Suter,

Der Sprecher «der Franken» war der Stauferkaiser Friedrich II. (reg. 1212-1250), sein Adressat der Aiyubidensultan Nāṣiraddīn Muḥammad al-Malik al-Kāmil (reg. 615/1218-635/1238), der bei einem Vergleich im Jahre 626/1292 Jerusalem an Friedrich abgetreten hatte. Die Frage, wie Friedrich auf das schwierige mathematische Problem gekommen ist oder kommen konnte, stelle ich hier zurück und gebe ein weiteres Beispiel:

Friedrich II. richtete sieben naturwissenschaftliche Fragen an al-Malik al-Kāmil mit der Bitte, sie von seinen Gelehrten beantworten zu lassen. Einen Teil der Fragen hat der Rechtsgelehrte Šihābaddīn Aḥmad b. Idrīs al-Qarāfi (gest. 684/1285) aus Kairo zusammen mit weiteren naturwissenschaftlichen Fragen in einem speziellen Traktat mit dem Titel *Kitāb al-Istibšār fīmā tudrikuhu l-abšār* aufbewahrt.<sup>358</sup> Unter den von Friedrich II. gestellten Fragen war unter anderem:

«1. Warum sieht man Ruder, Lanzen und alle geraden Körper, von denen ein Teil in klares Wasser taucht, nach der Wasseroberfläche zu gekrümmt?»

«2. Warum sieht man den Suhail (Kanopus) bei seinem Aufgang größer als an seiner höchsten Stelle, trotzdem im Süden keine Feuchtigkeit

sich findet, die bei der Sonne (d.h. bei den entsprechenden Stellungen) zur Erklärung (dieser Erscheinung) herangezogen wird, denn die südlichen Gegenden sind trockene Wüsten?»<sup>359</sup>

Als drittes Beispiel seien aus Friedrich II. «Sizilianischen Fragen» solche angeführt, die philosophischer Natur waren. Er hatte sie an den Almohadenherrscher ‘Abdalwāḥid ar-Rašid (reg. 630/1232-640/1242) gerichtet. Mit ihrer Beantwortung wurde der Philosoph und Mystiker ‘Abdalḥaqq b. Ibrāhīm Ibn Sab‘īn<sup>360</sup> (geb. 613/1216 oder 614, gest. 668/1270 oder 669) beauftragt, der sich zu jener Zeit in Ceuta aufhielt. Die erste Frage des Kaisers lautete: «Der weise Aristoteles lehrt in all seinen Schriften die Existenz der Welt von Ewigkeit. Niemand zweifelt, daß dies seine Meinung gewesen ist. Wenn Aristoteles dies bewiesen hat, welches sind dann die Argumente, die er dafür anführt?»

Die zweite Frage: «Welches ist der Zweck der Metaphysik? Welches sind die ihr notwendig vorausgehenden Wissenschaften, wenn sie solche hat?»

Die dritte Frage: «Was sind die Kategorien? In welcher Weise dienen sie als Schlüssel für die verschiedenen Wissenszweige? Welches ist ihre wahre Zahl? Kann man sie vermehren oder vermindern? Welche Beweis- und Gedankengänge kommen hier in Betracht?»

Die vierte Frage: «Welches ist der Beweis für die Unsterblichkeit der Seele, wenn sie unsterblich ist? Wo steht hier der weise Aristoteles im Gegensatz zu Alexander von Aphrodisias?»

Die fünfte Frage bezieht sich auf einen Ausspruch des Propheten Muḥammad.<sup>361</sup>

*Beiträge zur Geschichte der Mathematik bei den Griechen und den Arabern*, ed. J. Frank, Erlangen 1922, S. 1-8, bes. S. 3 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 77, S. 307-314, bes. S. 309).

<sup>358</sup> s. E. Wiedemann, *Optische Studien in Laienkreisen im 13. Jahrhundert in Ägypten*, in: Eder. Jahrbuch der Photographie (Leipzig) 27/1913/65-72 (Nachdr. in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften* Bd. 2, S. 710-717 und in: *Natural Sciences in Islam*, Bd. 34, S. 153-160); ders., *Fragen aus dem Gebiet der Naturwissenschaften, gestellt von Friedrich II., dem Hohenstaufen*, in: *Archiv für Kulturgeschichte* (Leipzig und Berlin) 11/1914/483-485 (Nachdr. in: Wiedemann, *Gesammelte Schriften*, Bd. 2, S. 789-791 und in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 34, S. 173-175); Aydın M. Sayılı, *Al Qarāfi and his explanation of the rainbow*, in: *Isis* (Brügge) 32/1940-47/16-26 (Nachdr. in: *Natural Sciences in Islam*, Bd. 34, S. 176-186).

<sup>359</sup> Übersetzt von E. Wiedemann, *Fragen aus dem Gebiet der Naturwissenschaften*, a.a.O. S. 484 (Nachdr. in: *Gesammelte Schriften*, a.a.O. S. 790 und in: *Natural Sciences*, a.a.O. S. 174).

<sup>360</sup> C. Brockelmann, a.a.O. Bd. 1, S. 465, Suppl.-Bd. 1, S. 844.

<sup>361</sup> s. Martin Grabmann, *Kaiser Friedrich II. und sein Verhältnis zur aristotelischen und arabischen Philosophie*, in: M. Grabmann, *Mittelalterliches Geistesleben. Abhandlungen zur Geschichte der Scholastik und My-*



Die naturwissenschaftlichen, philosophischen und sogar theologischen Fragen, die an arabische Fürsten gerichtet wurden, sind nicht das einzige Anzeichen dafür, daß durch die Präsenz der Kreuzfahrer in einem wichtigen Teil der islamischen Welt für den Prozeß der Bekanntschaft mit einheimischen Kulturgütern und deren Übernahme eine völlig neue Rezeptionslandschaft entstanden war. Dieser geistig aufgeschlossenen Atmosphäre verlieh Kaiser Friedrich II. durch seine persönliche Neigung und private Begegnungen mit Fürsten und Wissenschaftlern eine besondere Qualität.

Es ist höchst begrüßenswert, daß es in der vergangenen Dekade mehrere verdienstvolle Versuche gegeben hat, in speziellen Veranstaltungen dem wissenschaftshistorischen Aspekt der Prä-

senz der «Orientlateiner» in Palästina nachzugehen.<sup>362</sup> Gegenüber der früher bevorzugten Idee, die Kreuzfahrer seien beim Prozeß der Rezeption der Wissenschaften und der Technik des arabisch-islamischen Kulturraumes nicht in Betracht zu ziehen, wurden erhebliche Fortschritte erzielt, und die Beiträge geben Anlaß zu hoffen, daß in naher Zukunft in der Historiographie der Wissenschaften eine adäquate Korrektur erreicht werden kann. Wenn Raymond Mercier<sup>363</sup> in seinem gehaltvollen Beitrag zu der Überzeugung kommt, daß die Kreuzfahrer aus seiner Sicht nicht als Vermittler von Kenntnissen «mathematischer Astronomie» in Frage kommen, so ist dieser Befund im Sinne von Übersetzungen astronomischer Bücher zu verstehen. Daß manch ein Kreuzfahrer während seines Aufenthaltes in der islamischen Welt einem der dort weit verbreiteten astronomischen Instrumente begegnet ist und bei der Rückkehr nach Europa ein solches Gerät mitgenommen hat, liegt auf der Hand. So dürften die «Orientlateiner» vielfach Vermittler für Verfahren zur Herstellung und Verwendung von Instrumenten, Werkzeugen, Waffen oder Heilmitteln geworden sein, welche sie nicht durch die Lektüre von Büchern, sondern durch persönlichen Kontakt während ihrer Anwesenheit in Syrien kennengelernt haben. Zu den positiven Begleiterscheinungen der Kreuzzüge auf dem Gebiet der Astronomie zählt beispielsweise das goldene Planetarium, das Kaiser Friedrich II. im Jahre 629/1232 von al-Malik al-Kāmil (oder von Mūsā b. Muḥammad al-Malik al-Ašraf, reg. 626/1228-635/1237 in Damaskus) als Geschenk erhalten hat. «Wenn

---

stik, Bd. 2, München 1936, S. 103-137, bes. S. 130-131 (Nachdr. in: *Islamic Philosophy*, Bd. 80, S. 275-309, bes. S. 302-303). Die weiteren Studien zu den philosophischen Fragen Friedrichs II. in *Islamic Philosophy* Bd. 80 (*Ibn Sabʿīn and his philosophical correspondence with the Emperor Frederick II*, Frankfurt 1999), lauten: Michele Amari, *Questions philosophiques adressées aux savants musulmans par l'empereur Frédéric II*, in: *Journal asiatique* (Paris), 5<sup>ème</sup> série 1/1853/240-274; August Ferdinand Mehren, *Correspondance du philosophe soufi Ibn Sabʿīn Abd oul-Haqq avec l'empereur Frédéric II de Hohenstaufen, publiée d'après le manuscrit de la Bibliothèque Bodléienne, contenant l'analyse générale de cette correspondance et la traduction du quatrième traité sur l'immortalité de l'âme*, in: *Journal asiatique* (Paris), 7<sup>ème</sup> série 14/1879/341-454; *Ibn Sabʿīn: Correspondance philosophique avec l'empereur Frédéric II de Hohenstaufen*, Bd. 1: Texte arabe publié par Şerefettin Yalçınkaya. Avant propos par Henry Corbin, Paris 1941 (*Études Orientales* Bd. 8); Louis Massignon, *Ibn Sabʿīn et la critique psychologique dans l'histoire de la philosophie musulmane*, in: *Mémorial Henri Basset. Nouvelles études nord-africaines et orientales*, Bd. 2, Paris 1928, S. 123-130; Esteban Lator, *Ibn Sabʿīn de Murcia y su «Budd al-ʿārif»*, in: *Al-Andalus* (Madrid und Granada) 9/1944/371-417; Francesco Gabrieli, *Federico II e la cultura musulmana*, in: *Rivista storica italiana* (Neapel) 64/1952/5-18; Darío Cabanelas, *Federico II de Sicilia e Ibn Sabʿīn de Murcia. Las «Cuestiones sicilianas»*, in: *Miscelanea de estudios árabes y hebraicos* (Granada) 4/1954/31-64.

<sup>362</sup> z.B. *Crusaders and Muslims in twelfth-century Syria*, ed. Maya Shatzmiller, Leiden 1993; *Occident et Proche-Orient: Contacts scientifiques au temps des Croisades*. Actes du colloque de Louvain-la-Neuve, 24 et 25 mars 1997, ed. Isabelle Draelants, Anne Tihon, Baudouin van den Abeele, Louvain 2000.

<sup>363</sup> *East and West contrasted in scientific astronomy*, in: *Occident et Proche-Orient*, a.a.O. S. 325-342, bes. S. 340.

Friedrich späterhin besonders vornehmen Besuchern sein kostbares Planetarium zeigte, in welchem sich Sonne, Mond und Sterne in geheimnisvoller Harmonie bewegten, so liebte er es zu sagen, daß dieses Geschenk seines arabischen Freundes, des Sultans, ihm nach König Konrad, dem leiblichen Sohne und Erben, das Liebste auf der Welt sei.»<sup>364</sup> Das Planetarium bewahrte Friedrich in Venosa auf.

Nach meiner Vermutung dürften der als französisch betrachtete Astrolabtyp mit dem unteren Äquatorsteg (s.u.II, 101) und der mechanische franko-gothische Mondkalender (s.u.II, 170) über Verbindungen, die sich durch die «Orientaleiner» ergaben, nach Westeuropa gekommen sein.

Es gehört meines Erachtens zu den vordringlichen Aufgaben der zukünftigen Historiographie der Wissenschaften, der Frage nach den Instrumenten und Techniken nachzugehen, die über den hier angesprochenen Verbindungsweg aus dem arabischen Kulturbereich Europa erreicht haben. Nach meiner durch intensive Beschäftigung mit dem Thema gewonnenen Ansicht wurden vor allem Waffen, die im arabisch-islamischen Raum entwickelt oder erfunden worden waren, so schnell wie möglich von den Kreuzfahrern übernommen und verwendet und über den gleichen Verbindungsweg ohne nennenswerte Verspätung nach Europa geschafft. Dazu gehört die Windenarmbrust, die verbesserte Abart einer schon den Griechen und den Römern bekannten Waffe. Das entscheidende neue Element dieses Typs bestand darin, daß man den großen Bogen jetzt mit Hilfe einer Winde viel leichter spannen konnte. Es ist historisch dokumentiert, daß eine solche Armbrust im Jahre 647/1249 bei Mansūra in Ägypten gegen die Kreuzfahrer eingesetzt wurde (s.u.V, 94). Allem Anschein nach handelte es sich auch

bei den *tres bonas balistas de torno et de duobus pedibus*, die Kaiser Friedrich II. im Jahre 636/1239 einem nach Accon (‘Akkā) segelnden Kapitän auftrag zu kaufen, um diesen Typ der Armbrust (s.u.V, 94).

Erwähnt sei auch die Gegengewichtsblide, die im arabisch-islamischen Kulturbereich im frühen 13. Jahrhundert auftrat und wenig später auch von den Europäern verwendet wurde. Es war ein wesentlich entwickelterer Typ der Steinschleudern, die bereits den Griechen und den sasanidischen Persern bekannt gewesen waren (s.u.V, 96).

Mit großer Wahrscheinlichkeit kam auch die Kenntnis der Feuerwaffen, die Europa gegen Ende des 13. oder zu Beginn des 14. Jahrhunderts erreichte, aus dem arabisch-islamischen Kulturkreis. Wenn sie nicht direkt durch die Kreuzfahrer vermittelt wurde, so dürfte ihr Weg nach Europa über Süditalien geführt haben (s.u.V, 101).

Wahrscheinlich hat auch ein bestimmter Typ des Kompasses (s.u.III, 60) auf diesem Weg Europa erreicht. Er wird in einem um 1270 verfaßten Sendschreiben des französischen Gelehrten Petrus Peregrinus beschrieben, der seinen Beinamen als Teilnehmer an einem der Kreuzzüge erhalten hat. Er war wohl auch bei der Belagerung von Lucera im Jahre 1269 zugegen. Im heutigen Lucera in Apulien hatte Friedrich II. im Jahre 1223 seine arabische Leibwache aus Sizilien angesiedelt.<sup>365</sup> Schon zu einer Zeit, als man über den Prozeß der Rezeption der arabischen Wissenschaften weniger wußte als heute, zog man eine mögliche Beziehung der im Traktat von Peregrinus erscheinenden neuen Informationen zu arabischen Quellen in Erwä-

<sup>364</sup> s. Ernst Kantorowicz, *Kaiser Friedrich der Zweite*, 3. Aufl. Berlin 1931, Bd. 1, S. 179, Bd. 2, S. 69.

<sup>365</sup> s. Erhard Schlund, *Petrus Peregrinus von Maricourt, sein Leben und seine Schriften (ein Beitrag zur Roger Bacon-Forschung)*, in: *Archivum Franciscanum Historicum* (Florenz) 4/1911/436-455, 633-643, 5/1912/22-40, bes. S. 450, 453, 455.

gung.<sup>366</sup> Die von ihm angesprochenen Themen wie der physikalische Magnetismus, das Trägheitsgesetz und weitere Aspekte aus Optik, Astronomie und Chemie lassen sich heute unschwer in arabischen Quellen nachweisen. Das gilt auch für die beiden von Peregrinus beschriebenen Typen des Kompasses (s.u.III, 59f.). Auch der weiter entwickelte Kompaß der arabischen Nautik des Indischen Ozeans scheint im 15. Jahrhundert über Süditalien nach Europa gelangt zu sein.<sup>367</sup> Es ist bekannt, daß der Genuese Christoph Kolumbus bei seiner ersten Entdeckungsfahrt einen solchen Kompaß mit sich führte.<sup>368</sup>

Der erhaltene Überrest an illustrierten arabischen Handschriften und ihrer lateinisch-hebräischen Übersetzungen über Automaten, Maschinen, Astrolabien, Uhren, Waffen und weiteres erlaubt die Vermutung, daß zur Zeit der Kreuzzüge, als der Lesedrang in der islamischen Welt sehr stark war, solche Bücher die Aufmerksamkeit der Orientlateiner auf sich gezogen und so auch ihren Weg nach Europa gefunden haben. Für eine Beeinflussung durch illustrierte Werke war ein Verständnis der begleitenden Texte nicht immer notwendig. Im Rahmen der künftigen Erforschung des Prozesses der Rezeption der arabisch-islamischen Wissenschaften im christlich-europäischen Kulturkreis scheint mir ein Vergleich erhaltener Werke aus beiden Kulturbereichen unter diesem Aspekt vielversprechend zu sein. Bei gelegentlichem Konsultieren lateinischer und italienischer illustrierter Werke, wie derjenigen von Conrad Kyeser (1405), Mariano Taccola (1433), Leonardo da Vinci (1519), Georgius Agricola (1556),

Agostino Ramelli (1588) oder Fausto Veranzio (1615) bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß die Beeinflussung durch arabische Quellen stark gewesen sein muß.

Die Beispiele zur Vermittlung einer gewissen Vorstellung von dem zweiten, über Süditalien führenden Weg der Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften seien mit der Erwähnung von drei Gelehrten abgeschlossen, auf deren Wirken in der jüngeren Forschung hingewiesen wird. Es sind Stephanus von Antiochia (1. Hälfte 12. Jh.), Leonardo von Pisa, bekannt als Fibonacci (ca. 1170 - ca. 1240), und Theodorus von Antiochia (gest. 1250).

Stephanus von Antiochia stammte aus Pisa und ging, vielleicht als Kreuzfahrer, nach Antiochia, wo sein Onkel als Patriarch wirkte. Er lernte Arabisch und übernahm es, das von Constantinus Africanus unvollständig übersetzte Handbuch der Medizin von 'Alī b. al-'Abbās al-Mağūsī (4./10. Jh.), das zudem als eigenes Werk des Übersetzers zirkulierte, erneut zu übersetzen. Allem Anschein nach bemerkte Stephanus erst in Antiochia, als er das arabische Original kennenlernte, daß das *Liber pantegni* nicht von Constantinus Africanus war (s.o.S. 91).<sup>369</sup> In einem anderen Buch unter dem Titel *Liber Mamonis*<sup>370</sup> erscheint Stephanus als Assimilator arabischer Wissenschaften. In diesem astronomischen Buch macht er keinen Hehl daraus, daß er einem, wenn auch ungenannten, arabischen Vorgänger folgt. Bemerkenswert ist, daß die Zahlen in ihrer arabischen Form wiedergegeben werden.<sup>371</sup>

<sup>366</sup> s. Erhard Schlund, *Petrus Peregrinus*, a.a.O. S. 643; Eberhard Horst, *Der Sultan von Lucera. Friedrich II. und der Islam*, Freiburg etc. 1997, S. 46-49.

<sup>367</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 252, 325.

<sup>368</sup> Ebd. Bd. 11, S. 253; Heinz Balmer, *Beiträge zur Geschichte der Erkenntnis des Erdmagnetismus*, Zürich 1956, S. 79 ff.

<sup>369</sup> s. H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 34-37; Ch.H. Talbot in: *Dictionary of Scientific Biography*, Bd. 13, New York 1976, S. 38-39; Ch. Burnett, *Antioch as a link between Arabic and Latin culture in the twelfth and thirteenth centuries*, in: *Occident et Proche-Orient*, a.a.O. S. 1-78, bes. S. 6 ff.

<sup>370</sup> Ch.H. Haskins, *Studies in the History of Mediaeval Science*, a.a.O. S. 98-103; Ch. Burnett, *Antioch as a link between Arabic and Latin culture*, a.a.O. S. 13.

<sup>371</sup> s. R. Lemay, *De la scolastique à l'histoire par le truchement de la philologie: itinéraire d'un médiéviste*

Während man in christlichen Gelehrtenkreisen des 12. Jahrhunderts eher zum Studium des Griechischen und Hebräischen für Bibelstudien anregte, spricht Stephanus von der *arabica veritas*, in der man Nahrung sowohl für den Körper als auch für die Seele finde.<sup>372</sup>

Leonardo von Pisa, Fibonacci<sup>373</sup>, gehörte zusammen mit Theodorus von Antiochia zum Gelehrtenkreis von Kaiser Friedrich II. und gilt als «erster großer Mathematiker des christlichen Westens». Als Sohn des seit 1192 amtierenden Leiters der Pisaner Handelskolonie in Bugia (Biğāya im heutigen Algerien) hatte er die Möglichkeit, mit arabischen Gelehrten in Kontakt zu kommen und in Begleitung seines Vaters, oder auch selbständig, Reisen nach Ägypten, Syrien, Griechenland, Sizilien und Südfrankreich zu unternehmen. Nach seiner Rückkehr nach Pisa verfaßte er fünf Schriften über Arithmetik, Algebra und Geometrie. Seine Bücher waren zwar nicht die ersten, die über diese Themen in lateinischer Sprache geschrieben wurden, doch zeichnen sie sich durch Anschaulichkeit und Vielseitigkeit aus, und ihre besondere Bedeutung liegt darin, daß ihr Verfasser die linearen und quadratischen Gleichungen in einer bis zu seiner Zeit unbekanntem Vollständigkeit und Klarheit behandelt hat. Es besteht kein Zweifel daran, daß seine Quellen Übersetzungen arabischer Werke waren, und es ist auch nicht auszuschließen, daß Leonardo während seines Aufenthaltes in Algerien und beim Besuch anderer arabischer Länder auch mathematische Werke im arabischen Original kennengelernt und sie später nach Pisa mitgebracht hat. Seine Stellung in der Geschichte der Rezeption und

Assimilation der arabischen Mathematik dürfte darin zu sehen sein, daß er die Themen und Stoffe seiner arabischen Quellen, nicht ohne Hinzufügung eigenen Aufgabenmaterials, in erstaunlich gelungener Komposition dem lateinischen Leser nahegebracht hat. Dabei hat er sicherlich nicht alle ihm erreichbaren wichtigen Ergebnisse und Probleme der arabisch-islamischen Mathematik behandelt. Die hohe Qualität seiner Darstellung bezieht sich auf die Arithmetik und die Algebra auf der Basis des dezimalen Stellenwertsystems.

Fibonacci war offenbar der erste Mathematiker im Abendland, der den Begriff Null mit dem Wort *cephirum* aus arabisch *ṣifr* entlehnt hat (woraus dann italienisch *zero* geworden ist).<sup>374</sup>

Im Jahre 1202 taucht bei ihm der Bruchstrich zur Trennung von Zähler und Nenner auf, was darauf schließen läßt, daß er die Verwendung des Bruchstriches bei westarabischen Mathematikern kannte, wie sie etwa bei Abū Zakarīyāʾ Muḥammad b. ʿAbdallāh b. ʿAiyāš al-Ḥaṣṣār<sup>375</sup> (6./12. Jh.) erscheint.<sup>376</sup>

Die Erklärung dafür, daß Leonardo im Vergleich zu seinen europäischen Zeitgenossen ein viel höheres mathematisches Niveau erreicht hat, dürfte darin liegen, daß er einerseits während seines relativ langen Aufenthaltes in arabisch-islamischen Ländern Quellen kennenlernen konnte, die Europa bis dahin noch nicht erreicht hatten, und andererseits das Glück hatte, bei Kontakten mit arabisch-islamischen Mathematikern in Vorlesungen und Diskussionen auf besondere Weise seinen Verstand für die Materie zu schärfen. Die Ausnahmesituation Leonardos

*entre Europe et Islam*, in: *La diffusione delle scienze islamiche nel medio evo europeo*. Convegno internazionale dell'Accademia Nazionale dei Lincei, Rom 1987, S. 399-535, bes. S. 471-472; Ch. Burnett, a.a.O. S. 13.

<sup>372</sup> Ch. Burnett, a.a.O. S. 18-19.

<sup>373</sup> s. Kurt Vogel in: *Dictionary of Scientific Biography*, Bd. 4, New York 1971, S. 604-613.

<sup>374</sup> s. A.P. Juschkewitsch, *Geschichte der Mathematik im Mittelalter*, a.a.O. S. 351.

<sup>375</sup> s. H. Suter, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke*, Leipzig 1900, S. 197-198.

<sup>376</sup> H. Suter, *Das Rechenbuch des Abū Zakarīyāʾ el-Ḥaṣṣār*, in: *Bibliotheca Mathematica* (Leipzig) 3. Folge, 2/1901/12-40, bes. S. 19 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 77, S. 332-360, bes. S. 339); A.P. Juschkewitsch, a.a.O. S. 366.



hat Raymond Mercier<sup>377</sup> aus seiner Sicht mit folgenden Worten beschrieben: «The Latin world of the 12<sup>th</sup> century was not so privileged. Here the transmission was almost entirely through books, even when the Latin translations were made in Toledo, or elsewhere in Andalus. There must have been very little contact with the living mathematical practitioners in the Arabic or Hebrew speaking world. An exception appears to be provided by the 13<sup>th</sup> century mathematician Leonardo of Pisa (Fibonacci), who as we understand, had direct access to the mathematical community in Islamic North Africa, at Bijāya (modern Algeria). The brilliant creative work which he produced shows well what could be achieved in the Latin world when living teachers were involved. The history of Latin science from the 12<sup>th</sup> to the early 16<sup>th</sup> centuries is largely one of a struggle to transcend book learning. Only at the end of that long period do we observe Europeans as true masters of scientific subjects.»

Als dritter der Gelehrten, die zur Rezeption der arabisch-islamischen Wissenschaften auf dem Weg über Sizilien und Italien beigetragen haben, sei Theodorus von Antiochia erwähnt. Im Gegensatz zu den beiden vorgenannten Gelehrten kam er nicht aus Pisa, sondern war ein christlicher Araber, der eine Weile als Wissenschaftler und Berater in den Diensten Kaiser Friedrichs II. in Sizilien gestanden hat. Über sein Leben gibt uns der syrisch-christliche Gelehrte Abu l-Farağ Ibn al-ʿIbrī (Barhebräus, gest. 1286 n.Chr.) eine interessante Schilderung, die ein lebendiges Bild des Zusammenlebens und Zusammenwirkens von Gelehrten unterschiedlicher Religion vermittelt und zeigt, daß diese fundamentale Eigenschaft des Gelehrtentums in der islamischen Welt auch unter der Herrschaft der Kreuzfahrer noch weitergelebt hat. Die Schilderung von Barhebräus<sup>378</sup> lautet in deutscher Überset-

zung<sup>379</sup>: «Tādūrī von Antiochia [al-Anṭākī], ein jakobitischer Christ, vervollkommnete sich in Antiochia in der syrischen und lateinischen Sprache und in den Wissenschaften der Alten, reiste dann nach Mosul [al-Mauṣil] und studierte unter Kamāladdīn b. Yūnis die Werke von al-Fārābī, Ibn Sīnā, Euklid und den *Almagest*. Dann kehrte er nach Antiochia zurück, weilte aber nicht lange daselbst, weil es ihm klar geworden war, daß er in der Erlangung des Wissens hier nicht weiter käme, und begab sich zum zweiten Mal zu Kamāladdīn b. Yūnis nach Mosul und vertiefte hier noch sein Wissen. Dann begab er sich nach Bagdad, vervollkommnete sich in der Wissenschaft der Medizin, machte sich ihre Leistungen zu eigen und meisterte ihre Sonderfälle. Er wollte in die Dienste des Sultans ʿAlāʿaddīn (Kayqubād, reg. 618/1220- 634/1237) treten, aber der Sultan zeigte sich nicht geneigt. Da wandte er sich nach Armenien und trat in die Dienste Konstantins, des Sohnes von König Ḥātim (Heṭum I)<sup>380</sup>, aber er fand ihre Gesellschaft (ihren Umgang) nicht angenehm und reiste deshalb mit einem daselbst sich aufhaltenden Gesandten des Imbārūr (Imperator), des Königs der Franken, zu diesem, von dem er Wohltaten empfing und bei ihm sehr in Gunst stand. Er gab ihm sogar eine ganze Stadt mit ihrem Umland als Lehen...»

Dieser vielseitige Gelehrte mit seinen fundierten Kenntnissen in arabischen Wissenschaften scheint kurz nach seiner Aufnahme an den Hof Friedrichs II. im dort herrschenden wissenschaftlichen Lebens einen hervorragenden Rang eingenommen zu haben. Man kann be-

<sup>377</sup> *East and West contrasted in scientific astronomy*, a.a.O. S. 326.

<sup>378</sup> *Taʿrīḥ muḥtaṣar ad-duwal*, ed. Ṣālḥānī, Beirut 1890, S. 477-478.

<sup>379</sup> von H. Suter, *Beiträge zu den Beziehungen Kaiser Friedrichs II. zu zeitgenössischen Gelehrten*, a.a.O. S. 8 (Nachdr., a.a.O. S. 314) mit geringfügigen Änderungen; englische Übers. Ch. Burnett, *Master Theodore, Frederick II's philosopher*, in: *Federico II e le nuove culture*. Atti del XXXI Convegno storico internazionale, Todi, 9-12 ottobre 1994, Spoleto 1995, S. 225-285, bes. S. 228-229.

<sup>380</sup> s. Ch. Burnett, *Master Theodore*, a.a.O. S. 232.

rechtigerweise vermuten, daß er an des Kaisers Aussendung von mathematischen, naturwissenschaftlichen und philosophischen Fragen an al-Malik al-Kāmil oder Ibn Sabʿin (s.o.S. 147 ff.) wesentlich mitgewirkt hat. In diesem Sinne ist es bedeutsam, daß Leonardo von Pisa mit Theodorus über mathematische Fragen korrespondiert hat. Leonardo schickte ihm einen Brief mit Aufgaben, die auf unbestimmte Gleichungen ersten Grades führen. «Auch Theodorus hat dem Leonardo eine Aufgabe aus der unbestimmten Analytik zweiten Grades vorgelegt, die Leonardo in seinem *Liber quadratorum* gelöst hat.»<sup>381</sup> Zweifellos hat Theodorus bei der Verbreitung der Kenntnis arabischer Werke in Sizilien und Süditalien und ihrer Einführung dorthin eine wichtige Rolle gespielt. Wir wissen, daß er für den Kaiser ein Falknereibuch ins Lateinische übersetzt hat, das unter dem Titel *Moamin*<sup>382</sup> erhalten ist und weitgehend den Charakter eines tiermedizinischen Buches trägt. Das arabische Original dürfte mit dem Original<sup>383</sup> des Falkenbuches verwandt gewesen sein, das nach etwa einem viertel Jahrhundert im Auftrag von Alfonso X. ins Spanische übersetzt wurde. Es ist nicht verwunderlich, daß der Kaiser selbst, auf diese und weitere Quellen und eigene Erfahrun-

gen gestützt und unter Mitwirkung der arabischen Falkner, die er nach eigenen Worten «mit großem Kostenaufwand» an seinen Hof hatte kommen lassen, ein eigenes elegantes Werk unter dem Titel *De arte venandi cum avibus*<sup>384</sup> («Über die Kunst, mit Vögeln zu jagen») verfaßt hat.

### 3. Der Weg der Rezeption über Byzanz

Dieser Weg der Rezeption der arabisch-islamischen Wissenschaften führte vom Zentrum und vom Osten der islamischen Welt nach Byzanz und von dort weiter nach Europa. Schon vor rund 130 Jahren wurde Hermann Usener<sup>385</sup> auf Handschriften byzantinischer Übersetzungen arabisch-persischer Bücher in europäischen Bibliotheken aufmerksam.<sup>386</sup> Auch anschließend hat die Forschung hin und wieder auf Übersetzungen arabischer Bücher ins byzantinische Griechisch aufmerksam gemacht, wie etwa auf die Übersetzung der Fabelsammlung *Kalīla wa-Dimna* durch Symeon Seth<sup>387</sup> (Ende 11. Jh.n. Chr.) nach der arabischen Version, die ʿAbdallāh Ibn al-Muqaffaʿ (gest. 139/756) aus der mittelpersischen Fassung erstellt hat, oder die anonyme Übersetzung des medizinischen Buches *Zād al-musāfir* von Aḥmad b. Ibrāhīm Ibn al-Ġazzār<sup>388</sup> (gest. 369/979), deren Übersetzer eine Kenntnis weiterer arabischer Quellen ver-<sup>389</sup>

<sup>381</sup> H. Suter, *Beiträge zu den Beziehungen Kaiser Friedrichs II.*, a.a.O. S. 8 (Nachdr., a.a.O. S. 314).

<sup>382</sup> *Die Falkenheilkunde des «Moamin» im Spiegel ihrer volgarizzamenti*. Bd. 1: *Edition der neapolitanischen und der toskanischen Version mit philologischem Kommentar* von Martin-Dietrich Glessgen, Tübingen 1996 (*Zeitschrift für romanische Philologie*, Beiheft 269); vgl. Ch. Burnett, a.a.O. S. 239.

<sup>383</sup> verfaßt von Muḥammad b. ʿAbdallāh b. ʿUmar Ibn al-Bāzīyār (3./9. Jh., s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 193, Bd. 7, S. 154, 329), spanische Übersetzung *Libro de los animales que cazan*, ed. J.M. Fradejas Rueda, Madrid 1987; s. Ch. Burnett, a.a.O. S. 240.

<sup>384</sup> Mehrfach ediert und faksimiliert, früheste Ausgabe von Carl Arnold Willemsen, *Friderici Romanorum Imperatoris Secundi De arte venandi cum avibus*, 2 Bde., Leipzig 1942; Faksimile-Ausgabe Graz 1969, dazu Kommentarband von C.A. Willemsen, *Kaiser Friedrich der Zweite, Über die Kunst mit Vögeln zu jagen*, Frankfurt 1970.

<sup>385</sup> *Ad historiam astronomiae symbola*, Bonn 1876.

<sup>386</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 57.

<sup>387</sup> s. Karl Krumbacher, *Geschichte der byzantinischen Litteratur von Justinian bis zum Ende des Oströmischen Reiches (527-1453)*, 2. Aufl., München 1897 (Nachdr. New York 1970) S. 896; G. Sarton, *Introduction...*, a.a.O. Bd. 1, S. 771.

<sup>388</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 3, S. 304-307.

<sup>389</sup> s. Charles Daremberg, *Recherches sur un ouvrage qui a pour titre Zad el-Mouçafir, en arabe, Éphodes, en grec, Viatique, en latin, et qui est attribué, dans les textes arabes et grecs, à Abou Djafar, et, dans le texte latin, à Constantin*, in: *Archives des missions scientifiques et littéraires, choix de rapports et instructions* (Paris) 2/1851/490-527, bes. S. 505 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 39, S. 1-38, bes. S. 16).

Nach längerer Unterbrechung erweckte die Frage nach der Kenntnis der arabisch-islamischen Wissenschaften in Byzanz wiederum die Aufmerksamkeit von Wissenschaftshistorikern, vor allem nachdem Otto Neugebauer in der griechischen Übersetzung eines astronomischen Buches in einer Vatikanischen Handschrift die Zeichnung eines Sonnenmodells mit doppelten Epizykeln entdeckt hatte.<sup>390</sup> Das wies den Weg zur Klärung der Frage nach der seit einigen Jahren nachgewiesenen Beeinflussung des Kopernikus durch arabisch-islamische Astronomen bei seinem Versuch, das durch Ptolemaios' *Almagest* beeinträchtigte Prinzip der gleichförmigen Bewegung der Planeten wiederherzustellen.<sup>391</sup> Nach den Vorarbeiten von O. Neugebauer<sup>392</sup> und E.S. Kennedy<sup>393</sup> kamen spätere Forscher zu der Ansicht, daß einschlägige arabische und besonders auch persische Bücher über die jüngsten Planetentheorien der islamischen Astronomie ihren Weg über byzantinische Versionen nach Europa gefunden haben. Seitdem haben mehrere Studien und Texteditionen von David Pingree (Brown University), Joseph Mogenet (Louvain) und seiner Nachfolgerin Anne Tihon (ebenda) unsere Kenntnisse über die Rezeption der arabischen Astronomie und Astrologie bei den Byzantinern beträchtlich erweitert.

In einem Versuch, die bis zum Jahre 1976 gewonnenen Ergebnisse darzustellen, fragt sich Mogenet<sup>394</sup>, wie weit man bei der Haltung der

Byzantiner gegenüber der arabischen Astronomie zwischen dem 9. und dem 14. Jahrhundert ganz allgemein von Akzeptanz und wie weit von Widerstand sprechen könne. Mit seinen Mitforschern aus Louvain neigte er zu einer Periodisierung der byzantinischen Haltung in zwei Phasen, deren erste vom 9. bis zum 13. Jahrhundert und deren zweite vom 13. bis zum 14. Jahrhundert gedauert habe. In der zweiten Phase sei eine Art Renaissance im wissenschaftlichen Bereich in Erscheinung getreten, in der der Kontakt mit den arabisch-islamischen Wissenschaften entscheidend war.<sup>395</sup> Auch in der ersten Phase, die Mogenet als «traditionell» bezeichnet und in der die Astronomie weniger Interesse genossen habe als die Astrologie, hätten sich Einflüsse der islamischen Wissenschaften bemerkbar gemacht.<sup>396</sup> Seine Nachfolgerin Anne Tihon kommt bei der Charakterisierung der astronomisch-astrologischen Beschäftigung in dieser Phase zu einer in gewisser Weise differenzierenden Betrachtung, indem sie von zwei Strömungen spricht. Die erste sei von recht elementarem Niveau gewesen. Die zweite sei durch die Einführung islamischer astronomischer Tabellen gekennzeichnet.<sup>397</sup>

Das älteste bisher zu unserer Kenntnis gelangte Zeugnis für eine Bekanntschaft der Byzantiner mit arabischer Astronomie sind Scholien zum *Almagest* aus dem Jahre 1032.<sup>398</sup> Der anonyme Verfasser unternimmt darin einen kritischen Vergleich zwischen der ptolemaischen Astronomie und derjenigen der «Modernen» (νεώτεροι), womit er die arabischen Astronomen meint.<sup>399</sup>

<sup>390</sup> s. E.S. Kennedy, *Planetary theory in the medieval Near East and its transmission to Europe*, in: *Oriente e Occidente in medioevo: filosofia e scienze*. Convegno internazionale, [Roma] 9-15 aprile 1969, Rom 1971, S. 595-604, bes. S. 602.

<sup>391</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 55.

<sup>392</sup> *Studies in Byzantine astronomical terminology*, Philadelphia 1960 (Transactions of the American Philosophical Society, Bd. 50, Teil 2).

<sup>393</sup> *Late medieval planetary theory*, in: *Isis* (Baltimore) 57/1966/365-378.

<sup>394</sup> *L'influence de l'astronomie arabe à Byzance du IX<sup>e</sup> au XIV<sup>e</sup> siècle*, in: *Colloques d'histoires des sciences I* (1972) et *II* (1973). Université de Louvain, Recueil de travaux d'histoire et de philologie, série 6, 9/1976/45-55, bes. S. 45.

<sup>395</sup> Ebd. S. 46.

<sup>396</sup> Ebd. S. 48 ff.

<sup>397</sup> *Les textes astronomiques arabes importés à Byzance aux XI<sup>e</sup> et XII<sup>e</sup> siècles*, in: *Occident et Proche-Orient: Contacts scientifiques au temps des Croisades*, a.a.O. S. 313-324, bes. S. 316.

<sup>398</sup> J. Mogenet, *Une scolie inédite du Vat. gr. 1594 sur les rapports entre l'astronomie arabe et Byzance*, in: *Osiris* (Brügge) 14/1962/198-221.

<sup>399</sup> Anne Tihon, *L'astronomie byzantine (du V<sup>e</sup> au XV<sup>e</sup> siècle)*, in: *Byzantion* (Brüssel) 51/1981/603-624, bes. S. 611.

Er bedient sich der Tabellen eines Ἀλίμ, der heute als Abu l-Qāsim ‘Alī b. al-A‘lam al-Baġdādī<sup>400</sup> (gest. 375/985) identifiziert wird.<sup>401</sup>

Das zweitälteste Zeugnis stammt aus den Jahren um 1072. Es ist eine anonyme griechische Kompilation aus dem *Ziġ* von Ḥabaš al-Ḥāsib<sup>402</sup> (gest. Ende 3./9. Jh.), dem Kommentar von Aḥmad b. al-Muṭannā<sup>403</sup> (5./11. Jh.) zum *Ziġ* von Muḥammad b. Mūsā al-Ḥwārizmī<sup>404</sup> (1. Viertel 3./9. Jh.) und einem arabischen astrologischen Buch.<sup>405</sup> Der bedeutendste Aspekt dieser Handschrift dürfte darin liegen, daß hier zum ersten Mal in einem griechischen Text (zurückgehend auf den *Ziġ* von Ḥabaš) die Funktionen von Sinus und Sinus versus erscheinen.<sup>406</sup>

Eine jüngere, vom Ende des 12. Jahrhunderts stammende Kompilation, die für unser Thema äußerst aufschlußreich ist, liegt im Codex Vat. gr. 1056 vor.<sup>407</sup> In dieser Kompilation überwiegend astrologischen Inhalts erscheinen die Namen von rund zwanzig arabischen, indischen und pseudoindischen Verfassern.<sup>408</sup> Ausdrücklich werden al-Ḥwārizmī, Ḥabaš al-Ḥāsib, Kūšyār b. Labbān und die Ḥākimitischen Tabellen von

‘Alī b. ‘Abdarrahmān Ibn Yūnis zitiert. Beim Studium der Sterntafeln dieser Kompilation fand Paul Kunitzsch<sup>409</sup> einen «unbestreitbaren Hinweis auf arabisch-islamische Herkunft». Zur Nomenklatur der Sterne stellte er fest<sup>410</sup>, daß sie «zwar alle mit griechischen Ausdrücken bezeichnet» seien, doch gäben diese «häufig nicht die eigentlichen griechischen bzw. ptolemäischen Bezeichnungen wieder, sondern wörtliche Übersetzungen arabischer Namen.»

Die Kompilation enthält auch die Übersetzung einer arabischen Astrolabschrift, in der mehrere arabische Fachwörter unübersetzt in griechischer Umschrift (wie κóτπ = *qutb*) übernommen wurden.<sup>411</sup>

In diesem Zusammenhang sei auch das einzige bekannte «byzantinische» Astrolab<sup>412</sup> erwähnt. Das im Museo dell’Età Cristiana in Brescia erhaltene Instrument soll nach einem auf der Rückseite eingravierten Vermerk im Jahre 1062 für einen Konsul persischer Herkunft namens Sergios angefertigt worden sein. Es kann als sicher gelten, daß Byzantiner sich im 11. Jahrhundert bei Himmelsbeobachtungen des Astrolabiums bedienten, doch sprechen einige Momente dagegen, dieses Instrument ohne Zö-

<sup>400</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 215-216; Raymond Mercier, *The parameters of the Zij of Ibn al-A‘lam*, in: Archives internationales d’histoire des sciences (Rom) 39/1989/22-50.

<sup>401</sup> Anne Tihon, *Sur l’identité de l’astronome Alim*, in: Archives internationales d’histoire des sciences (Rom) 39/1989/3-21.

<sup>402</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 173-175.

<sup>403</sup> Ebd. S. 142.

<sup>404</sup> Ebd. S. 140-143.

<sup>405</sup> s. Otto Neugebauer, *Commentary on the astronomical treatise Par. gr. 2425*, Brüssel 1969; Alexander Jones, *An eleventh-century manual of Arabo-Byzantine astronomy*, Amsterdam 1987; J. Mogenet, *L’influence de l’astronomie arabe à Byzance*, a.a.O. S. 49-50; Anne Tihon, *Les textes astronomiques arabes importés à Byzance*, a.a.O. S. 316, 318.

<sup>406</sup> Anne Tihon, a.a.O. S. 318.

<sup>407</sup> *Catalogus codicum astrologorum graecorum*, Bd. 5, Teil 3, Brüssel 1904, S. 7-64.

<sup>408</sup> s. Anne Tihon, *L’astronomie byzantine*, a.a.O. S. 612; dies., *Tables islamiques à Byzance*, in: Byzantion (Brüssel) 60/1990/401-425, bes. S. 405-413.

<sup>409</sup> *Die arabische Herkunft von zwei Sternverzeichnissen in cod. Vat. gr. 1056*, in: Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft (Wiesbaden) 120/1970/281-287, bes. S. 282.

<sup>410</sup> Ebd. S. 282.

<sup>411</sup> s. Anne Tihon, *Tables islamiques à Byzance*, a.a.O. S. 406.

<sup>412</sup> s. O.M. Dalton, *The Byzantine astrolabe at Brescia*, in: Proceedings of the British Academy, Bd. 12, London 1926, S. 133-146, 3 Abb.; R. Gunther, *The Astrolabes of the World*, a.a.O. S. 104-108; Burkhard Stautz, *Die früheste bekannte Formgebung der Astrolabien*, in: *Ad radices*. Festband zum fünfzigjährigen Bestehen des Instituts für Geschichte der Naturwissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, ed. Anton von Gotstedter, Stuttgart 1994, S. 315-328, bes. S. 319-320; ders., *Die Astrolabiensammlung des Deutschen Museums und des Bayerischen Nationalmuseums*, München 1999, S. 11; A. Tihon, *Les textes astronomiques arabes*, a.a.O. S. 323.



gern als «byzantinisch» zu bezeichnen. Erstens wird der Fixstern  $\lambda\rho\alpha$  (Vega) auf arabische Art in Form eines Vogels (*an-nasr al-wāqī'* = «der stürzende Adler») dargestellt, wie es im Abendland seit dem 10. Jahrhundert vorkommt.<sup>413</sup> Zweitens macht die Angabe  $41^\circ$  für die Breite von Byzanz (= Konstantinopel) auf der Einlegescheibe die Datierung des Astrolabs verdächtig. Die Breite von Byzanz betrug nämlich in der ptolemäischen Geographie  $43^\circ$  und bei den frühen arabischen Geographen  $45^\circ$  und wurde erst gegen Ende des 13. Jahrhunderts in  $41^\circ$  (heute:  $41^\circ 02'$ ) korrigiert. Drittens erscheint auf der Rückseite der Mater ein vierfacher Tangensquadrant, dessen Überlappen mit der Skala am Rand den Eindruck erweckt, als sei er von späterer Hand eingetragen worden, wobei zu bedenken ist, daß die seit Ḥabaš (3./9. Jh.) bekannte Tangensfunktion erst seit der ersten Hälfte des 11. Jahrhunderts im Tangensquadrat auf der Rückseite von Astrolabien zu erscheinen beginnt. Daß die Namen der Fixsterne denen des *Almagest* entsprechen und nicht arabisch sind, enthält keinen Anhaltspunkt für das Alter des Astrolabs. Die Byzantiner waren seit langem mit dem *Almagest* und seinen Angaben vertraut. Der Präzessionswert von  $1^\circ$  für 66 Jahre jedoch, der den Positionen der 14 Sterne auf der Rete zugrundeliegt, ist arabisch-islamisch, nicht griechisch. Im Großen und Ganzen ist das Astrolabium in seinem Stil und in seinen einzelnen Elementen arabisch-islamisch, «byzantinisch» ist lediglich die Sprache der eingravierten Namen und weiteren Angaben. Es zeigt den heterogenen und anachronistischen Charakter des zeitgenössischen byzantinischen astronomischen Schrifttums.

Nachdem der Prozeß der Einführung der arabischsprachigen Astronomie in Byzanz im Laufe des 11. und 12. Jahrhunderts recht erfolgreich

verlaufen war, wurde durch den lateinischen Kreuzfahrerstaat in Konstantinopel (1204-1261) nicht nur der weitere Entwicklungsgang unterbrochen, sondern es verschwand auch das bis dahin erarbeitete Schrifttum.<sup>414</sup> Doch dauerte es nicht lange, bis sich um die Wende des 13. zum 14. Jahrhundert ein neues Interesse an arabisch-persischer Wissenschaft bemerkbar machte. Diesmal führte der Weg nach Konstantinopel von Osten her.

Unmittelbar nach der Eroberung Bagdāds im Jahre 656/1258 ließ sich Hülägü, der Enkel Čengiz Ḥāns, in der Stadt Marāga, ca. 30 km nordöstlich des Urmia-Sees, nieder und ließ dort unter der Leitung des Universalgelehrten Našīr-addīn aṭ-Ṭūsī eine große, mit Spezialbauten ausgerüstete Sternwarte errichten (s.u.II, 28 ff.). Zur Mongolenzeit besaß Marāga eine bedeutende christliche Bevölkerungsgruppe und stand in regem Verkehr mit der unter byzantinischer Herrschaft stehenden Stadt Trapezunt (Trabzon) am Schwarzen Meer, und über Trapezunt mit Konstantinopel. Der Verkehr mit diesen Städten nahm noch zu, als Abaqa Ḥān, der Nachfolger Hülägüs, im Jahre 663/1265 Tabrīz zu seiner Hauptstadt machte. Tabrīz entwickelte sich zu einem bedeutenden Zentrum der Wissenschaften, als der Universalgelehrte Rašīdaddīn Faḍlallāh aṭ-Ṭabīb (gest. 718/1318, s.o.S. 58, 61) dort unter den Ilḫānen Ġāzān (694/1295-703/1304) und Ölgāitü (703/1304-716/1316) als Großwesir wirkte. Rašīdaddīn, eine der bedeutendsten Figuren der Geistesgeschichte, wurde nicht nur zu einer legendären Gestalt seiner Zeit, sondern hat persönlich viel dazu beigetragen, Tabrīz zu einer Weltstadt und zu einem Zentrum des Handwerks und der Wissenschaften zu machen, in dem Gelehrte aus Ost und West eine Heimat und Vertreter verschiedener Kulturen eine Stätte der Begegnung finden sollten. Seine erhaltenen Werke vermitteln ein lebendi-

<sup>413</sup> Paul Kunitzsch und Tim Smart, *Short guide to modern star names and their derivations*, Wiesbaden 1986, S. 43-44.

<sup>414</sup> s. A. Tihon, *Les textes astronomiques arabes*, a.a.O. S. 324.

ges Bild vom kulturellen und wissenschaftlichen Leben der Stadt.

Über das Stadtviertel Rab<sup>ʿ</sup>-i Rašīdī oder Šahrīstān-i Rašīdī, das Rašīdaddīn selbst hat bauen lassen, erfahren wir aus seiner Stiftungsurkunde Einzelheiten, die von der rezenten Forschung bekannt gemacht wurden. Der österreichische Orientalist Karl Jahn<sup>415</sup>, der seit den vierziger Jahren des 20. Jahrhunderts die Erforschung von Leben und Werk Rašīdaddīns zu seiner Lebensaufgabe gemacht hat, berichtet über dieses Dokument unter anderem: «So geht aus erwähnter Urkunde hervor, daß die Erhaltung des Rab<sup>ʿ</sup>-i Rašīdī aus den Einkünften verschiedener frommer Stiftungen erfolgte, die Rašīd al-Dīn in Iran, aber auch in Anatolien ins Leben gerufen hatte. Besonders interessant sind jedoch die Angaben über den organisatorischen Aufbau des Rašīd-Viertels. Danach lebte und arbeitete hier unter Aufsicht der Stiftungsverwaltung eine große Anzahl von Künstlern und Handwerkern gegen Entgelt, die den verschiedensten Nationen angehörten. Außer einer beträchtlichen Anzahl Türken bestand das Gros derselben aus Griechen, Georgiern, Armeniern, Indern, Russen, Negern und Angehörigen anderer Nationen...» In den Lehr- und Forschungsanlagen studierten nach Rašīdaddīns Angaben «6000-7000 Studenten, die aus allen Teilen des Ilchanreiches stammten, auf Staatskosten und konnten sich weit mehr als 400 Wissenschaftler, die eigene Quartiere bewohnten, unbeschwert von den Sorgen des Alltages, der Forschung und dem Unterricht widmen.»<sup>416</sup>

Weitere Hinweise auf die von Rašīdaddīn geförderte bedeutende Rolle der Stadt Tabrīz im Handel und in den Wissenschaften enthält seine

Korrespondenz<sup>417</sup> mit Persönlichkeiten der islamischen und außerislamischen Welt. Wir erfahren daraus, daß er im Rab<sup>ʿ</sup>-i Rašīdī für unterschiedliche Volksgruppen Wohnstätten gegründet und seinen Sohn Ğalāladdīn, der Gouverneur eines Gebietes in Kleinasien war, damit beauftragt hat, etwa 40 griechische Familien dafür zu gewinnen, sich in dem für die Byzantiner vorgesehenen Gebiet niederzulassen. Man erfährt weiter, daß Konstantinopel und Venedig den Ilhānen eine Abgabe zu zahlen pflegten, die Rašīdaddīn zur Versorgung der Studenten verwendete.<sup>418</sup>

Ein weiteres Zeugnis für die Bedeutung von Tabrīz zu jener Zeit hat Z.V. Togan in der Mitte des vorigen Jahrhunderts in den wissenschaftlichen «Fragen und Antworten» (*al-Asʿila wa-l-ağwiba*) aus der Korrespondenz Rašīdaddīns entdeckt. Sie verdeutlichen zudem in bisher nicht gekannter Weise den engen Kontakt zwischen Byzanz und dem Reich der Ilhāne auf wissenschaftlichem Gebiet. So übertrug ein byzantinischer Philosoph und Arzt, der im Dienst von Rašīdaddīn stand, dessen Antworten auf Fragen des Basileus (wahrscheinlich Andronikos II. Palaiologos, reg. 1282-1328) aus dem Persischen ins Griechische. Dabei legte er Wert darauf, dem Kaiser den außerordentlich hohen Rang Rašīdaddīns in den Wissenschaften zu verdeutlichen indem er sagt, daß «Plato, Aristoteles und die anderen großen [griechischen] Philosophen, lebten sie heute, stolz darauf wären, zu seinen Schülern gerechnet zu werden».<sup>419</sup>

<sup>415</sup> *Tābris, ein mittelalterliches Kulturzentrum zwischen Ost und West*, in: Anzeiger der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Philologisch-historische Klasse 105, Nr. 16, Wien 1968, S. 201-211, bes. S. 208-209.

<sup>416</sup> Ebd. S. 211.

<sup>417</sup> *Mukātabāt-i Rašīdī*, ed. M. Šafīʿ, Lahore 1947, S. 63, vgl. Z.V. Togan, *Ilhanlılarla Bizans arasındaki kültür münasebetlerine ait bir vesika (A document concerning cultural relations between the Ilkhanide and Byzantiens)*, in: *İslâm Tetkikleri Enstitüsü Dergisi (İstanbul) Anhang* zu Bd. 3 (1966), S. 1\*-39\*, bes. S. 2\*.

<sup>418</sup> *Mukātabāt-i Rašīdī*, a.a.O. S. 319; Z.V. Togan, a.a.O. S. 2\*.

<sup>419</sup> Rašīdaddīn, *al-Asʿila wa-l-ağwiba*, Hds. İstanbul, Ayasofya 2180, 264b-265a; Z.V. Togan, *Ilhanlılarla Bizans arasındaki kültür münasebetlerine ait bir vesika*, a.a.O. S. 5.

Die in arabischer und persischer Redaktion erhaltenen «Fragen und Antworten» sind überwiegend philosophischen, theologischen und medizinischen Inhalts. Die persische Redaktion wurde 1966 von Z.V. Togan in Faksimile herausgegeben und mit einer kurzen Studie versehen. Eine eingehende Untersuchung der Korrespondenz ist mir nicht bekannt.

Seit dem Versuch H. Useners (s.o.S. 154) konzentriert sich die neuere Erforschung der byzantinischen Wissenschaftsgeschichte weitgehend auf die Gebiete Astronomie und Astrologie. Die Untersuchungen aus der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts haben uns vor allem über die Übersetzungswelle astronomischer Werke aus dem Persischen unterrichtet, die in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts stattgefunden hat. Viele der übersetzten Werke wurden inzwischen ediert oder untersucht.<sup>420</sup>

Die Übersetzungsbewegung aus dem Persischen ins Griechische bezeichnete George Sarton im Jahre 1947 als «persische Renaissance», die man aber auch «arabisch» nennen könne<sup>421</sup>. Karl Krumbacher<sup>422</sup> sah darin «eines der merkwürdigsten Beispiele litterarischer Rückwanderung». Erst durch arabisch-persische Vermittlung hätten die Griechen die Weisheit ihrer eigenen Verfahren wieder kennengelernt. Joseph Mogenet<sup>423</sup> spricht von einer Art Renaissance auf wissenschaftlichem Gebiet im 13. und 14. Jahrhundert, bei der die Kontakte mit der arabisch-persischen Wissenschaft sehr wichtig waren.

<sup>420</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 56-57; Anne Tihon, *Les tables astronomiques persanes à Constantinople dans la première moitié du XIV<sup>e</sup> siècle*, in: Byzantion (Brüssel) 57/1987/471-487, 4 Abb.; dies., *Tables islamiques à Byzance*, in: Byzantion (Brüssel) 60/1990/401-425; dies., *Traité byzantins sur l'astrolabe*, in: Physis (Florenz) 32/1995/323-357.

<sup>421</sup> G. Sarton, *Introduction*..., a.a.O. Bd. 3, Teil 1, S. 63.

<sup>422</sup> *Geschichte der byzantinischen Litteratur*, a.a.O. Bd. 1, S. 622.

<sup>423</sup> *L'influence de l'astronomie arabe à Byzance du IX<sup>e</sup> au XIV<sup>e</sup> siècle*, a.a.O. S. 54.

Die bisher bekannten astronomischen Werke der Byzantiner, deren Verfasser auf den aus dem Persischen übersetzten Werken mit ihren Tabellen, Beschreibungen von Astrolabien etc. aufbauen, bedeuten de facto nicht nur eine literarische Rückwanderung, wie Krumbacher meinte. Es fällt jedoch auf, daß keines der erwähnten Werke, mit Ausnahme des von Neugebauer im Vatikan entdeckten Anonymus, auf die neuen, aptolemaiischen Planetenmodelle Bezug nimmt, die in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts und später die persischen und arabischen Astronomen beschäftigt haben. Daß einige dieser neuen Planetentheorien spätestens in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts Osteuropa erreicht haben<sup>424</sup> und Kopernikus bekannt geworden sind, wurde längst nachgewiesen (s.o.S. 53f.). Das Urteil<sup>425</sup>, daß auf byzantinischer Seite ein Mangel an Kritik und ein Mangel an tieferem Verständnis für die arabisch-islamische Astronomie bestanden habe, kann zutreffen, und diese Mängel können der wahre Grund dafür sein, daß die arabische Astronomie bei den Byzantinern nicht Fuß gefaßt hat. Es kommt hinzu, daß nicht wenige Byzantiner starr an der Wiederherstellung der ptolemaiischen Astronomie festgehalten haben.<sup>426</sup>

Die Bedeutung dieses dritten Weges der Rezeption der arabisch-islamischen Wissenschaften war keineswegs auf die Übersetzung persischer Werke ins Griechische beschränkt. Persönliche Kontakte zwischen Italien, Mittel- und Osteuropa und Persien erhöhten die Wirksamkeit der Rezeption und ermöglichten es, daß die jüngsten Errungenschaften der östlichen islamischen Welt ohne viel Verzug das Abendland erreichen konnten. So gelangte beispielsweise die fortschrittliche Regenbogentheorie von Kamālādīn al-Fārīsī um die erste Dekade des 14.

<sup>424</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 56.

<sup>425</sup> Anne Tihon, *Un traité astronomique chypriote du XIV<sup>e</sup> siècle*, in: Janus (Leiden) 64/1977/279-308, 66/1979/49-81, 68/1981/65-127, bes. S. 109.

<sup>426</sup> Ebd. S. 109.

Jahrhunderts mit großer Wahrscheinlichkeit auf diesem Wege zur Kenntnis Dietrichs von Freiberg (s.u.III, 169ff.). Wir können uns auch vorstellen, daß das *Kitāb aš-Šakl al-qatṭā'* von Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī (gest. 672/1274), in dem er die Trigonometrie als selbständige Disziplin etabliert hat, auf diesem Weg nach Europa gelangte, wo es zur Entstehung von *De triangulis omnimodis* von Johannes Regiomontanus (1436-1476) geführt hat (s.u.III, 135f.). Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī verbrachte nämlich die letzten sechzehn Jahre seines Lebens in Marāḡa, wo er die neu gegründete Sternwarte leitete, und Marāḡa und Tabrīz waren noch im 14. Jahrhundert von Byzantinern und weiteren christlichen Asienreisenden oft besuchte Orte. In diesem Zusammenhang ist es aufschlußreich, daß das Original eines Himmelsglobus der Sternwarte von Marāḡa schon früh nach Europa gelangte und sich seit 1562 in Dresden befindet (s.u.II, 52). Mit unserer Vermutung, daß das Trigonometriebuch von Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī auf dem Weg über Byzanz den Westen erreicht haben könnte, ist nicht unbedingt gemeint, daß es dort bereits übersetzt wurde. Seit der Bedrohung und nach der Eroberung Konstantinopels durch die Osmanen hatte sich ein neuer Weg angebahnt, dessen Abzweigungen nach Rom, Norditalien, Ost- und Mitteleuropa führten. Auf diesen Bahnen wurden Bücher im Original und in Übersetzung transportiert sowie Instrumente und Karten, vor allem aber Kampfgeist gegen den Islam und für die Wiederherstellung einer Vormachtstellung der alten griechischen Wissenschaften. Die bekannteste Figur unter den Eiferern war Kardinal Bessarion, der ehemalige Patriarch von Konstantinopel. Während seiner Reisen durch Europa traf er in Wien auch mit G. Peurbach und J. Regiomontanus zusammen und veranlaßte den letzteren, den *Almagest* des Ptolemaios zu bearbeiten. Daß diese Bearbeitung überwiegend Leistungen arabischer Astronomen vermittelt, zeigt uns, daß Bessarion vergeblich versucht hat, das Rad der Geschichte der Wissenschaften zurückzudrehen.<sup>427</sup>

## Schlußwort

Zunächst war an eine kurze Einleitung gedacht, um dem Benutzer des vorliegenden Kataloges nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung eine allgemeine Vorstellung von der Stellung der arabisch-islamischen Wissenschaften in der Universalgeschichte der Wissenschaften zu geben. Dabei war mir bewußt, daß ein solches Unternehmen mit allerlei Gefahren verbunden ist. Einerseits befindet sich die einschlägige Forschung trotz einer relativ langen Entwicklung noch in einem so jungen Stadium, daß man glauben könnte, auf Grund der bisher erzielten, überschaubar erscheinenden Ergebnisse eine einigermaßen angemessene Darstellung erreichen zu können. Andererseits ist das bisher von der Forschung Erreichte doch so umfangreich, daß man sich bei einem ersten Versuch der Gefahr aussetzt, nur einen Teil erfassen und vermitteln zu können. Hinzu kommen die Schwierigkeiten, die bei der Auswahl der aufzunehmenden Stoffe und Probleme auftreten. Auch begleiteten mich bei diesem Versuch von Anfang an zwei widerstreitende Gefühle. Das eine besagt, daß sich die bisher gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen einer knappen Einleitung nicht erschöpfend behandeln lassen, das zweite besteht in der Befürchtung, daß durch eine ausführlichere Behandlung dieser Thematik die weitere Bearbeitung der vor rund fünfzehn Jahren vorbereiteten und in Kladden bereit liegenden Bände der *Geschichte des arabischen Schrifttums* über Geographie und Literatur eine weitere Verschiebung erleiden würde. Daher verzichtete ich auf eine ausführliche Erörterung des Prozesses der Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften im Abendland über das 13. Jahrhundert hinaus, die mir einen eingehenden Vergleich zwischen den beiden Kulturen erlaubt hätte im Hinblick auf ihre Grundverfahren oder Grundwerte wissenschaftlicher Arbeit wie Experimentierkunst, kontinuierliche, langjährige Beobachtungspraxis in der Astronomie, die Be-

<sup>427</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 58.



deutung von Kritik, die Praxis genauer Quellenangaben, die Anerkennung der Leistungen der Vorgänger, der Begriff des Entwicklungsgesetzes und anderes mehr. Diese Aspekte sollen in einem anschließenden dritten Teil zur Sprache kommen, in dem die Frage nach dem Ende der Kreativität im Islam gestellt wird.

Durch die Eroberung eines wesentlichen Teils des Mittelmeerraumes und Persiens in der ersten Hälfte des ersten Jahrhunderts des Islam (7. Jh. n.Chr.) erhielten die Muslime die Möglichkeit, die meisten bedeutenden Kulturzentren unter ihre Oberhoheit zu bringen. Die große wissenschaftshistorische Fügung, daß die Kulturträger jener Zeit, ob Christen, Juden, Sabier oder Zoroastrier, und gleichviel, ob sie konvertiert waren oder nicht, mit den Eroberern weiter zusammen leben und ihre wissenschaftlichen Arbeiten fortsetzen konnten und von den neuen Herren sogar darin gefördert wurden, kann nicht hoch genug bewertet werden. Weitgehend auf Grund dieses harmonischen Zusammenlebens von Angehörigen unterschiedlicher Kultur und Religion entstand in der islamischen Welt eine Lehrer-Schüler-Beziehung, wie sie das europäische Mittelalter in dieser Form nicht gekannt hat. Sie bewirkte geschwindes und gründliches Lernen, verhinderte Plagiate und bildete damit für Jahrhunderte eine der wichtigsten Eigenschaften des islamischen Gelehrtentums. Daß diese Stärke des arabisch-islamischen Kulturkreises der lateinischen Welt in ihrem Prozeß der Rezeption und Assimilation bis zum Beginn des 16. Jahrhunderts fehlte, hat vielleicht zum ersten Mal Raymond Mercier<sup>428</sup> zur Sprache gebracht.

Schon im 2./8. Jahrhundert stehen wir vor einer voll ausgebildeten arabischen Philologie, die zum Aufbau oder Ausbau weiterer Disziplinen das nötige Rüstzeug bereitstellen konnte. Ohne Zusammenspiel mit einer frühzeitig entwickel-

ten Philologie wäre die bekannte Perfektion und Souveränität, die wir von der Übersetzung griechischer Werke ins Arabische aus der ersten Hälfte des 3./9. Jahrhunderts kennen, undenkbar gewesen.

Es gehört zu den erstaunlichsten Erscheinungen der Wissenschaftsgeschichte, daß man in der Chemie – Alchemie schon nach einem einzigen Jahrhundert die Rezeptions- und Assimilationsphase beenden und zur Kreativität übergehen konnte.

Der Rezeptions- und Assimilationsprozeß der meisten übrigen naturwissenschaftlichen Disziplinen war gegen Ende des 2./8. Jahrhunderts so weit fortgeschritten, daß auch sie an der Schwelle der Kreativität standen. Mit diesem Prozeß ging die qualitativ hohe und quantitativ breite Entwicklung der Geisteswissenschaften einher. Ein solcher Aufschwung wäre sicherlich undenkbar gewesen, wenn, wie Franz Rosenthal in anderem Zusammenhang betont hat, der Islam «nicht von Anfang an die Rolle des Wissens (*'ilm*) als Haupttriebkraft des religiösen und damit des gesamten menschlichen Lebens in den Vordergrund gestellt hätte» (s.o.S. 5). Die rasche Aneignung der fremden Wissensgüter und ihre weitere Gestaltung hängt aber auch wesentlich damit zusammen, daß sich die Angehörigen der älteren Kulturen von vornherein von den Muslimen akzeptiert und geschätzt fühlen konnten.

Soweit wir es nach den bisherigen Forschungsergebnissen beurteilen können, scheint die Kreativität auf den Gebieten der Natur- und der exakten Wissenschaften um die Mitte des 3./9. Jahrhunderts – in Einzelfällen auch schon früher – eingesetzt zu haben und der Rezeptions- und Assimilationsprozeß gegen Ende des Jahrhunderts abgeschlossen gewesen zu sein. Die Kreativität setzte sich auf allen Gebieten mit einer verfolgbaren, wenn auch nicht immer linearen Intensität und sogar mit der Etablierung neuer Gebiete der Wissenschaften bis ins 15. Jahrhundert, im einzelnen auch bis zum Ende des 16. Jahrhunderts, fort.

<sup>428</sup> *East and West contrasted in scientific astronomy*, in: *Occident et Proche-Orient*, a.a.O. S. 325-342, bes. S. 325-326.

In einer frühen Phase der Erforschung der arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte bildete sich die Gewohnheit heraus, von einer «goldenen Periode» dieser Wissenschaften zu sprechen, die bereits in der ersten Hälfte des 5./11. Jahrhunderts beendet gewesen sei. Mit dieser Vorstellung hängt eine weitere zusammen, nach der mit dem Sturz des Abbasidenreiches durch die Mongolen im Jahre 656/1258 eine Periode der Stagnation der arabisch-islamischen Wissenschaften eingesetzt habe. Zwar befinden sich beide Vorstellungen längst nicht mehr im Einklang mit dem Stand der Forschung, doch machen sie nach wie vor von sich reden. In Wirklichkeit erweisen sich das 13., 14. und auch noch das 15. Jahrhundert in den arabisch-islamischen Wissenschaften als Zeitraum zahlreicher Entdeckungen, Erfindungen und der Begründung neuer Wissensgebiete.

Als die Wissenschaften im arabisch-islamischen Kulturraum noch in der ersten Phase ihrer Aufwärtsentwicklung standen, begannen sie, in der zweiten Hälfte des 4./10. Jahrhunderts, von Spanien aus ihren Weg ins außerspanische Europa zu finden. Die Bezeichnung dieser Strömung, die mehrere Jahrhunderte angedauert hat, als Rezeption und Assimilation der arabischen Wissenschaften in Europa, bürgerte sich in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein. Heinrich Schipperges, der der Vater dieser Benennung sein dürfte, gebrauchte sie nahezu gleichbedeutend mit dem Begriff «Arabismus».<sup>429</sup> Die schwankende Beurteilung des Wertes der arabisch-islamischen Wissenschaften für Europa, die sich in ihrer Widersprüchlichkeit durch die Jahrhunderte verfolgen läßt, dauert noch an. Nicht, daß die Forschung noch nicht so weit wäre, dem Wissenschaftshistoriker genügend relevante Anhaltspunkte zu einer gerechten Sicht der Dinge bereitzustellen, doch wirkt der schon gegen Ende des 13. Jahrhunderts einsetzende Antiarabi-

bismus immer noch nach und wird durch die eurozentrische Einstellung der letzten drei Jahrhunderte wieder verstärkt. Eine lehrreiche Darstellung des Antiarabismus verdanken wir Heinrich Schipperges, der seine im Jahre 1961 erschienene Arbeit<sup>430</sup> als Vorstudie bezeichnet; eine bessere wurde jedoch noch nicht vorgelegt. Das Phänomen des Arabismus selbst, abgegrenzt gegen den Begriff Arabistik, beschreibt er als eine «Erscheinung, die auf die Jahrhunderte mächtig eingewirkt hat und noch weiterwirkt, ohne die wir den Aufbau der modernen Welt nicht begreifen werden»<sup>431</sup>.

Schipperges hat sich in mehreren Arbeiten um eine annäherungsweise Grenzziehung zwischen den verschiedenen Stadien des Arabismus bemüht, dessen Ende er nach 1700 sieht,<sup>432</sup> ohne ein Weiterwirken auf dem Gebiet der Medizin bis ins 19. Jahrhundert auszuschließen.<sup>433</sup> An dieser Stelle sei erwähnt, daß Schipperges bei seinen Studien in spanischen Bibliotheken im Jahre 1967 unter 200 lateinischen Handschriften Bücher von nicht weniger als 60 kaum bekannten spanischen Ärzten entdeckt hat und sich davon überzeugen konnte, daß die «spanischen Arabisten» des 13. bis 17. Jahrhunderts «nicht allein einen Einfluß auf die iberischen Schulen ausgelöst» hätten, «sondern darüber hinaus auf die europäischen Universitäten.»<sup>434</sup> Bei einer weiteren Forschungsreise durch spanische Bibliotheken fand er «im spanischen Raum bis weit ins 17. und 18. Jahrhundert hinein einen an Avicenna orientierten Galenismus».<sup>435</sup>

<sup>430</sup> *Ideologie und Historiographie des Arabismus*, Wiesbaden 1961.

<sup>431</sup> Ebd. S. 5.

<sup>432</sup> s. z.B. *Handschriftenstudien in spanischen Bibliotheken zum Arabismus des lateinischen Mittelalters*, in: Sudhoffs Archiv (Wiesbaden) 52/1968/3-29, bes. S. 27-28; ders., *Arabische Medizin im Mittelalter*, a.a.O. S. 150.

<sup>433</sup> *Handschriftenstudien*, a.a.O. S. 22.

<sup>434</sup> Ebd. S. 27.

<sup>435</sup> *Zur Wirkungsgeschichte des Arabismus in Spanien*, in: Sudhoffs Archiv 56/1972/225-254, bes. S. 248.

<sup>429</sup> H. Schipperges, *Arabische Medizin im lateinischen Mittelalter*, Heidelberg 1976, S. 149.

Wenn wir nun, abweichend von Schipperges' feinstufigen Stadien des «europäischen Arabismus» in einer gröberen Periodisierung den Beginn des Stadiums suchen, in dem sich in Europa infolge ausreichend langer Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften eine Kreativität bemerkbar machte, so werden wir zu den Anfängen des 16. Jahrhunderts geführt. Es ist mir bewußt, daß allein das Artikulieren einer solchen Aussage manche Gemüter erregen wird. Die Erforschung der Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften ist jedoch seit den verdienstvollen Pionierarbeiten der unermüdlichen Gelehrten Jean-Jacques Sédillot, Louis-Amélie Sédillot, Joseph-Toussaint Reinaud, Franz Woepcke, Michael Jan de Goeje, Eilhard Wiedemann, Carl Schoy, Heinrich Suter und anderen aus dem 19. Jahrhundert und dem ersten Drittel des 20. Jahrhunderts so weit gediehen und hat uns so viel beweiskräftiges Material an die Hand gegeben, daß wir, in Wahrnehmung unserer Verantwortung, jeden Versuch unternehmen müssen, eine Revision der herkömmlichen Beurteilung unseres Faches in der Historiographie der Wissenschaften zu erreichen.

Mit der Ansicht, den Beginn der Kreativität in Europa in die Anfänge des 16. Jahrhunderts zu verlegen, weichen wir freilich vom gängigen Weg der Historiographie der Wissenschaften ab, was die Registrierung einer Reihe von Errungenschaften als Leistung der sogenannten «Frührenaissance» angeht, zu denen der Ursprung der Universitäten in Europa gehört, die Anwendung der Mathematik auf naturwissenschaftliche Probleme bei Roger Bacon (ca. 1219 - ca. 1292), die erste richtige Erklärung der Entstehung des Regenbogens bei Dietrich von Freiberg (ca. 1250 - ca. 1310), oder auch die Levi ben Gerson (1288-1344) zugesprochenen Leistungen der Erfindung der camera obscura, des sphärischen Sinussatzes und des Beweises für das Parallelpostulat sowie die Etablierung der Trigonometrie als selbständige Disziplin von Johannes Regiomontanus (1436-1476).

Was die Gründung der Universitäten angeht, so ist es nicht verwunderlich, daß die ältesten von ihnen im ersten Drittel des 13. Jahrhunderts in Assimilationszentren der arabisch-islamischen Wissenschaften wie Neapel (1224), Padua (1222), Paris (1219), Toulouse (1229), Montpellier (1239) oder Palencia (1212) entstanden sind.<sup>436</sup> In seiner aus nicht-arabistischer Sicht verfaßten Studie kam Herbert Grundmann<sup>437</sup> zu dem Schluß: «Die Universitäten sind ohne bewußtes Vorbild spontan aus Wissensdrang entstanden», nachdem er darauf hingewiesen hat, sie seien uns «so gewohnt geworden, daß man allzu selten bedenkt, wie ungewöhnlich, erstaunlich und erklärungsbedürftig ihr Ursprung inmitten des abendländischen Mittelalters» gewesen sei.<sup>438</sup> Schipperges<sup>439</sup> nahm dazu wie folgt Stellung: «Wir können Grundmann nur bedingt recht geben, wenn er die Universitäten ohne bewußtes Vorbild, spontan, aus Wissensdrang entstanden sieht. Wenn schon kein griechisches, römisches oder byzantinisches Vorbild, – warum ist dann nicht nach dem arabischen Modell gefragt worden, nach jener Mittlerkultur des Mittelalters mit ihrem genuinen Katalysator, der das Erbe der Antike für die Universität aktualisiert hat?» Von arabischen Vorbildern erwähnt Schipperges<sup>440</sup> die im Jahre 457/1065 in Bagdad gegründete al-Madrasat an-Nizāmiya: «Wir besitzen detaillierte Pläne ähnlicher Schulgebäude. Sie waren als Viereck mit einem Garten

<sup>436</sup> s. H. Schipperges, *Einflüsse arabischer Wissenschaft auf die Entstehung der Universität*, in: Nova Acta Leopoldina (Halle), 27/1963/201-212, bes. S. 210.

<sup>437</sup> *Vom Ursprung der Universität im Mittelalter*, Berlin 1957 (Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Philol.-histor. Klasse Bd. 103, Heft 2), S. 63; H. Schipperges, *Einflüsse arabischer Wissenschaft*, a.a.O. S. 201.

<sup>438</sup> H. Grundmann, *Vom Ursprung der Universität*, a.a.O. S. 17.

<sup>439</sup> *Einflüsse arabischer Wissenschaft*, a.a.O. S. 211.

<sup>440</sup> Ebd. S. 108-109 mit Verweis auf Asad Talas, *L'enseignement chez les Arabes. La madrasa Nizamiyya et son histoire*, Paris 1939.

angelegt, enthielten Hörsäle und Konferenzzimmer, eine zentrale Bibliothek mit allen technischen Gliederungen, Depots und Magazine... Die Ernennung der Professoren erfolgte durch einen Ministerialerlaß. Antrittsvorlesungen fanden statt im Beisein hoher Würdenträger mit anschließendem Disput zu Ehren des Neuberufenen, oft auch im Beisein des Kalifen. Anschließend gab der neue Dozent ein Festbankett. Im Unterricht selbst waren es diese Professoren, die die typisch scholastischen Diskussionen zu organisieren hatten, als Assistenten fungierten die sogenannten Repetitoren. Die Nizāmiyya in Bagdad ist es denn auch gewesen, die seit der Mitte des 11. Jahrhunderts einen Generalplan in das islamische Hochschulwesen gebracht hat.»

«Den Reflex dieser bedeutenden Schulgründung kann man an einer späteren Bagdader Akademie noch recht genau ablesen, der berühmten Madrasa Mustanširiyya. Im Jahre 1227 wurde sie unter dem Kalifen al-Mustanšir ins Leben gerufen. Der Bau, am linken Ufer des Tigris gelegen, wurde 1232 vollendet und umfaßte vier große Komplexe, darunter ein besonderes Gebäude für den Unterricht in der Medizin, der Pharmazie und der Naturwissenschaften. Angeschlossen waren ein Hospital, eine zentrale Küche, Bäder und Depots» (vgl. Kapitel Architektur, Bd. V, 65 f.).

«Unter den Unterrichtsfächern fällt die starke Akzentuierung der exakten Wissenschaften auf: neben Religion und den Sprachen sind als Unterrichtsfächer die Mathematik und die Medizin besonders genannt, im einzelnen werden noch Geometrie, Naturkunde, Pharmazie und Hygiene aufgeführt. Welche Bedeutung einer solchen Schule zugemessen wurde, zeigt die Tatsache, daß sie beim Mongoleneinfall im Jahre 1258 zwar teilweise zerstört wurde, von den Eroberern selbst aber bald wieder aufgebaut und reorganisiert worden ist.»

Schipperges<sup>441</sup> fügt hinzu: «Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß derartige renommierte

Akademien bei der stürmischen Rezeption der Bildungstoffe seit der Mitte des 12. Jahrhunderts und bei der lebhaften ostwestlichen Peregrination der jungen Wissenschaftler im Abendland auch in ihren äußeren Formen bekannt geworden sind.»

Es gab mehrere Möglichkeiten und Wege, in Europa von den Universitäten des arabisch-islamischen Kulturraumes zu erfahren. Für eine Übernahme dieser Institution jedoch war die Aufnahmebereitschaft und Reife erforderlich, die im abendländisch-christlichen Kulturkreis durch die Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften erreicht worden war. Den überzeugendsten Anhaltspunkt dafür gibt uns die von Kaiser Friedrich II. im Jahre 1224 in Neapel gegründete Universität. Sie war die erste in Europa entstandene Staatsuniversität<sup>442</sup> und entsprach damit ihrer Vorgängerin *an-Nizāmiyya* in Bagdad und vielen anderen im islamischen Kulturraum. Daß Friedrich II. mit der arabisch-islamischen Welt in enger Beziehung stand und ein Bewunderer und Anhänger ihrer Kultur und Wissenschaften war, ist weithin bekannt (s.o.S. 148 ff.).

Der zweite oben erwähnte Punkt betrifft Roger Bacon. Nicht nur in seinem Fall ist die Historiographie der Wissenschaften nach wie vor mit längst veralteten, unter eurozentrischen Anschauungen entstandenen Vorstellungen behaftet. Die Bezeichnung Roger Bacons als Begründer einer Anwendung der Mathematik auf naturwissenschaftliche Probleme geht auf Kosten seiner arabischen Vorgänger, darunter Ibn al-Haiṭam.<sup>443</sup> An arabische «Vorbilder, aber ohne sie zu erreichen, hat R. Baco angeknüpft, als er seine allgemeinen Betrachtungen über das Experi-

<sup>442</sup> H. Grundmann, *Vom Ursprung der Universität*, a.a.O. S. 13-14.

<sup>443</sup> s. E. Wiedemann, *Roger Bacon und seine Verdienste um die Optik*, in: *Roger Bacon Essays*, contributed by various authors, Oxford 1914, S. 185-203, bes. S. 186-187 (Nachdr. in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften* Bd. 2, S. 770-788, bes. S. 771-772).

<sup>441</sup> *Einflüsse arabischer Wissenschaft*, a.a.O. S. 209.



ment als Grundlage der naturwissenschaftlichen Forschung anstellte. Er hat diese Methode aber nicht begründet, sondern nur sie systematisch dargestellt, freilich in einer etwas anderen Auffassung als dies die Araber getan. Er ist ebensowenig der Schöpfer der experimentellen Methode, wie Bacon von Verulam [1561-1626] derjenige der induktiven, so gerne auch die Engländer beides ihren Landsleuten zuschreiben möchten.»<sup>444</sup> Gegen Ende des 19. Jahrhunderts stellte P. Mandonnet<sup>445</sup> fest, Roger Bacon habe alle seine wissenschaftlichen Ideen von den Arabern übernommen.

«Bei aller kritischen Einstellung ist Roger Bacon doch maßgeblich von den arabischen Denkern, insbesondere von Averroes und Avencebrol, beeinflußt worden. Mit Unrecht hat man ihn zu einem Vorläufer moderner wissenschaftlicher Verfahren machen wollen; die Unentschiedenheit Rogers mag dieses Urteil eher bestimmt haben als eine wirklich unabhängige geistige Haltung» schrieb H. Schipperges<sup>446</sup> im Jahre 1961.

Zur Frage nach der vorzüglichen Regenbogen-theorie, die in Europa im ersten Zehntel des 14. Jahrhunderts durch Dietrich von Freiberg bekannt wurde, in Wirklichkeit aber aus dem arabisch-islamischen Kulturbereich stammt, begnüge ich mich damit, auf die einschlägigen Ausführungen in dieser Einführung (s.o.S. 56f.) und im Kapitel Optik unseres Kataloges (s.u. III, 169f.) zu verweisen.

Was die Levi ben Gerson (1288-1344) zuge-sprochenen Leistungen (o.S. 163) angeht, so sei

im Falle der camera obscura<sup>447</sup> gesagt, daß er darin Ibn al-Haiṭam gefolgt ist (s. Kapitel Optik, III, 184ff.). Beim sphärischen Sinussatz<sup>448</sup> muß er Quellen benutzt haben, die ihn mit seinen arabischen Vorgängern in Verbindung brachten (vgl.o.III, 135f.) und bei seinem Versuch, das Parallelenpostulat zu beweisen (vgl.o.III, 126f.), den er als erster in Europa unternahm, war er ein weiteres Mal von seinem Vorgänger Ibn al-Haiṭam abhängig.<sup>449</sup>

Im Falle der angeblichen Begründung der Trigonometrie als selbständige Disziplin durch Johannes Regiomontanus sei gesagt, daß dieser hierin Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī zum Vorgänger hatte (s.o.S. 160).

Sehen wir von dem Fortschritt ab, den Gutenberg um 1450 durch die Entwicklung des Buchdruckes erzielt hat, so bleibt die Entscheidung des Kopernikus für das heliozentrische System ein weiteres Zeichen abendländischer Kreativität. Das heliozentrische System wurde bereits von Aristarch (3. Jh.v.Chr.) und Seleukos (2. Jh.v.Chr.) erdacht und auch von arabischen Astronomen und Philosophen in Betracht gezogen, die sich aber teils nicht dafür entscheiden konnten und sich teils auch mit der Rotation der Erde begnügt haben (s.o.S. 20). Man sollte jedenfalls nicht vergessen, daß, mit den Worten von Carlo Alfonso Nallino<sup>450</sup>, das Kopernikanische System «länger als ein Jahrhundert eine rein philosophische Frage bildete, ohne Interesse für die beobachtende Astronomie, die zu seiner Stütze keinen einzigen entscheidenden oder wichtigen Beweisgrund hätte beibringen können». Auch der bedeutendste europäische Astronom, Tycho

<sup>444</sup> E. Wiedemann, *Die Naturwissenschaften bei den orientalischen Völkern*, in: *Erlanger Aufsätze aus erster Zeit*, Erlangen 1917, S. 49-58, bes. S. 58 (Nachdr. in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften* Bd. 2, S. 853-862, bes. S. 862).

<sup>445</sup> *Les idées cosmographiques d'Albert le Grand et de S. Thomas d'Aquin et la découverte de l'Amérique*, in: *Revue Thomiste* (Paris) 1/1893/46-64, 200-221; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 217.

<sup>446</sup> *Ideologie und Historiographie des Arabismus*, a.a.O. S. 11.

<sup>447</sup> s. G. Sarton, *Introduction* Bd. 3, S. 602.

<sup>448</sup> A. von Braunmühl, *Vorlesungen über Geschichte der Trigonometrie*, a.a.O. Bd. 1, S. 126; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 56.

<sup>449</sup> A.P. Juschkewitsch und B.A. Rosenfeld, *Die Mathematik der Länder des Ostens im Mittelalter*, a.a.O. S. 151; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 5, S. 60.

<sup>450</sup> *Astronomie*, in: *Zyklusopädie des Islām*, Bd. 1, Leiden und Leipzig 1913, Sp. 519b.

Brahe (1546-1601), konnte sich nicht für dieses System entscheiden. Er begnügte sich mit der Vorstellung, daß die oberen Planeten Trabanten der Sonne seien und die Sonne mit dem Mond zusammen um die Erde kreise.<sup>451</sup> Es wurde bereits davon gesprochen, daß Kopernikus (1473-1543) in einer Tradition der Abhängigkeit von arabischen Astronomen gestanden und deren Planetenmodelle übernommen hat. In der beobachtenden Astronomie wurde ein Fortschritt erst möglich, als man in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts begann, Sternwarten in den Dienst der Astronomie zu stellen, was bereits seit sechshundert Jahren im arabisch-islamischen Kulturkreis üblich war. Es war Tycho Brahe, der den ersten bekannten Fortschritt durch die Bestimmung der dritten Mondungleichheit oder Mondvariation vollbrachte. Es sei aber angemerkt, daß etwa die Hälfte dieser Variation schon bei arabischen Astronomen in der Gleichung der Anomalie des Mondes enthalten war.<sup>452</sup>

Freilich bedeuten die von Kopernikus in der theoretischen und von Tycho Brahe in der beobachtenden Astronomie verzeichneten Fortschritte nicht, daß die Ära der Abhängigkeit von den arabisch-islamischen Gelehrten damit zu Ende war. Sogar Johannes Kepler (1571-1630) war noch abhängig von seinen arabisch-islamischen Vorgängern. Aus dem Gebiet der Astronomie sei erwähnt, daß die deduktive Erklärung der Merkurbahn als Oval, wie sie der andalusisch-arabische Gelehrte az-Zarqālī (Ende 5./11. Jh.) gegeben hatte, der Erklärung der Marsbahn bei Kepler ähnelt.<sup>453</sup> Kepler zeigte auch großes Interesse an dem von az-Zarqālī erzielten Wert des Sonnenapogäums, des Punktes der größten Erdferne der Sonne (s.o.S. 34). Auch Koperni-

kus kannte das von az-Zarqālī entwickelte Sonnenmodell. Er bezeichnete es als eine «hübsche Erfindung» und verwendete es in seiner eigenen Theorie.<sup>454</sup>

Die Abhängigkeit europäischer Gelehrter von Leistungen des arabisch-islamischen Kulturkreises, die sich noch in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts zeigt, beschränkte sich nicht auf die Astronomie, sondern gilt für fast alle Gebiete der Wissenschaften. Die Bekanntschaft der Europäer mit der im arabisch-islamischen Kulturraum gepflegten, bereits im 4./10. Jahrhundert glänzenden Anthropogeographie hat beispielsweise erst spät eingesetzt. Sie erfolgte in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts durch die oben (S. 77) erwähnte, unter dem Namen Leo Africanus bekannte Beschreibung Afrikas. Abgesehen von der Nachwirkung durch ihre Karten, die schon im 13. Jahrhundert wirksam wurde, sprach die *Geographie* des Idrīsī durch ihren anthropogeographischen Inhalt die Europäer erst spät an; sie wurde durch die lateinische Übersetzung eines Auszuges im Jahre 1619 bekannt. Die Nachwirkungen al-Idrīsīs und Leo Africanus' können wir indes bis ins 19. Jahrhundert hinein verfolgen. In der mathematischen Geographie und Kartographie ist ebenfalls eine starke europäische Abhängigkeit von arabisch-islamischen Vorgängern bis zum Ende des 18. Jahrhunderts und darüber hinaus nachweisbar. Im 16. Jahrhundert, in dem sich auf vielen Gebieten eine Kreativität zu zeigen begann, zeigte sich aber auch weiterhin der seit dem 13. Jahrhundert den Arabismus begleitende Antiarabismus. Er nahm jetzt die Form einer Negation der Vergangenheit und maßloser Beschimpfung der Araber und sogar der Griechen an. So schreibt Paracelsus (ca. 1493-1541): «Die Gedanken und Sitten der Araber oder der Griechen nachzuahmen liegt für das Vaterland keine Notwendigkeit

<sup>451</sup> s. C. Doris Hellman, *Brahe*, in: Dictionary of Scientific Biography, Bd. 2, New York 1970, S. 409-410; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 38.

<sup>452</sup> C.A. Nallino, a.a.O. Sp. 520a; R. Wolf, *Geschichte der Astronomie*, München 1877, S. 54-55.

<sup>453</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 44.

<sup>454</sup> s. G.J. Toomer, *The solar theory of az-Zarqāl. A history of errors*, in: Centaurus (Kopenhagen) 14/1969/306-336, bes. S. 310; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 43-44.

vor, sondern es ist ein Irrtum und eine fremde Anmaßung».<sup>455</sup> Agrippa von Nettesheim (1486-1535) präzisiert: «Hernach sind viele barbarische Philosophi aufgestanden und haben von der Medizin geschrieben, unter welchen die Araber so berühmt worden sind, daß man sie für die Erfinder dieser Kunst gehalten hat; und das hätten sie auch leicht behaupten können, wenn sie nicht soviel lateinische und griechische Namen und Wörter gebraucht und dadurch sich verraten hätten. Daher sind des Avicennæ, Rhazis und Averroes Bücher eben mit dergleichen Autorität als des Hippokrates und Galeni aufgenommen worden und haben soviel Kredit erlangt, daß, wer ohne dieselben zu kurieren sich unternahm, von dem hat leicht gesagt werden können, er ruiniere die allgemeine Wohlfahrt.»<sup>456</sup>

An Verteidigern des Arabismus gegenüber solchen Angriffen fehlte es nicht. Zu den wichtigsten unter ihnen gehörte zu jener Zeit Andreas Alpagus (gest. um 1520), der nach einem rund 30 Jahre dauernden Aufenthalt in arabischen Ländern nach Padua zurückkehrte, wo er dann als Arabist wirkte, ältere lateinische Übersetzungen korrigierte und weitere Bücher aus dem Arabischen übersetzte, darunter den wichtigen

Kommentar des Ibn an-Nafīs (gest. 687/1288) zur Anatomie von Ibn Sinā. Die in diesem Werk dokumentierte Entdeckung des kleinen Blutkreislaufes durch Ibn an-Nafīs fand durch die Übersetzung Eingang in das Werk des spanischen Arztes Miguel Servet (1553), wodurch dieser den europäischen Ärzten lange Zeit als ihr Entdecker galt (s.o.S. 50).

Weder die Ablehnung noch die Verteidigung der arabisch-islamischen Wissenschaften war mit dem Ausgang des 16. Jahrhunderts beendet, sondern beide dauern bis heute an. Die islamische Kultur hat dabei keinen geringeren als Johann Wolfgang von Goethe auf ihrer Seite, der seiner Bewunderung deutlichen Ausdruck verliehen hat: «Wollen wir an diesen Produktionen der herrlichsten Geister teilnehmen, so müssen wir uns orientalisieren, der Orient wird nicht zu uns herüberkommen. Und obgleich Übersetzungen höchst löblich sind, um uns anzulocken, einzuleiten, so ist doch aus allem vorigen ersichtlich, daß in dieser Literatur die Sprache als Sprache die erste Rolle spielt. Wer möchte sich nicht mit diesen Schätzen an der Quelle bekannt machen!»<sup>457</sup>



<sup>455</sup> s. H. Schipperges, *Ideologie und Historiographie des Arabismus*, a.a.O. S. 23.

<sup>456</sup> Ebd. S. 24.

<sup>457</sup> *West-östlicher Divan. Noten und Abhandlungen zu besserem Verständnis des West-östlichen Divans*, in: *Goethes Werke*. Im Auftrage des Goethe- und Schiller-Archivs herausgegeben von A. Kippenberg, J. Petersen und H. Wahl, Mainz 1932, S. 234-235; H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 165.

### III.

## Beginn des Stillstandes

### und Begründung für das Ende der Kreativität

IN DEN BEIDEN vorangehenden Kapiteln habe ich mich darum bemüht, ein vorläufiges Bild der Rolle des islamischen Kulturkreises zu vermitteln, wie er in den Anfängen des 7. Jahrhunderts n. Chr. unversehens die Bühne der Weltgeschichte betrat und auf Grund entschlossener und intensiver, vom Staat unterstützter und von Seiten der Religion nicht gestörter, sondern geförderter Rezeption der Wissenschaften der vorangegangenen und benachbarten Kulturen rasch die Schwelle eigener Kreativität erreichte. Aus den anderen Kulturen ererbte oder übernommene Kenntnisse, Verfahren, Theorien und Instrumente wurden in dem neuen Kulturkreis nicht nur weiterverwendet oder -entwickelt, sondern auch durch Erfindungen und die Schaffung neuer Wissensgebiete enorm erweitert und zu bedeutender Höhe gebracht. Doch muß man auch die historische Realität zur Kenntnis nehmen, daß um die Mitte des 16. Jahrhunderts die Kreativität nachzulassen begann und von der Wende des 16. zum 17. Jahrhundert an, von wenigen Ausnahmen abgesehen, zum Stillstand kam.

Zu den Merkmalen des Gelehrtentums im arabisch-islamischen Kulturkreis gehörten ein klarer Begriff von einem Entwicklungsgesetz im Bereich der Wissenschaften, die Gepflogenheit, Quellen nicht zu verheimlichen, sondern sie geradezu peinlich genau zu zitieren, eine Ethik der gerechten Kritik, die Verwendung des Experimentes als systematisch herangezogenes Hilfsmittel bei der Arbeit, die Schaffung und Erweiterung wissenschaftlicher Terminologien, die Beachtung des Prinzips vom Gleichgewicht zwischen Theorie und Praxis und langjährige

astronomische Beobachtung mit Hilfe der in islamischer Zeit entstandenen Sternwarten. Mit der Gründung von Universitäten fanden diese Merkmale und Prinzipien ihre vornehmsten Pflegestätten.

Im zweiten der vorangehenden Kapitel wurden Grundlinien des Phänomens der Rezeption und Assimilation der arabisch-islamischen Wissenschaften und der arabischen Übersetzungen und Bearbeitungen griechischer Werke aufgezeigt, die im Abendland außerhalb des muslimischen Spanien stattgefunden haben. Dieser Prozeß begann nach unserer Kenntnis in der zweiten Hälfte des 10. Jahrhunderts und dauerte etwa 500 Jahre an. Der Beginn der kreativen Phase Europas scheint in den Anfängen des 16. Jahrhunderts zu liegen, wo man dann nach etwa einem weiteren Jahrhundert die Führungsrolle in der Geschichte der Wissenschaften übernommen hat.

Nicht selten fragt ein Interessent, der durch Lektüre oder vom Hörensagen her von den Leistungen des arabisch-islamischen Kulturkreises erfahren hat, einen Arabisten oder Wissenschaftshistoriker nach den Gründen für den bekannten Stillstand dieser Kultur. Die Frage wird unterschiedlich gestellt und kann lauten: Wenn die Muslime in der Geschichte der Wissenschaften so weit vorangeschritten waren, weshalb sind sie heutzutage so weit zurückgeblieben?

Zur Klärung dieser Frage wurde im Jahre 1956 ein Symposium in Bordeaux<sup>1</sup> abgehalten und

<sup>1</sup> *Classicisme et déclin culturel dans l'histoire de l'Islam*. Actes du symposium international d'histoire de la civilisation musulmane (Bordeaux 25-29 Juin 1956), organisé par R. Brunschvig et G.E. von Grunbaum, Paris 1957.



im gleichen Jahr ein Seminar in Frankfurt<sup>2</sup>, mit einem Schwerpunkt auf derselben Frage. Das uns hier interessierende Phänomen wurde in beiden Veranstaltungen von zahlreichen Arabisten und einem Wissenschaftshistoriker unter Begriffen wie «*déclin culturel*», «*décadence*», «*ankylose*», «Kulturverfall» oder «Kulturzerfall» behandelt. Es sind geistreiche Beiträge mit originellen Gedanken von Vertretern verschiedener Disziplinen, die in ihrem jeweiligen Arbeitsgebiet den Grund für die «Dekadenz» oder den «Verfall» suchen und mit aller Vorsicht und Zurückhaltung zu erklären trachten. Daß so viele und weit auseinanderliegende Erklärungen erbracht wurden, kann einen Leser, besonders einen Laien, in tiefe Verwirrung stürzen.

Doch müssen wir bedenken, daß vor rund fünfzig Jahren die Bedingungen für die Diskussion dieses Themas wesentlich ungünstiger waren als heute. Abgesehen davon, daß die Tragweite der arabisch-islamischen Wissenschaften nicht annähernd ausreichend an Hand von Einzeluntersuchungen abgeklärt war, fehlten jenen Gelehrten einige Übersichts- und Gesamtdarstellungen, die uns heute zur Verfügung stehen. Im engen Rahmen der vorliegenden Behandlung des Themas sollen die in jenen Beiträgen ausgesprochenen Erklärungen und Erklärungsversuche nicht diskutiert werden. Nur eine Bemerkung von Willy Hartner<sup>3</sup>, dem einzigen Wissenschaftshistoriker unter den Diskutanten, sei herausgegriffen.

Nachdem er «die wesentlichen Etappen des Aufschwungs und des Niederganges skizziert» hat, sagt Hartner: «George Sarton hat oft vom <Wunder der arabischen Kultur> gesprochen und mit diesem Wort auf die Schwierigkeit oder sogar die Unmöglichkeit hingewiesen, die Grün-

de für ihren Aufschwung aufzuzeigen. In der Tat wüßte auch ich keine einleuchtende Antwort auf diese Frage zu geben.»

Im Gegensatz zu dieser verständlichen Vorsicht erlaube ich mir, die mir während meiner Beschäftigung mit der Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften bewußt gewordenen Faktoren aufzuzählen, die hier im Spiel gewesen sein können:

1. Die Araber waren offenbar im frühen Islam, parallel zu ihrer Aufbruchstimmung und Siegeszuversicht, von einem starken Wissensdurst durchdrungen, sie waren lernbegierig und aufnahmefähig.

2. Die neue Religion, die diesen Geist widerspiegelt, hat die Wissenschaften nicht behindert, sondern gefördert.

3. Umayyadische, 'abbāsīdische und weitere Staatsmänner haben die Wissenschaften vielfach unterstützt.

4. Kulturträger anderer Religionen wurden nach der Eroberung ihrer Heimat von den Muslimen korrekt behandelt, geschätzt und an der neuen Gesellschaft beteiligt.

5. Schon vom ersten Jahrhundert an entwickelte sich in der islamischen Gesellschaft eine einzigartige, fruchtbare Lehrer-Schüler-Beziehung, wie sie dem Abendland im Mittelalter und darüber hinaus unbekannt geblieben ist. Die Schüler lernten nicht nur aus Büchern, sondern in direkter Unterweisung vom Lehrer. Das erleichterte den Lernvorgang und bürgte für verlässliche Kenntnisse.

6. Naturwissenschaften und Philosophie, Philologie und Literatur wurden von vornherein in profanem Sinn gepflegt und getrieben, nicht zu theologischem Zweck. Die Beschäftigung mit den Wissenschaften war kein Privileg des Klerus, sondern stand allen Berufsgruppen offen. So sind in der bio-bibliographischen Literatur die Hauptnamen der meisten Wissenschaftler des arabisch-islamischen Kulturkreises Berufsbezeichnungen wie Schneider, Bäcker, Tischler, Schmied, Kameltreiber oder Uhrmacher.

7. Schon im 1./7. Jahrhundert begann ein öffentliches Unterrichtswesen in den Moscheen. Im 2./

<sup>2</sup> *Klassizismus und Kulturverfall*. Vorträge, hsg. von G.E. von Grunbaum und Willy Hartner, Frankfurt 1960.

<sup>3</sup> *Quand et comment s'est arrêté l'essor de la culture scientifique dans l'Islam?*, in: *Classicisme et déclin culturel dans l'histoire de l'Islam*, a.a.O. S. 319-337, bes. S. 328.

8. Jahrhundert besaßen bedeutende Philologen, Literaten und Historiker eigene Lehrstühle (*ustūwāna*, «Säule» genannt) in den Hauptmoscheen. Die Berichte, die uns über die Art und Weise der Vorlesungen und Diskussionen dieses Lehrbetriebes erreicht haben, zeugen von hohem akademischem Stil. Jene Moscheen entwickelten sich spontan zu ersten Universitäten, bis es im 5./11. Jahrhundert zur Gründung staatlicher Universitäten kam.

8. Der Charakter der arabischen Schrift erlaubte es, leicht und schnell zu schreiben und ermöglichte dadurch eine weite Verbreitung von Büchern.

9. Eine sich schnell und gründlich entwickelnde Philologie lieferte den Gelehrten eine solide Basis zum Redigieren ihrer Schriften und zum Umgang mit fremden Sprachen.

10. Die Übernahme und Aneignung fremder Terminologien schärfte den Blick für exakte Definition und wissenschaftliche Präzision und führte zur Schaffung eigener arabischer Fachwörter und Fachsprachen.

11. Unterstützt wurde die schriftliche Überlieferung durch die traditionelle Papyrusindustrie, die bereits seit dem ersten Jahrhundert der Hīgra ausgebaut wurde, und später dann durch die Gründung von Fabriken zur Herstellung des von den Chinesen übernommenen Papiers als Schreibmaterial, das in der islamischen Welt eine enorme Verbreitung gefunden hat (s.u.S. 175 ff.).<sup>4</sup>

12. Von großem Nutzen war auch, im 4./10. Jahrhundert, die Entwicklung einer besseren und beständigeren Tinte aus einer Mischung von Eisengallustinte (Galläpfel, Vitriol, Gummi ara-

bicum und Wasser) mit Ruß, die eine tiefschwarze Schrift ermöglichte, welche farbecht und haltbar war, ohne im Lauf der Zeit blaß oder braun zu werden.<sup>5</sup>

Mit voller Berechtigung können wir behaupten, daß alle diese Faktoren, die zu einer raschen, breiten und gründlichen Entwicklung der Wissenschaften in der arabisch-islamischen Kultur zusammenspielten, nicht nur für einen kurzen Zeitraum, sondern Jahrhunderte lang wirksam geblieben sind. Es ist ungerecht, wenn öfter von einer wissenschaftsschädigenden Wirkung der Religion im allgemeinen oder der Orthodoxie, der Theologie, der Mystik im speziellen gesprochen wird. Bei solchen Überlegungen läßt man außer acht, daß sich der bekannte Anfangschwung in der Entwicklung der arabisch-islamischen Wissenschaften Jahrhunderte lang unablässig fortgesetzt und die Kreativität bis zum 16. Jahrhundert nicht nachgelassen hat.

Es ist im Gegenteil darauf hinzuweisen, daß man mit keinerlei Reaktion von Seiten der Theologie zu rechnen hatte, wenn man Aristoteles Jahrhunderte lang den «ersten Meister» (*al-mu'allim al-auwal*) genannt hat, und häufig pflegte man die Namen der großen griechischen Gelehrten wie Archimedes, Galen oder Apollonios mit dem respektvollen Attribut «der ausgezeichnete» (*al-fāḍil*) zu versehen. Das bedeutete jedoch nicht, daß dieser Respekt jemanden davon abgehalten hätte, seine griechischen Lehrer zu kritisieren. Das fand durchaus statt, nur besaß man eine gewisse Ethik der Kritik. Sie sollte nicht ungerecht, maßlos oder willkürlich sein. Drei Beispiele mögen das verdeutlichen:

Das erste Beispiel handelt von den drei Brüdern Mūsā (Banū Mūsā, 1. Hälfte 3./9. Jh.). Sie verbesserten das Buch der Kegelschnitte von Apollonios von Pergæ an einigen Stellen und versahen es mit Beweisen, Prämissen und Sätzen. Etwa

<sup>4</sup> Dieser Ansicht steht eine Tendenz gegenüber, die sich in den letzten Jahren bei einigen Nebenfach-Arabisten zeigt, die dem arabisch-islamischen Kulturkreis mit einer gewissen Verachtung gegenüberstehen und der Meinung sind, die Araber hätten ihr Papier von Italien importieren müssen, wie man ihnen ganz allgemein Kreativität in der Geschichte der Wissenschaften und einen Einfluß auf den wissenschaftlichen Aufschwung in Europa nicht glaubt zusprechen zu können.

<sup>5</sup> Die Information verdanke ich Herrn Dr. Armin Schopen, dessen langjährige Untersuchung über die Geschichte der arabischen Tinte kurz vor dem Abschluß steht.

150 Jahre später nahm der große Mathematiker und Astronom Abū Naṣr b. ‘Irāq Apollonios in Schutz, mit dem Hinweis, die Banū Mūsā hätten sich in einigen Fällen geirrt.<sup>6</sup>

Als zweites Beispiel sei die Kritik von Ibn al-Haiṭam an Ptolemaios angeführt, in der er diesen beschuldigt, bewußt Fehler in Kauf genommen zu haben, um seine als falsch erkannten Planetenmodelle zu retten: «Diese Stellen, die wir angeführt haben, sind diejenigen mit deutlichem Widerspruch, welche wir im *Almagest* gefunden haben. Darunter sind entschuldbare, aber auch solche, die nicht zu entschuldigen sind. Es handelt sich einmal um Versehen, die jedem Menschen unterlaufen können und entschuldigbar sind, dann aber um Stellen, an denen er wesentlich Fehler begangen hat, wie im Falle der Modelle für die fünf Planeten, und die sind nicht zu verzeihen.»<sup>7</sup>

Als drittes Beispiel sei die Haltung des oben (S. 35) genannten Mathematikers Ibn aṣ-Ṣalāḥ erwähnt, der fast systematisch der Kritik seiner arabischen Vorgänger an griechischen Gelehrten nachging, ihre Berechtigung nachprüfte und nicht selten die letzteren vor ihren Kritikern in Schutz nahm.

Es ist wohl denkbar, daß ein Leser, der die arabische Literatur gut kennt, sich an dieser Stelle an das Werk von Abū Ḥamid al-Ġazzālī (gest. 505/1111) mit dem Titel *Tahāfut al-falāsifa* erinnert, in dem dieser einige Ansichten griechischer und arabischer Philosophen, einschließlich solcher von al-Fārābī und Ibn Sīnā, widerlegt hat. In diesen Widerlegungen kommt die Skepsis zum Ausdruck, die sich nach gründlichem Studium der Philosophie bei einem orthodoxen Theologen gebildet hat. Wenn al-Ġazzālī auch in der Sache heftig reagierte, so hielt er sich doch von Beschimpfungen fern, und außerdem und vor allem war dies eine individuelle Reaktion, kei-

ne institutionelle. Eine offizielle Bekämpfung und Verurteilung, wie die des Averroes an der Pariser Universität<sup>8</sup> oder das Aristoteles-Verbot von Papst Innozenz III. aus dem Jahre 1209<sup>9</sup>, wäre in der islamischen Welt undenkbar gewesen.

Vielleicht ist es nicht unnütz darauf hinzuweisen, daß die Freiheit und die Würdigung, die christliche und jüdische Gelehrte unter den Umayyaden und den frühen ‘Abbāsiden genossen, und ihre Teilnahme am wissenschaftlichen Aufschwung auch in späteren Jahrhunderten ungestört andauerte. Zudem konnten sie wichtige Funktionen im Staat übernehmen und sich von Persien bis Andalusien frei bewegen und ihren Beruf ausüben, wo immer sie wollten, von einer kurzfristigen Intoleranz unter den Almohaden in Cordoba abgesehen. Der Leibarzt des Herrschers al-Malik an-Nāṣir Ṣalāḥaddīn (Saladin) und dessen Sohnes al-Malik al-Afḍal war der berühmte jüdische Arzt und Philosoph Ibn Maimūn (Maimonides, gest. 601/1204).<sup>10</sup> Aus der Mitte des 6./12. Jahrhunderts wird berichtet<sup>11</sup>, daß es in Bagdād drei große Ärzte mit Namen Hibatallāh gab, den Christen Hibatallāh b. Ṣā‘id Ibn at-Tilmīḍ, den Juden Abu l-Barakāt Hibatallāh b. Malkā und den Muslim Hibatallāh b. al-Ḥusain al-Iṣfahānī. Unter diesen dreien wurde der christliche Hibatallāh, der Direktor des ‘Aḍudī-Krankenhauses und Vorstand der christlichen Gemeinde war, vom Kalifen al-Mustaḍī’ (reg. 566/1170-575/1180) zum Vorstand der Ärzteschaft berufen und mit der Berufsprüfung der Ärzte Bagdāds und seiner Umgebung betraut.<sup>12</sup> Für die arabisch-islami-

<sup>8</sup> H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 136.

<sup>9</sup> Ebd. S. 66, 136, 160.

<sup>10</sup> s. Ibn Abī Uṣaibi‘a, *‘Uyūn al-anbā’* Bd. 2, S. 117.

<sup>11</sup> Ibn al-‘Ibrī, *Ta’rīḥ muḥtaṣar ad-duwal*, a.a.O. S. 363-364.

<sup>12</sup> s. Max Meyerhof, *Ibn al-Tilmīdh*, in: *Encyclopaedia of Islam*, New Edition, Bd. 3, Leiden und London 1979, S. 956-957.

<sup>6</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 137.

<sup>7</sup> Ibn al-Haiṭam, *aṣ-Ṣukūk ‘alā Baṭlamīyūs*, Kairo 1971, S. 4; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 6, S. 86.

sche Kultur war es nicht ungewöhnlich, daß der Muslim und Medizinhistoriker Ibn Abi Uṣaibiʿa wie auch der christliche Historiker Ibn al-ʿIbri im 7./13. Jahrhundert über diese drei Ärzte unterschiedlicher Religionszugehörigkeit unterschiedslos mit großer Anerkennung geschrieben haben. Die kulturhistorische Bedeutung der in der islamischen Welt herrschenden Atmosphäre der Toleranz wird deutlich, wenn man sich klar macht, daß im Jahre 1241 im Abendland ein Christ exkommuniziert werden konnte, wenn er sich von einem jüdischen Arzt behandeln ließ.<sup>13</sup> Die vorangehenden Erklärungen und Beispiele sollen dazu dienen, meine Überzeugung zu stützen, daß der Islam als Hauptgrund für den Rückgang oder das Ende der produktiven wissenschaftlichen Tätigkeit im arabisch-islamischen Kulturkreis auszuschließen ist. Nach meiner Überzeugung kann die Religion schwerlich den Fortgang der Wissenschaften in einem Kulturkreis ernstlich gefährden, wenn der Prozeß des Aufschwungs einmal seine eigene Dynamik entwickelt und unter günstigen Bedingungen seinen Weg gefunden hat. Auch das Christentum hat den einmal begonnenen Prozeß der Rezeption der arabisch-islamischen Wissenschaften und ihren weiteren Verlauf in Europa nicht aufhalten können. In unserem Falle gilt es also, die eigentlichen beeinträchtigenden Bedingungen und Ereignisse zu finden.

Vor allem muß man im Auge behalten, daß die arabisch-islamischen Wissenschaften an Hand von Übersetzungen und durch wissenschaftliche und technische Instrumente und Geräte seit der zweiten Hälfte des 10. Jahrhunderts vom arabischen Spanien aus Europa zu erreichen begannen. Etwa ein Jahrhundert später öffnete sich ein zweiter Weg nach Europa über Sizilien und Süditalien. Von fundamentaler Bedeutung wurde es dann, daß die Europäer sich kurz vor dem Ende des 11. Jahrhunderts entschlossen,

die islamische Welt zu bekämpfen. Die unter dem Namen Kreuzzüge bekannten acht Kriege dauerten von 1095 bis 1291. In diesen Kriegszügen, die einmal mit einem Sieg, ein andermal mit einer Niederlage endeten, waren die Europäer in Wirklichkeit stets die Gewinner und Nutznießer. Die Kriege schwächten die islamische Welt nicht nur wirtschaftlich, sondern beeinträchtigten auch den Gang der wissenschaftlichen Entwicklung und störten durch die Besetzung von Teilen Palästinas, die wie ein Keil ins Zentrum der islamischen Welt getrieben war, das Zirkulieren der neuen Errungenschaften und der Bücher.

Nach dem Stand unserer Kenntnis waren die Muslime zu jener Zeit sowohl in der Technik als auch in den Wissenschaften den Besatzern weit überlegen. Diese hatten kaum etwas Gleichwertiges beizusteuern. Vor allem scheinen die Muslime, beflügelt vom Geist der Verteidigung, wichtige Fortschritte in der Entwicklung von Waffen erzielt zu haben, etwa bei der Windenarmbrust und der Gegengewichtsblide, bei den Kanonen, Handgranaten und Handfeuerwaffen sowie der Verwendung stählerner Bügel. Nur kamen diese Fortschritte in der Waffentechnik, langfristig gesehen, den Ursprungsländern der Kreuzfahrer mehr zugute als den Erfindern. Alle diese Neuerungen der Waffentechnologie fanden sich im Zeitraum von rund fünfzig Jahren bei den Europäern wieder. Es läßt sich kaum daran zweifeln, daß die Waffen und die Kenntnis von ihrem Gebrauch und ihrer Herstellung Europa in erster Linie durch die Kreuzfahrer so schnell erreichen konnten.

Zur gleichen Zeit, als ein zentrales Gebiet der islamischen Welt unter Krieg und Besatzung durch die Kreuzfahrer litt, begann im Jahre 613/1216 die Invasion der östlichen Teile durch die Mongolen. Während der etwa sieben Jahre andauernden Angriffe der Mongolen auf Persien, die im Jahre 628/1231 mit der Eroberung des größten Teils des Landes endete, wurden viele einheimische Kulturstätten und Wissenschaftszentren verwüstet. Weitere Zerstörungen erleb-

<sup>13</sup> s. H. Schipperges, *Die Assimilation der arabischen Medizin*, a.a.O. S. 128.



te der zentrale Teil der islamischen Welt im Jahre 656/1258 bei der Eroberung Bagdāds durch Hülāgū, den Enkel von Čengiz Hān, und bei der folgenden Eroberung weiter Teile Syriens.

Mit der Eroberung Konstantinopels (857/1453) hatten die Osmanen die Führung im größten Teil der islamischen Welt übernommen. Bei all ihren Expansionsunternehmungen haben sie es nicht versäumt, sich um Bildung und Wissenschaft in ihrem Reich zu kümmern, und es hat dort bis zum Ausgang des 16. Jahrhunderts nicht an wissenschaftlicher Kreativität gefehlt. Doch standen die Osmanen angesichts der von den Portugiesen und den Spaniern herbeigeführten neuen Situation letztlich auf verlorenem Posten. Von verheerender Folge für die Führungsrolle der Muslime in der Weltpolitik und in den Wissenschaften war der Verlust Portugals und eines bedeutenden Teiles von Spanien mit Toledo in der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts. Danach verringerte sich ihre politische Präsenz im Westen der islamischen Welt zunehmend bis zum Fall von Granada im Jahre 897/1492. Nach diesem letzten Verlust zählte die Iberische Halbinsel mit ihren Wissenschaftszentren, an denen die Muslime Jahrhunderte lang bedeutende Arbeit geleistet hatten, nicht mehr zur islamischen Welt, sondern gehörte der abendländischen Welt an. Es ist aber zu beachten, daß es wiederum Spanien und Portugal waren, die nach langer Angehörigkeit zum arabisch-islamischen Kulturkreis sowohl politisch als auch wissenschaftlich die Führung auf der Weltbühne übernahmen, bevor sie sie zu Beginn des 17. Jahrhunderts an weitere west- und mitteleuropäische Länder abgeben mußten, zu einer Zeit, in der auch im arabisch-islamischen Kulturkreis eine Machtverschiebung stattfand.

Man bedenke auch die weltweiten politischen und wirtschaftlichen Folgen der Entdeckung Amerikas, die von den Spaniern nur dank der nautischen, technischen, astronomischen und geographischen Kenntnisse verwirklicht werden konnte, die sie Jahrhunderte lang von den Arabern übernommen hatten. Daß die Spanier ge-

gen Ende des 15. Jahrhunderts dazu kamen, den vierten Kontinent zu entdecken, sollten wir im Sinne der Kontinuität der arabisch-islamischen Wissenschaften in Europa verstehen. Hiermit trug sie unter den gegebenen neuen Bedingungen ihre ersten Früchte. Mit einer klaren Vorstellung von der Kugelform und der Größe der Erde unternahmen die Araber schon vor 1050 n.Chr., während ihrer Herrschaft in Portugal, wagemutige Fahrten, um das ihnen gut bekannte Asien von der Westküste Europas aus über den großen «Umfassenden Ozean» zu erreichen. Die Unternehmungen mußten so oft wiederholt werden, daß man eine Straße am Hafen von Lissabon *Darb al-mağrūrīn* («Straße der in die Irre gehenden») genannt hat.<sup>14</sup> Wir wissen nicht, ob überhaupt jemand zu dieser frühen Zeit, als noch kein oder kein ausreichend entwickelter Kompaß in den Diensten der Seefahrt stand, sein Ziel erreicht hat. Die Spanier aber, die sich von ihren arabischen Vorgängern politisch unabhängig gemacht hatten, fühlten sich dazu in der Lage. Zwar kannten sie den Hinweis von al-Bīrūnī (gest. 440/1048) nicht, daß der Ozean, der die bewohnte Erdmasse umschließt, diese möglicherweise von einem weiter außerhalb liegenden Kontinent oder einer bewohnten Insel trennt,<sup>15</sup> doch verfügte Christoph Kolumbus über Kompassse, wie sie die arabischen Nautiker im Indischen Ozean entwickelt hatten.<sup>16</sup> Mehr noch als dieses Moment waren es zwei weitere Elemente, die Christoph Kolumbus bestärkten und seine Entscheidung erleichterten, Indien nicht über die Südafrika-Route, sondern von Westen her zu erreichen. Das eine war, daß er sich an den Wert der arabischen Erdmessung von  $56\frac{2}{3}$  Meilen für einen Grad hielt, wobei er allerdings

<sup>14</sup> s. al-Idrīsī, *Nuzhat al-muštāq*, a.a.O. Bd. 1, S. 548.

<sup>15</sup> s. al-Bīrūnī, *Tahqīq mā li-l-Hind*, ed. E. Sachau, London 1887, S. 155-156, engl. Übers. E. Sachau, *Alberuni's India*, London 1910, Bd. 1, S. 196; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 128.

<sup>16</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 10, S. 253.

glaubte, daß die arabische und die italienische Meile gleich seien und beide 1525 km betrügen. Folglich stellte er sich den Erdumfang etwa um ein Viertel zu klein vor.<sup>17</sup> Das zweite ermunternde Element war die bizarre Vorstellung von einer birnenförmigen Gestalt der Erde, wodurch sich der Weg nach Indien von Westen her ebenfalls wesentlich verkleinern würde. Auf diese falsche Vorstellung hat schon der berühmte Naturforscher Alexander von Humboldt in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts aufmerksam gemacht. Die Entdeckung Amerikas war ein epochaler geographisch-nautischer Erfolg, der ohne die lange Präsenz der Muslime auf der Iberischen Halbinsel, ohne die von ihnen entwickelte Nautik und die von ihnen erweiterten geographischen Kenntnisse undenkbar gewesen wäre, wie es vor anderthalb Jahrhunderten bereits Joseph-Toussaint Reinaud<sup>18</sup> zum Ausdruck gebracht hat.

Im Jahre 1492 verloren die Araber mit Granada nicht nur die letzte Bastion ihrer achthundertjährigen Herrschaft auf der Iberischen Halbinsel, der Verlust markiert gleichzeitig den Anfang vom endgültigen Ende der arabisch-islamischen Weltmacht. Zwar waren die Osmanen politisch in der Lage, ihre Herrschaft über weite Teile des Mittelmeerraumes, den Balkan, das Gebiet um das Schwarze Meer mit der Ukraine und dem Kaukasus und die arabischen Länder bis zur Arabischen Halbinsel und Nordafrika auszudehnen. Auch stellten die Şafawiden im 16. Jahrhundert in Persien noch eine respektable politische Macht dar und das 1526 in Indien gegründete islamische Moghulreich besaß eine noch bedeutendere politische und wirtschaftliche Stärke. Auch zeigten die Wissenschaften in diesen drei großen islamischen Reichen noch ein hohes Niveau. Doch hätten die bestehenden

Machtverhältnisse nicht länger andauern können, nachdem durch die Entdeckung Amerikas und das Erscheinen der Portugiesen im Indischen Ozean die islamische Welt ihre zentrale geographische Position im alten bewohnten Viertel der Erdkugel verloren hatte.

Um die Gründe für diese historische Wende ganz verstehen zu können, müssen wir auch die Tragweite der ebenfalls gegen Ende des 15. Jahrhunderts einsetzenden Expeditionen der Portugiesen um Afrika herum in den Indischen Ozean mit einbeziehen. Daß es unter allen Europäern gerade die Portugiesen waren, deren Land knapp vierhundert Jahre lang unter arabischer Herrschaft gestanden hatte, die nun auf dieser Route die Rolle eines Pioniers übernahmen, ist dabei von großer Bedeutung. Es zeugt allerdings von unzureichender Kenntnis und einer Verkennung der historischen Realität, wenn man das verdienstvolle und erfolgreiche Unternehmen dieser Fahrten als «Entdeckung» des Seeweges nach Indien und des Kaps der Guten Hoffnung im Sinne eines rein portugiesischen *descobrimento* bewertet und bezeichnet. Schon Herodot berichtet von einer phönizischen Umsegelung Afrikas im Auftrag des Pharaos Necho (um 596-594 v.Chr.).<sup>19</sup> In islamischer Zeit war die Umsegelung Afrikas nicht nur eine wohlbekannte Tatsache, sondern es bestand auch ein Handelsweg zwischen Südmarokko und China.<sup>20</sup> Es widerspricht der wissenschaftshistorischen Realität, die Portugiesen als Begründer einer neuen Nautik anzusehen, die sie dazu befähigt habe, Afrika zu umsegeln und souverän im Indischen Ozean zu navigieren. Wir wissen heute recht gut, daß es während der arabischen Herrschaft zwischen den westlichen Küsten der Iberischen Halbinsel und der Nordwestküste Afrikas eine regelrechte und rege Navigation gab, die bis zur Herrschaft der Almohaden

<sup>17</sup> s. ebd. Bd. 10, S. 280.

<sup>18</sup> *Géographie d'Aboulféda. Traduite de l'arabe en français.* Tome I: *Introduction générale à la géographie des Orientaux*, Paris 1848, S. 444-445; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 161.

<sup>19</sup> s. F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 349.

<sup>20</sup> s. ebd. Bd. 11, S. 384, 389ff.

(1130-1269) bestand.<sup>21</sup> In der Tradition dieser Nautik, in Kenntnis der bereits befahrenen Seerouten und im Besitz arabischer Karten haben die Portugiesen als erste Europäer Indien auf dem Seeweg erreicht und haben dann im Indischen Ozean dank arabischer Lotsen, vor Ort vorgefundener perfekter Teil- und Übersichtskarten mit Distanzangaben und einer hoch entwickelten Nautik für eine Zeit von rund hundert Jahren die Führungsrolle übernommen.

Zwar waren die Portugiesen zunächst für nahezu ein Jahrhundert auf allen Gebieten der Wissenschaften dem arabisch-islamischen Kulturkreis unterlegen, doch halfen ihnen ihre ununterbrochenen, politisch, wirtschaftlich und religiös motivierten sowie militärisch gut vorbereiteten Expeditionen zu mannigfachen Siegen. Während ihrer mehr als ein halbes Jahrhundert andauernden Invasionen haben sie, auch wenn sie nicht immer siegreich blieben, die schwachen arabischen und ihnen später zu Hilfe kommenden türkisch-osmanischen Flotten zerschlagen, die Küstengebiete des Roten Meeres, Süd-arabiens, des Persischen Golfes, Indiens und des Malaiischen Archipels verheert oder erobert und die ihnen erreichbaren Naturschätze nach Portugal geschafft. Seit der Mitte des 16. Jahrhunderts bemächtigten sich die Portugiesen des Indischen Ozeans, der seit Jahrhunderten wie ein Binnenmeer der islamischen Welt gewesen war. Mit ihrer und weiterer Europäer Herrschaft über diesen Bereich und der Entdeckung Amerikas veränderte sich die politische, wirtschaftliche und strategische Landschaft der Welt vollständig zu ungunsten des arabisch-islamischen Kulturkreises. Die dadurch entstandene neue wirtschaftliche und militärische Stärke blieb nicht auf Spanien und Portugal beschränkt, sondern kam auch anderen europäischen Län-

dern zugute, so daß sich im Laufe der Zeit die Gewichte innerhalb Europas verlagerten.

Mit diesen Ausführungen über die durch die Spanier und die Portugiesen auf der Weltbühne bewirkten Umwälzungen verfolge ich das Ziel, meine Vorstellung von den Gründen für den Stillstand der Kreativität im arabisch-islamischen Kulturraum an einigen konkreten Beispielen aufzuzeigen. Wir stehen dabei vor dem sich wiederholenden historischen Befund, daß ein Kulturkreis, der zu seiner Zeit in der Wissenschaft führend war, einem Nachfolger den Platz räumen muß, den er selbst gefördert hat und dem er die Waffen an die Hand gegeben hat, mit denen er nun selbst geschlagen wird.

Zur Veranschaulichung dieses historischen Ablaufes sehe ich ein lehrreiches Beispiel in der Geschichte des Papiers, das die Muslime ihrerseits von anderen Kulturkreisen übernommen und weiterentwickelt haben, und das sie dann den Europäern geliefert und später von diesen wiederum importiert haben. Die bisherige Forschung<sup>22</sup> hat diese Entwicklung weitgehend nachzeichnen können. Ich übernehme zunächst die trotz ihres Alters meisterhafte und in ihren Grundlinien kaum überholte Schilderung Alfred von Kremers aus seiner *Culturgeschichte des Orients unter den Chalifen* vom Jahre 1877.<sup>23</sup> In der frühesten Periode der islamischen Gesellschaft, sagt er, «schrieb man auf mehr oder minder gut zubereitete Thierhäute, Pergament oder auch auf Leder<sup>24</sup>, das aus den Fabriken Süd-arabiens hervorging und sich durch Glätte und

<sup>21</sup> s. Christophe Picard, *L'océan Atlantique musulman. De la conquête arabe à l'époque almohade*, Paris 1997; F. Sezgin, a.a.O. Bd. 11, S. 11-12.

<sup>22</sup> Zu einer Übersicht s. *Bibliographie der deutschsprachigen Arabistik und Islamkunde von den Anfängen bis 1986 nebst Literatur über die arabischen Länder der Gegenwart*, hsg. von Fuat Sezgin, Gesine Degener, Carl Ehrig-Eggert, Norbert Löchter, Eckhard Neubauer, Bd. 1-21, Frankfurt 1990-1995, bes. Bd. 1, S. 287-294, Bd. 6, S. 387-389, und die Bibliographie in Jonathan M. Bloom, *Paper before print. The history and impact of paper in the Islamic world*, New Haven und London 2001, S. 249-261.

<sup>23</sup> Bd. 2, Wien 1877, S. 304 ff.

<sup>24</sup> Ibn an-Nadīm, *Fihrist*, a.a.O. S. 40.

Feinheit auszeichnete. Aber bald kam der Papyrus in den Gebrauch. Die Araber fanden nämlich bei der Eroberung Ägyptens daselbst eine aus dem Alterthume stammende hochausgebildete Industrie in der Verarbeitung der Papyruspflanze zu Schreibmaterial vor. Diese Industrie erhielt durch die arabische Eroberung nur erhöhten Aufschwung, denn, wie schon früher bemerkt worden ist, kannte das alte Mohammedanische Staats- und Verwaltungsrecht keine Steuer auf Gewerbe und Fabriken. Der Hauptsitz dieser Industrie war im Delta und zwar in dem Städtchen Būra, einem Küstenort des Bezirkes von Damiette.<sup>25</sup> Hier ward die Papyruspflanze, die vermuthlich im nahen Menzaleh-See in grosser Menge wuchs, verarbeitet und dann in den Handel gebracht. Die Araber behielten für die Pflanze sogar den alten Namen bei und nannten sie Fāfir, während das daraus verfertigte Product nach dem spätgriechischen *cárta* die Benennung *Ḳirtās* erhielt.<sup>26</sup>»

«In dem mit der byzantinischen Beamtschaft höchst schreibselig gewordenen oströmischen Reiche aber, eben so wie im Occident, blieb man als einzige Bezugsquelle auf die saracenischen Fabriken Ägyptens angewiesen und es fand demgemäss ein ganz ausserordentlich starker Papyrusexport von Ägypten nach Byzanz statt, wofür der Preis in baarem Gelde bezahlt werden musste.<sup>27</sup> Es scheint jedoch, dass man in Ägypten schon früh eine andere Art von Zubereitung von Papier aus anderen Stoffen erfand, denn sonst liesse sich nicht gut die Notiz erklären, die ein sehr alter Schriftsteller gibt, dass der Chalife Mo‘tašim, der in seiner neubauten Residenz Sāmarrā Handwerker aus allen Theilen des Reiches ansiedelte, auch aus

Ägypten Fabriksarbeiter von Papier (*ḳirtās*) nach Sāmarrā habe kommen lassen<sup>28</sup>, denn die Papyrusstaude fehlte dort gänzlich; es konnte also die Erzeugung von Papier nur aus anderen Stoffen erfolgen: aus Baumwolle oder Linnen. Letzteren Stoff zur Papierbereitung zu verwenden, lernten die Araber erst später, es bleibt also kaum eine andere Erklärung möglich, als anzunehmen, dass man in den ägyptischen Fabriken mit der durch die Araber verbreiteten Cultur der Baumwolle sich allmählig daran gewöhnt hatte, den echten Papyrus mit Baumwolle zu fälschen, wodurch man schliesslich auf die Entdeckung der Papierbereitung aus Baumwolle allein kam ...»

«Allein in dem Zeitraume vom Beginne des III. bis zur Mitte des IV. Jahrhunderts H. ging eine grosse Veränderung vor sich. Man begann nicht bloß chinesische Papiere zu importiren, die aber immer sehr theuer waren, sondern auch in Nordarabien (*Tihāma*) entstand eine einheimische Papierfabrication<sup>29</sup> ...»

«Ein unternehmender Chinese brachte zuerst in die äusserste Nordostprovinz des Chalifenreiches die Kunst der Papierbereitung aus Lein und in einem Buche, das aus der zweiten Hälfte des IV. Jahrhunderts stammt (der *Fihrist* des Ibn an-Nadīm), begegnen wir schon einer längeren Aufzählung von verschiedenen Papiersorten aus Lein. In Samarkand entwickelte sich diese neue Industrie zur höchsten Blüthe und bald ward diese Stadt durch den Handel reich und blühend, wobei der Export von Papier eine hervorragende Stelle behauptete. Bei der mit dem raschen Aufschwunge einer nationalen Litteratur, der eifrigen Pflege wissenschaftlicher Studien, stets gesteigerten Consumption von Papier, nahmen die Production und der Handel in diesem Artikel eine ungeheure Ausdehnung, Papierfabriken

<sup>25</sup> s. al-Ya‘qūbī, *Kitāb al-Buldān*, Leiden 1892, S. 338; franz. Übers. Gaston Wiet, *Ya‘qūbī. Les pays*, Kairo 1937, S. 195.

<sup>26</sup> s. Ibn al-Baitār, *al-Ġāmi‘ li-mufradāt al-adwiya wa-l-aġdiyya*, Kairo 1291 H., Bd. 1, S. 86-87 (s.v. *bardī*), Bd. 3, S. 155 (*fāfir*), Bd. 4, S. 17 (*ḳirtās*).

<sup>27</sup> s. al-Balāḍuri, *Futūḥ al-buldān*, Leiden 1866, S. 240.

<sup>28</sup> s. al-Ya‘qūbī, *Kitāb al-Buldān*, a.a.O. S. 264; Gaston Wiet, *Ya‘qūbī. Les pays*, a.a.O. S. 57.

<sup>29</sup> Ibn an-Nadīm, *Fihrist*, a.a.O. S. 40. Von Kremer bemerkt dazu, es habe «sich hier offenbar nur um Baumwollpapier handeln» können.



entstanden aller Orten; aber nicht unbemerkt darf es bleiben, dass in dem Kampfe zwischen dem Leinpapier des Ostens und dem Baumwollpapier des Westens der Sieg diesem verblieb, zweifellos weil man es billiger herstellen konnte und somit den theueren Concurrrenzartikel aus dem Felde schlug.»

«Als die Saracenen von Ægypten aus allmählig das ganze nordafrikanische Gestadeland, dann Spanien und zuletzt Sicilien eroberten, brachten sie mit der Cultur der Papyruspflanze, welche sie nach Sicilien einführten, und der Baumwollstaude, die sie sowohl in Spanien als Sicilien heimisch machten, die Papierfabrication mit, die in Sicilien sowohl wie auch in Spanien eine hohe Blüthe erreichte.<sup>30</sup> Die Fabriken von Xativa [Šāṭiba] waren im XII. Jahrhunderte unserer Zeitrechnung weitberühmt durch ihre aus Baumwolle verfertigten Papiersorten, die auch in die christlichen Länder des Westens verfrachtet wurden, während der östliche Teil Europa's seine Papiere, zweifellos auch Baumwollpapier, aus der Levante bezog und, nach dem Namen Charta Damascena, unter dem es bekannt war, vielleicht aus Damascus.»

«Im XI. und XII. Jahrhunderte verdrängte dieses saracenische Fabrikat durchwegs in Europa das alte Pergament und im Jahre 1224 sieht sich Kaiser Friedrich II. veranlasst, das Baumwollpapier wegen seiner geringen Dauerhaftigkeit für gewisse öffentliche Urkunden geradezu zu verbieten, allein die Preisfrage machte solche Verbote wirkungslos. Erst in der zweiten Hälfte des XIII. Jahrhunderts tritt in Europa das Linnenpapier auf, welches wohl in der Weise entstanden zu sein scheint, dass man, um billigere Sorten zu erzeugen, dem Baumwollpapier Linnenbestandtheile beimischte, vielleicht auch eine Erfindung der Mauren, da die Flachscultur bei ihnen sehr stark betrieben ward.<sup>31</sup> »

<sup>30</sup> al-Idrisī [Nuzhat al-muštāq S. 556], franz. Übers. P.A. Jaubert, *Géographie d'Édrisi*, Bd. 2, Paris 1840, S. 37.

<sup>31</sup> «Besonders im Gebiete von Bāga in Spanien», s. Aḥmad b. Muḥammad al-Maqqarī, *Nafḥ at-ṭīb min guṣn al-*

«...Bücher auf Pergament oder Papyrus waren so überaus theuer, dass sie nur einem sehr kleinen Kreise zugänglich waren; indem die Araber ein billiges Schreibmaterial herstellten und hiermit nicht bloß die Märkte des Ostens, sondern auch jene des christlichen Occidents versahen, war die Wissenschaft Allen zugänglich gemacht ...»<sup>32</sup>

Im Anschluß an die Papierproduktion, die unter der arabischen Herrschaft in Sizilien bestanden hatte und an spanische Papierimporte im 12. Jahrhundert entstanden im frühen 13. Jahrhundert in Norditalien erste Versuche einer eigenen Papierherstellung mit zunächst minderen Resultaten, bis sich in dem Ort Fabriano bei Ancona eine eigene Technik zeigte, die Eigenschaften der arabischen Papierkunst aus dem östlichen Mittelmeerraum verriet und wahrscheinlich durch die Kreuzfahrer nach Italien gebracht worden war.<sup>33</sup> Die Papierindustrie, die sich in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts in Norditalien entwickelte, konnte sich bereits gegen Ende des Jahrhunderts im Export behaupten, entledigte sich in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts der spanischen Konkurrenz und eroberte die arabischen Märkte. Dabei spielte die Geschäftstüchtigkeit der Venezianer und Genuesen eine wesentliche Rolle.<sup>34</sup> Ab wann das mit seinen günstigen Preisen marktführende italienische Papier die hohe Qualität erreicht hat, die

---

*Andalus ar-raṭīb*, Bd. 1, Leiden 1855-1860, S. 100; A. von Kremer, *Culturgeschichte des Orients unter den Chalifen*, a.a.O. Bd. 2, S. 308.

<sup>32</sup> A. von Kremer, a.a.O. Bd. 2, S. 308, s. noch Franz Babinger, *Papierhandel und Papierbereitung in der Levante*, in: *Wochenblatt für Papierfabrikation* (Biberach) 62/1931/1215-1219 (hier Sonderdruck, 12 S.).

<sup>33</sup> s. J.M. Bloom, *Paper before print*, a.a.O. S. 210-211.

<sup>34</sup> s. ebd. S. 212; s. noch Jean Irigoín, *Les origines de la fabrication du papier en Italie*, in: *Papiergeschichte. Zeitschrift der Forschungsstelle Papiergeschichte* (Mainz), Bd. 13 (No. 5-6, Dezember 1963), S. 62-67; ders., *Papiers orientaux et papiers occidentaux*, in: *La paléographie grecque et byzantine*, ed. J. Bompaigne und J. Irigoín, Paris: CNRS 1977, S. 45-54.

die erhaltenen arabischen Handschriften auszeichnet, vermag ich zur Zeit nicht zu sagen. Wenn ich an die vielen mir bekannten Bücher denke, die uns auf jenen billigen Papieren erreicht haben und nicht mehr brauchbar sind, wird das Ausmaß des Schadens begreiflich, der durch den Papierimport in der islamischen Welt entstanden ist.

Um nun zum Kern der Frage zu kommen, möchte ich eine Beobachtung anschließen, die ich im Laufe meiner Beschäftigung mit der Geschichte der arabisch-islamischen Wissenschaften und ihrer Rezeption und Assimilation im Abendland gemacht habe. Sie besagt, daß man in Europa im praktischen Bereich der Technik eine auffallend schnellere Fähigkeit zur Rezeption, Verbreitung und Weiterentwicklung der rezipierten Gegenstände an den Tag gelegt hat als im theoretischen Bereich.

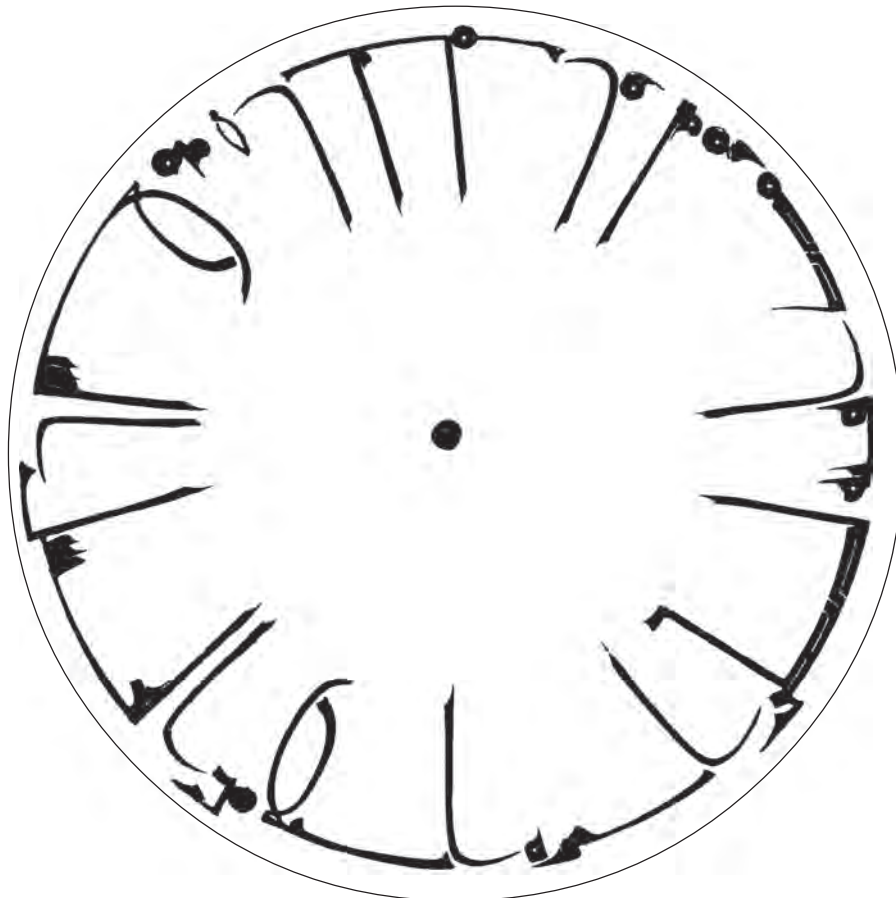
Das sei an Hand der Rezeption des oben (S. 20) erwähnten astronomischen Instrumentes veranschaulicht, das in der lateinischen Welt *Æquatorium* genannt wurde. Wie bereits erwähnt, wurde es in der zweiten Hälfte des 4./10. Jahrhunderts von dem Astronomen und Mathematiker Abū Ġaʿfar al-Ĥāzin erfunden. Nach Vorbildern, die von arabischen Astronomen in Andalusien gebaut worden waren, wurde es unseres Wissens außerhalb Spaniens zum ersten Mal in den Jahren 1276-1277 durch Campanus von Novara bekannt gemacht. Von da an kamen bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts zahlreiche Varianten in Umlauf, die nicht immer einwandfrei waren aber die Vorliebe verraten, die man in Europa für diese Geräte hegte. Es fällt jedoch allgemein, in diesem wie in anderen Fällen, eine übertriebene Neigung zu Verzierungen, Ausschmückungen und nicht selten unnötigen Zusätzen auf, welche die Geräte schwer und unhandlich machen. Auch erreichten die Europäer in den mathematischen Grundlagen nicht immer das Niveau ihrer arabischen Vorgänger und übertrafen diese nur selten. Doch vergrößerte sich der Kreis der Interessenten stetig, und das Interesse förderte die eigene Kreativität. So

erreichten und überholten die Europäer auf technischem Gebiet die islamische Welt früher als auf theoretischem. Hiermit hängt auch die weitere Beobachtung zusammen, daß die Europäer weniger Scheu vor dem perspektivischen Zeichnen empfanden und sich darin geschickter anstellten als die Muslime. Sie ermöglichten damit eine größere Verbreitung von Handschriften technischen Inhaltes als diese. Der Vorteil der europäischen Seite vergrößerte sich noch durch die Entwicklung des Buchdruckes in der Mitte des 15. Jahrhunderts. Durch die Möglichkeit, technische Zeichnungen in Druckerzeugnissen zu vervielfältigen, wurde letztlich auch der Maschinenbau und die industrielle Entwicklung begünstigt. Denken wir an die Wirksamkeit, die die phantasievollen Zeichnungen von Leonardo da Vinci, Georgius Agricola, Agostino Ramelli und anderen, deren Verbindung zu arabischen Quellen unverkennbar zu sein scheint, durch ihre dank des Buchdrucks weite Verbreitung entfalten konnten, während in der islamischen Welt in den Manuskripten technischer Bücher die Abbildungen häufig fortgelassen wurden in der Erwartung, daß ein geeigneter Zeichner sie später nachtragen werde. Möglicherweise hätte eine frühere Übernahme des Buchdruckes das Nachlassen der Kreativität in der islamischen Welt für eine gewisse Zeit aufhalten können.

Doch wie dem auch sei, wir müssen das Phänomen aus der Sicht der Schicksale der großen Kulturkreise und Zivilisationen betrachten, die, wenn es an der Zeit ist, ihre Position dem Nachfolger einräumen müssen, dessen Aufstieg sie selbst vorbereitet haben. Es geschieht allerdings nicht selten, daß ein Historiker beim Versuch, diese Erscheinung zu begründen, Ursachen mit Akzidenzien verwechselt. Nach unserem Versuch der Begründung scheint die durch ein Zusammenspiel von Kriegen und der «Entdeckung» der neuen Seewege herbeigeführte wirtschaftliche und politische Schwäche der islamischen Welt die Hauptursache für ihre Stagnation in den Wissenschaften gewesen zu sein. Die An-

sicht ist wohl nicht wahrheitswidrig, daß die Wissenschaften dort ihre Kraft verloren haben, wo sie sich rund achthundert Jahre lang verströmt haben, und daß sie im Abendland haben weiterwirken können, wohin sie ihren Weg rund fünfhundert Jahre vorher schon gefunden hatten und wo die klimatischen und wirtschaftlichen Bedingungen für eine Fortsetzung der Kreativität günstiger waren. In diesem jüngsten Kulturkreis, dessen Radius sich ständig erwei-

tert, entwickelt sich die von den Vorgängern ererbte Wissenschaft mit großer Geschwindigkeit. In dieser Lage ist die Aufgabe des Wissenschaftshistorikers besonders schwierig, einerseits die Erinnerung an die Bedeutung der Vergangenheit lebendig zu erhalten und andererseits die gängige Darstellung der historischen Entwicklung, die der Realität nicht gerecht wird, zu revidieren und zu korrigieren.







Literaturverzeichnis  
und Indices



## Literaturverzeichnis

- Aballagh, Mohamed, *Les fondements des mathématiques à travers le Raŕ al-Hijāb d' Ibn al-Bannā (1256-1321)*, in: Histoire des mathématiques arabes. Actes du premier colloque international sur l'histoire des mathématiques arabes, Alger 1-3 décembre 1986, Alger 1988, S. 133-156.
- [ʿAbdallaŕif al-Baghdādī] *The Eastern Key. Kitāb al-Ifādah wa'l-i'tibār of ʿAbd al-Laŕif al-Baghdādī*. Translated into English by Kamal Hafuth Zand and John A. and Ivy E. Videan, London 1965.
- Agricola, Georg, *De re metallica. Translated from the first Latin edition of 1556 ...* by Herbert C. Hoover and Lou H. Hoover, London 1912 (Nachdr. New York 1950).
- Alonso, Manuel Alonso, *Hunain traducido al latín por Ibn Dāwūd y Domingo Gundisalvo*, in: Al-Andalus (Madrid und Granada) 16/1951/37-47.
- Amari, Michele (ed.), *Biblioteca arabo-sicula*, Leipzig 1857 (Nachdr. *Islamic Geography* Bde. 153-154).
- Amari, Michele, *Le epigrafi arabiche di Sicilia trascritte, tradotte e illustrate. Parte prima*, Palermo 1875 (Nachdr. Palermo 1971).
- Antuña, Melchor M., *Abenŕatima de Almería y su tratado de la peste*, in: Religion y Cultura (El Escorial, Madrid) 1(tomo IV)/1928/68-90 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 92, S. 294-316).
- Babinger, Franz, *Papierhandel und Papierbereitung in der Levante*, in: Wochenblatt für Papierfabrikation (Biberach) 62/1931/1215-1219.
- Bacon, Roger, *The «Opus majus» of Roger Bacon*, ed. John H. Bridges, London 1897 (Nachdr. Frankfurt 1964); engl. Übers. Robert B. Burke, Philadelphia 1928.
- al-Balādurī, *Futūh al-buldān*, ed. Michael Jan de Goeje udT. *Liber expugnationis regionum auctore al-Bēladsorī*, Leiden 1866 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 42).
- Barhebräus, s. Ibn al-ʿIbrī.
- de Barros, João, *Ásia. Dos feitos que os portugueses fizeram no descobrimento...*, *Quarta década*, Lissabon 1945.
- Barthold, Wilhelm, *Nachrichten über den Aral-See und den unteren Lauf des Amu-darja von den ältesten Zeiten bis zum XVII. Jahrhundert. Deutsche Ausgabe mit Berichtigungen und Ergänzungen vom Verfasser. Nach dem russischen Original übersetzt von H. von Foth*, Leipzig 1910 (Nachdr. in: *Islamic Geography* Bd. 100, S. 245-336).
- Bauerreiß, Heinrich, *Zur Geschichte des spezifischen Gewichtes im Altertum und Mittelalter*, Erlangen 1914 (Nachdr. in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 45, S. 193-324).
- Baur, Ludwig, *Dominicus Gundissalinus, De divisione philosophiae*, Münster 1903 (Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters, Bd. 4, Heft 2-3).
- Beichert, Eugen Alfred, *Die Wissenschaft der Musik bei al-Fārābī*, Regensburg 1931.
- Berggren, John Lennart, *Innovation and tradition in Sharaf al-Dīn al-Tūsī's al-Muʿādalāt*, in: Journal of the American Oriental Society (New Haven) 110/1990/304-309.
- al-Birūnī, *al-Āṭār al-bāqīya ʿan al-qurūn al-hāliya. Chronologie orientalischer Völker von Albērūnī*, ed. Eduard Sachau, Leipzig 1878 (Nachdruck *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 30), engl. Übers. von E. Sachau udT. *The Chronology of Ancient Nations*, London 1879 (Nachdruck *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 31).
- al-Birūnī, K. *Maqālīd ʿilm al-haiʿa. La trigonometrie sphérique chez les Arabes de l'Est à la fin du Xe siècle. Edition et traduction par Marie-Thérèse Debarnot*. Damaskus 1985.
- al-Birūnī, *Tahqīq mā li-l-Hind* ed. E. Sachau, London 1887 (Nachdruck *Islamic Geography* Bd. 105), engl. Übers. von E. Sachau udT. *Alberuni's India*, Bde. 1-2, London 1910 (Nachdruck *Islamic Geography* Bde. 106-107).
- Björkman, Walther, *Beiträge zur Geschichte der Staatskanzlei im islamischen Ägypten*, Hamburg 1928 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 53).
- Bloom, Jonathan M., *Paper before print. The history and impact of paper in the Islamic world*, New Haven und London 2001.
- Boncompagni, Baldassarre, *Della vita e delle opere di Gherardo Cremonese, traduttore del secolo duodecimo...*, in: Atti dell' Accademia Pontifica de' Nuovi Lincei (Rom) 4/1850-51(1852)/387-493 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 79, S. 9-115).
- Bonebakker, Seeger A., *Reflections on the Kitāb al-Badīʿ of Ibn al-Muʿtazz*, in: Atti del Terzo Congresso di Studi Arabi e Islamici, Ravello 1-6 settembre 1966, Neapel 1967, S. 191-209.
- Brockelmann, Carl, *Geschichte der arabischen Litteratur*, Bd. 1, Weimar 1898; Bd. 2, Berlin 1902; Supplementbände 1-3, Leiden 1937-1942.
- Brunschvig, Robert und Gustave Edmund von Grunebaum (eds.), *Classicisme et déclin culturel dans l'histoire de l'Islam. Actes du symposium international d'histoire de la civilisation musulmane* (Bordeaux 25-29 Juin 1956), Paris 1957 (Nachdr. Paris 1977).
- Bubnov, Nicolaus, *Gerberti opera mathematica*, Berlin 1899 (Nachdr. Hildesheim 1963).

- Bülow, Georg, *Des Dominicus Gundissalinus Schrift von der Unsterblichkeit der Seele*, in: Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters (Münster) Bd. 2, Heft 3, 1897, S. 1-38.
- Bülow, Georg, *Des Dominicus Gundissalinus Schrift von dem Hervorgange der Welt (De processione mundi)*, in: Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters (Münster) Bd. 24, Heft 3, 1925, S. 1-54.
- Bumm, Anton, *Die Identität der Abhandlungen des Ishāk Ibn 'Amrān und des Constantinus Africanus über die Melancholie*, München 1903 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 43, S. 65-95).
- Burnett, Charles (ed.), *Adelard of Bath. An English scientist and Arabist of the early twelfth century*, London 1987.
- Burnett, Charles, *Adelard of Bath, Conversations with his nephew*, Cambridge 1998.
- Burnett, Charles, *Antioch as a link between Arabic and Latin culture in the twelfth and thirteenth centuries*, in: Occident et Proche-Orient: Contacts scientifiques au temps des Croisades. Actes du colloque de Louvain-la-Neuve, 24 et 25 mars 1997, hsg. von Isabelle Draelants u.a., [Turnhout:] Brepols 2000, S. 1-19.
- Burnett, Charles und Danielle Jacquart (eds.), *Constantine the African and 'Alī Ibn al-'Abbās al-Mağūsī. The Pantegni and related texts*. Leiden 1994.
- Burnett, Charles, *A group of Arabic-Latin translators working in Northern Spain in the mid-12<sup>th</sup> century*, in: *Journal of the Royal Asiatic Society* (London) 1977-1978, S. 62-108.
- Burnett, Charles, *Hermann of Carinthia, De essentiis. A critical edition with translation and commentary*, Leiden 1982.
- Burnett, Charles, *Master Theodore, Frederick II's philosopher*, in: Federico II e le nuove culture. Atti del XXXI Convegno storico internazionale, Todi, 9-12 ottobre 1994, Spoleto 1995, S. 225-285.
- Cantor, Moritz, *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, 3. Aufl., Bd. 1: *Von den ältesten Zeiten bis zum Jahre 1200 n. Chr.*, Bd. 2: *Von 1200-1668*. Leipzig 1907 (Nachdruck der 3. Aufl. New York und Stuttgart 1965).
- Classicisme et déclin culturel dans l'histoire de l'Islam*, s. Brunschvig, Robert.
- Coppola, Edward D., *The discovery of the pulmonary circulation: A new approach*, in: *Bulletin of the History of Medicine* (Baltimore) 31/1957/44-77 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 79, S. 304-337).
- Creutz, Rudolf, *Der Arzt Constantinus Africanus von Montekassino. Sein Leben, sein Werk und seine Bedeutung für die mittelalterliche medizinische Wissenschaft*, in: *Studien und Mitteilungen zur Geschichte des Benediktiner-Ordens und seiner Zweige* (München) 47 (N.F. 16), 1929, S. 1-44 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 43, S. 197-240).
- Creutz, Rudolf und Walter Creutz, *Die «Melancholia» bei Konstantinus Africanus und seinen Quellen. Eine historisch-psychiatrische Studie*, in: *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten* (Berlin) 97/1932/244-269 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 43, S. 312-337).
- Dalton, O. M., *The Byzantine astrolabe at Brescia*, in: *Proceedings of the British Academy* (London) 12/1926/133-146, 3 Abb.
- Darembert, Charles, *Recherches sur un ouvrage qui a pour titre Zad el-Mouçafir, en arabe, Éphodes, en grec, Viatique, en latin, et qui est attribué, dans les textes arabes et grecs, à Abou Djafar, et, dans le texte latin, à Constantin*, in: *Archives des missions scientifiques et littéraires, choix de rapports et instructions* (Paris) 2/1851/490-527 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 39, S. 1-38).
- Dekker, Elly, *The Stars on the Rete of the so-called «Carolingian Astrolabe»*, s. Kunitzsch, Paul.
- Delisle, Guillaume, *Détermination géographique de la situation et de l'étendue des différentes parties de la terre* in: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*, année 1720, Paris 1722.
- Destombes, Marcel, *Un astrolabe carolingien et l'origine de nos chiffres arabes*, in: *Archives internationales d'histoire des sciences* (Paris) 15/1962/3-45 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 96, S. 401-447).
- Dictionary of Scientific Biography*, Ed. in Chief: Charles C. Gillispie, Bd. 1-14, New York 1970-1976; Bd. 15: *Supplement I ... Topical Essays*, New York 1978; Bd. 16: *Index*, New York 1980.
- Dinānah, Taha, *Die Schrift von Abī Ġa'far Aḥmed ibn 'Alī ibn Moḥammed ibn 'Alī ibn Ḥātimah aus Almeriah über die Pest*, in: *Archiv für Geschichte der Medizin* (Leipzig) 19/1927/27-81 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 92, S. 239-293).
- Dold-Samplonius, Yvonne, *Practical Arabic mathematics: Measuring the muqarnas by al-Kāshī*, in: *Centaurus* (Kopenhagen) 35/1992/193-242.
- Dold-Samplonius, Yvonne, *The volumes of domes in Arabic mathematics*, in: *Vestigia Mathematica. Studies in medieval and early modern mathematics in honour of H.L.L. Busard*, ed. M. Folkerts und J.P. Hogendijk, Amsterdam und Atlanta 1993, S. 93-106.
- Duhem, Pierre, *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. Nouveau tirage, Bd. 3, Paris 1958.
- The Encyclopaedia of Islam, New Edition*, 11 Bde., Leiden und London 1960-2002.
- Enzyklopaedie des Islām. Geographisches, ethnographisches und biographisches Wörterbuch der muhammedanischen Völker*. 4 Bde. und Ergänzungsbd., Leiden u. Leipzig 1913-1938.



- Farmer, Henry George, *Clues for the Arabian influence on European musical theory*, in: *Journal of the Royal Asiatic Society* 1925, S. 61-80 (Nachdr. in: *The Science of Music in Islam* Bd. 1, S. 271-290).
- Farmer, Henry George, *al-Fārābī's Arabic-Latin writings on music*, London 1934 (Nachdr. New York 1965 und *The Science of Music in Islam* Bd. 1, S. 463-533).
- Farmer, Henry George, *The Jewish debt to Arabic writers on music*, in: *Islamic Culture* (Haiderabad) 15/1941/59-63 (Nachdr. *The Science of Music in Islam* Bd. 1, S. 535-539).
- Farmer, Henry George, *The Song Captions in the Kitāb al-Aghānī al-Kabīr*, in: *Transactions of the Glasgow University Oriental Society* 15/1953-54/1-10 (Nachdr. in: *The Science of Music in Islam* Bd. 1, S. 433-442).
- Farmer, Henry George, *The Sources of Arabian Music*, Leiden 1965.
- Farmer, Henry George, *Studies in Oriental music*, 2 Bde., Frankfurt 1986 und Neudr. 1997 als *The Science of Music in Islam*, Bd. 1-2.
- Fischer, Theobald, *Sammlung mittelalterlicher Welt- und Seekarten italienischen Ursprungs und aus italienischen Bibliotheken und Archiven*, Marburg 1885 (Nachdr. Amsterdam 1961 ohne Karten).
- Fuchs, Walter, *Was South Africa already known in the 13<sup>th</sup> century?*, in: *Imago Mundi* (London) 10/1953/50-51.
- Gabrieli, Francesco, *The Arabic historiography of the Crusades*, in: *Historians of the Middle East*, ed. Bernard Lewis und P.M. Holt, London 1962, S. 98-107.
- Garbers, Karl, *Ishāq ibn 'Imrān: Maqāla fī l-mālīhūliyā (Abhandlung über die Melancholie) und Constantini Africani Libri duo de melancholia*, Arabisch-lateinische Parallelausgabe, Hamburg 1977.
- Gautier Dalché, Patrick, *Notes sur la «Chronica Pseudo-Isidoriana»*, in: *Anuario de estudios medievales* (Barcelona) 14/1984/13-32.
- [al-Ġazarī, al-Ġāmi' bain al-'amal wa-l-'ilm an-nāfi' fī šinā'at al-ḥiyāl] *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices (Kitāb fī ma'rifat al-Ḥiyāl al-handasiyya) by Ibn al-Razzāz al-Jazarī*, translated and annotated by Donald R. Hill, Dordrecht 1974.
- [al-Ġazarī] *Ibn ar-Razzāz al-Jazarī Badī'azzamān Abu l-'Izz Ismā'īl b. ar-Razzāz (ca. 600/ 1200), Al-Jāmi' bain al-'ilm wal-'amal an-nāfi' fī šinā'at al-ḥiyāl/ Compendium on the Theory and Practice of the Mechanical Arts*. Introduction in Arabic and English by Fuat Sezgin. Frankfurt am Main 2002.
- Gerland, Ernst, *Geschichte der Physik*, Erste Abteilung: *Von den ältesten Zeiten bis zum Ausgange des achtzehnten Jahrhunderts*, München und Berlin 1913 (Geschichte der Wissenschaften in Deutschland. Neuere Zeit. Bd. 24).
- Gilson, Étienne, *Héloïse et Abélard*, Paris 1938. Dt. Übers. von S. Thieme-Paetow udT. *Heloise und Abälard*, Freiburg 1955.
- von Goethe, Johann Wolfgang, *West-östlicher Divan. Noten und Abhandlungen zu besserem Verständnis des West-östlichen Divans*, in: *Goethes Werke*. Im Auftrage des Goethe- und Schiller-Archivs herausgegeben von Anton Kippenberg u.a., Mainz 1932.
- Grabmann, Martin, *Kaiser Friedrich II. und sein Verhältnis zur aristotelischen und arabischen Philosophie*, in: M. Grabmann, *Mittelalterliches Geistesleben. Abhandlungen zur Geschichte der Scholastik und Mystik*, Bd. 2, München 1936, S. 103-137 (Nachdr. in: *Islamic Philosophy* Bd. 80, S. 275-309).
- Graves, John [d.i. Johannes Gravius], *Binae tabulae geographicae, una Nassir Eddini Persae, altera Ulug Beigi Tatari*, London 1652 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 50, S. 1-79).
- Grousset, René, *Histoire de l'Asie*, 3 Bde., Paris 1921-1922.
- Grundmann, Herbert, *Vom Ursprung der Universität im Mittelalter*, Berlin 1957 (Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Philol.-histor. Klasse Bd. 103, Heft 2).
- von Grunebaum, Gustave Edmund, *Classicisme et déclin culturel dans l'histoire de l'Islam*, s. Brunschvig, Robert.
- von Grunebaum, Gustave Edmund und Willy Hartner (eds.), *Klassizismus und Kulturverfall. Vorträge*, Frankfurt 1960.
- von Grunebaum, Gustave Edmund, *Medieval Islam. A study in cultural orientation*, 2<sup>nd</sup> Ed. Chicago 1961.
- Hartner, Willy and Matthias Schramm, *al-Bīrūnī and the Theory of the Solar Apogee: an example of originality in Arabic Science*, in: *Scientific Change. Symposium on the History of Science*. University of Oxford, 9-15 July 1961, ed. A. C. Crombie, London 1963, S. 206-218.
- Hartner, Willy, *Quand et comment s'est arrêté l'essor de la culture scientifique dans l'Islam?*, in: *Classicisme et déclin culturel dans l'histoire de l'Islam*, Paris 1957, S. 319-337.
- Haskins, Charles H., *Studies in the history of medieval science*, New York 1924.
- Heinrichs, Wolfhart, *Arabische Dichtung und griechische Poetik. Hāzīm al-Qartāğannīs Grundlegung der Poetik mit Hilfe aristotelischer Begriffe*, Beirut 1969.
- Heinrichs, Wolfhart, *Poetik, Rhetorik, Literaturkritik, Metrik und Reimlehre*, in: *Grundriß der arabischen Philologie*, Bd. 2, Wiesbaden 1987, S. 177-207.
- Heischkel, Edith, *Die Geschichte der Medizingeschichtsschreibung*, im Anhang zu: Walter Artelt, *Einführung in die Medizingeschichte*, Stuttgart 1949, S. 201-237.

- Hellmann, Gustav, *Meteorologische Optik 1000-1836*, Berlin 1902 (Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus, No. 14).
- Hennig, Richard, *Terræ incognitæ. Eine Zusammenstellung und kritische Bewertung der wichtigsten vorcolumbischen Entdeckungsreisen an Hand der darüber vorliegenden Originalberichte*, 4 Bde., Leiden 1944-1956.
- Hill, Donald R., *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices*, s. al-Ġazarī.
- Hirschberg, Julius und Julius Lippert, *Ali ibn Isa. Erinnerungsbuch für Augenärzte*, übersetzt und erläutert, Leipzig 1904 (Nachdr. *Islamic Medicine* Bd. 44).
- Hirschberg, Julius, *Geschichte der Augenheilkunde*, 2. Buch: *Geschichte der Augenheilkunde im Mittelalter*, Leipzig 1908 (Graefe-Saemisch, *Handbuch der gesamten Augenheilkunde*, Bd. 13).
- Hirschberg, Julius, *Über das älteste arabische Lehrbuch der Augenheilkunde*, in: Sitzungsberichte der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften (Berlin), Jahrgang 1903, S. 1080-1094 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 23, S. 30-44).
- Horst, Eberhard, *Der Sultan von Lucera. Friedrich II. und der Islam*, Freiburg 1997.
- Horten, Max, *Die Metaphysik Avicennas*, übersetzt und erläutert, Halle und New York 1907 (Nachdr. *Islamic Philosophy* Bd. 40-41).
- Horten, Max, *Das philosophische System von Schirāzi (gest. 1640)*, übersetzt und erläutert, Straßburg 1913 (Nachdr. *Islamic Philosophy* Bd. 92).
- Hunger, Herbert und Kurt Vogel, *Ein byzantinisches Rechenbuch des 15. Jahrhunderts. Text, Übersetzung und Kommentar*, Wien 1963.
- Ibel, Thomas, *Die Wage im Altertum und Mittelalter*, Erlangen 1908 (Nachdruck in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 45, S. 1-192).
- Ibn Abi Uṣaibi'a, *'Uyūn al-anbā' fī ṭabaqāt al-aṭibbā'*, ed. August Müller, 2 Bde., Kairo, Königsberg 1299/1882.
- Ibn al-Haitam, *aš-Šukūk 'alā Baṭlamiyūs*, Kairo 1971.
- Ibn al-'Ibrī, Abu l-Faraġ Barhebraeus, *Ta'rīḥ muḥtaṣar ad-duwal*, ed. Šālḥānī, Beirut 1890 (Nachdr. Beirut 1958).
- Ibn Māġid, *Kitāb al-Fawā'id fī uṣūl 'ilm al-baḥr wa-l-qawā'id*, ed. I. Ḥūrī, Damaskus 1970.
- Ibn an-Nadīm, *Kitāb al-Fihrist*, ed. Gustav Flügel, Leipzig 1872.
- [Ibn Rustah, *Kitāb al-A'lāq an-naḥṣa*; Ausz.] *Kitāb al-A'lāk an-Naḥṣa VII auctore Ibn Rosteh et Kitāb al-Boldān auctore al-Jakūbī*, ed. M[ichael] J[an] de Goeje. Leiden 1891 (Nachdruck *Islamic Geography* Bd. 40).
- [Ibn Sīnā, *Kitāb aš-Šifā'*] *aš-Šifā'. ar-Riyāḍiyyāt*. 3. - *Ġawāmi'* 'ilm al-mūsīqī, ed. Zakariyā' Yūsuf, Kairo 1956.
- [al-Idrīsī, *Nuzhat al-muštāq fī ḥtirāq al-āfāq*:] *Opus geographicum sive «Liber ad eorum delectationem qui terras peragrare studeant» ...* ed. Alessio Bombaci et al., Neapel und Rom 1970-1984, franz. Übers. Pierre Amadée Jaubert u d T. *Géographie d'Édrisi* Bde. 1-2, Paris 1836-1840 (Nachdruck *Islamic Geography* Bde. 2-3).
- Irigoin, Jean, *Les origines de la fabrication du papier en Italie*, in: *Papiergeschichte. Zeitschrift der Forschungsstelle Papiergeschichte (Mainz)* 13,5-6/1963 (Dez.)/62-67.
- Irigoin, Jean, *Papiers orientaux et papiers occidentaux*, in: *La paléographie grecque et byzantine*, ed. J. Bompaigne und J. Irigoin, Paris 1977, S. 45-54. *Islamic Geography*, Bd. 1-278, Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1992-1998.
- Islamic Mathematics and Astronomy*, Bd. 1-112, Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1997-2002.
- Islamic Medicine*, Bd. 1-99, Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1995-1998.
- Islamic Philosophy*, Bd. 1-120, Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1999-2000.
- The Islamic World in Foreign Travel Accounts*, Bd. 1-79, Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1994-1997.
- Jacquart, Danielle (ed.), *Constantine the African and 'Alī Ibn al-'Abbās al-Maġūsī*, s. Burnett, Charles.
- Jacquart, Danielle und Françoise Micheau, *La médecine arabe et l'occident médiéval*, Paris 1990.
- Jahn, Karl, *Die Erweiterung unseres Geschichtsbildes durch Rašīd al-Dīn*, in: *Anzeiger der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Philologisch-historische Klasse (Wien)* 107/1970(1971)/139-149.
- Jahn, Karl, *The still missing works of Rashīd al-Dīn*, in: *Central Asiatic Journal (Wiesbaden)* 9/1964/113-122.
- Jahn, Karl, *Täbris, ein mittelalterliches Kulturzentrum zwischen Ost und West*, in: *Anzeiger der Philologisch-historischen Klasse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Wien)* 105/1968/201-211.
- Jahn, Karl, *Wissenschaftliche Kontakte zwischen Iran und China in der Mongolenzeit*, in: *Anzeiger der Philologisch-historischen Klasse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Wien)* 106/1969/199-211.
- Jammers, Ewald, *Gedanken und Beobachtungen zur Geschichte der Notenschriften*, in: *Festschrift Walter Wiora*, Kassel 1967, S. 196-204.
- Jones, Alexander, *An eleventh-century manual of Arabo-Byzantine astronomy*, Amsterdam 1987.
- Juschkeiwitsch, Adolf P., *Geschichte der Mathematik im Mittelalter*, Leipzig und Basel 1964.

- Juschkeiwitsch, Adolf P. und Boris A. Rosenfeld, *Die Mathematik der Länder des Ostens im Mittelalter*, Berlin 1963.
- Kantorowicz, Ernst, *Kaiser Friedrich der Zweite*, 3. Aufl., Bde. 1-2, Berlin 1931.
- Kennedy, Edward S., *An early method of successive approximation*, in: *Centaurus* (Kopenhagen) 13/1969/248-250.
- Kennedy, Edward S., *Late medieval planetary theory*, in: *Isis* (Baltimore) 57/1966/365-378.
- Kennedy, Edward S., *A medieval interpolation scheme using second order differences*, in: *A Locust's Leg. Studies in honour of S.H. Taqizadeh*, London 1962, S. 117-120.
- Kennedy, Edward S. und William R. Transue, *A medieval iterative algorism*, in: *The American Mathematical Monthly* (Menasha, Wisc.) 63/1956/80-83.
- Kennedy, Edward S., *Planetary theory in the medieval Near East and its transmission to Europe*, in: *Oriente e Occidente nel medioevo. Convegno internazionale 9-15 aprile 1969, Rom 1971* (Accademia Nazionale dei Lincei), S. 595-604.
- Kennedy, Edward S., *The heritage of Ulugh Beg*, in: *Science in Islamic civilisation*, Istanbul 2000, S. 97-109.
- Kiesewetter, Raphael Georg, *Die Musik der Araber, nach Originalquellen dargestellt*, mit einem Vorworte von J. v. Hammer-Purgstall, Leipzig 1842, Nachdr. Schaan (Liechtenstein) 1983.
- Köhler, G., *Die Entwicklung des Kriegswesens und der Kriegführung in der Ritterzeit von der Mitte des 11. Jahrhunderts bis zu den Hussitenkriegen*, 3 Bde., Breslau 1887.
- Kosegarten, Johann Gottfried Ludwig, *Die moslemischen Schriftsteller über die Theorie der Musik*, in: *Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes* (Bonn) 5/1844/137-163.
- von Kremer, Alfred, *Culturgeschichte des Orients unter den Chalifen*, 2 Bde., Wien 1875-1877.
- Krause, Max, *Al-Biruni. Ein iranischer Forscher des Mittelalters*, in: *Der Islam* (Berlin) 26/1942/1-15 (Nachdruck in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 36, S. 1-15).
- Krumbacher, Karl, *Geschichte der byzantinischen Litteratur von Justinian bis zum Ende des Oströmischen Reiches (527-1453)*, 2. Aufl., München 1897 (Nachdr. New York 1970).
- Kunitzsch, Paul, *Das Arabische als Vermittler und Anreger europäischer Wissenschaftssprache*, in: *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* (Weinheim) 17/1994/145-152.
- Kunitzsch, Paul, *Die arabische Herkunft von zwei Sternverzeichnissen in cod. Vat. gr. 1056*, in: *Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft* (Wiesbaden) 120/1970/281-287.
- Kunitzsch, Paul, *Gerard's translations of astronomical texts, especially the Almagest*, in: *Gerardo da Cremona*, ed. Pierluigi Pizzamiglio, Cremona 1992 (Annali della Biblioteca Statale e Libreria Civica di Cremona Bd. 41, 1990), S. 71-84.
- Kunitzsch, Paul, *Glossar der arabischen Fachausdrücke in der mittelalterlichen europäischen Astrolab-literatur*, Göttingen 1983.
- Kunitzsch, Paul, *al-Khwārizmī as a Source for the Sententia astrolabii*, in: *From Deferent to Equant: A volume of studies in the history of science in the ancient and medieval Near East in honor of E.S. Kennedy*, New York 1987, S. 227-236.
- Kunitzsch, Paul und Tim Smart, *Short guide to modern star names and their derivations*, Wiesbaden 1986.
- Lasswitz, Kurd, *Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton*, Leipzig 1890 (Nachdr. Hildesheim 1963 und 1984).
- Leclerc, Lucien, *Histoire de la médecine arabe*, 2 Bde., Paris 1876 (Nachdr. Rabat 1980, *Islamic Medicine* Bde. 48-49).
- Lehmann, Hermann, *Die Arbeitsweise des Constantinus Africanus und des Johannes Afflacijs im Verhältnis zueinander*, in: *Archeion* (Rom) 12/1930/272-281 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 43, S. 338-347).
- Lelewel, Joachim, *Géographie du Moyen Âge*, Bd. 1-4; Bd. 5, *Épilogue, Atlas composé de cinquantes planches*, Bruxelles, Paris 1850-1857 (Nachdruck *Islamic Geography* Bde. 129-133).
- Lévi-Provençal, Evariste, *La «Description de l'Espagne» d'Ahmad al-Rāzī: Essai de reconstitution de l'original arabe et traduction française*, in: *Al-Andalus* (Madrid, Granada) 18/1953/51-108.
- Lewicki, Tadeusz, *Marino Sanudos Mappa mundi (1321) und die runde Weltkarte von Idrīsī (1154)*, in: *Rocznik Orientalistyczny* (Warschau) 38/1976/169-195.
- Luckey, Paul, *Die Ausziehung der n-ten Wurzel und der binomische Lehrsatz in der islamischen Mathematik*, in: *Mathematische Annalen* (Berlin) 120/1948/217-274 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 56, S. 11-68).
- Luckey, Paul, *Beiträge zur Erforschung der arabischen Mathematik*, in: *Orientalia* (Rom) N.S. 17/1948/490-510 (Nachdruck in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 96, S. 46-66).
- Luckey, Paul, *Der Lehrbrief über den Kreisumfang (ar-Risāla al-Muḥīṭīya) von Ġamšīd b. Mas'ūd al-Kāšī übersetzt und erläutert*, ed. A. Siggel, Berlin 1953 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 56, S. 227-329).
- Luckey, Paul, *Die Rechenkunst bei Ġamšīd b. Mas'ūd al-Kāšī mit Rückblicken auf die ältere Geschichte des Rechnens*, Wiesbaden 1951 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 56, S. 75-225).



- Mandonnet, Pierre Félix, *Les idées cosmographiques d'Albert le Grand et de S. Thomas d'Aquin et la découverte de l'Amérique*, in: *Revue Thomiste* (Paris) 1/1893/46-64, 200-221.
- Manik, Liberty, *Das arabische Tonsystem im Mittelalter*, Leiden 1969.
- Manitius, Max, *Geschichte der lateinischen Literatur des Mittelalters*, 3 Bde., München 1911-1931.
- al-Marrākuṣī, Ġāmi' al-mabādi' wa-l-ġāyāt fī 'ilm al-mīqāt] al-Ḥasan ibn 'Alī ('Alī ibn al-Ḥasan?) al-Marrākūshī (7<sup>th</sup>/13<sup>th</sup> cent.), *Jāmi' al-mabādi' wa ūl-ghāyāt fī 'ilm al-mīqāt / Comprehensive Collection of Principles and Objectives in the Science of Timekeeping*, Faksimile-Edition Fuat Sezgin, 2 Bde., Frankfurt a.M.: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1984 (Series C - 1, 1-2).
- al-Marrākuṣī, *Talḥiṣ a'māl al-ḥisāb*, hsg. von M. Suwīsī, Tunis 1969.
- Marre, Aristide, *Le Talkhys d'Ibn Albannā, traduit pour la première fois ...*, in: *Atti dell'Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei* (Rom) 17/1864/289-319 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 44, S. 1-31).
- al-Mas'ūdī, *at-Tanbīh wa-l-iṣrāf*, ed. Michael Jan de Goeje, Leiden 1893 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 41).
- Mayr, Otto, *The Origins of Feedback Control*, in: *The Scientific American* (New York) 223/1970/111-118.
- Mercier, Raymond, *Astronomical tables in the twelfth century*, in: *Adelard of Bath*, ed. Charles Burnett, London 1987, S. 87-118.
- Mercier, Raymond, *East and West contrasted in scientific astronomy*, in: *Occident et Proche-Orient: Contacts scientifiques au temps des Croisades. Actes du colloque de Louvain-la-Neuve, 24 et 25 mars 1997*, ed. Isabelle Draelants u.a., [Turnhout:] Brepols S. 325-342.
- Mercier, Raymond, *The parameters of the Zij of Ibn al-A'lam*, in: *Archives internationales d'histoire des sciences* (Rom) 39/1989/22-50.
- Meyerhof, Max, *Die allgemeine Botanik und Pharmakologie des Edrisi*, in: *Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik* (Leipzig) 12/1930/225-236 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 96, S. 69-80).
- Meyerhof, Max, *Über die Pharmakologie und Botanik des arabischen Geographen Edrisi*, in: *Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik* (Leipzig) 12/1930/45-53, 236 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 96, S. 59-68).
- Micheau, Françoise, *La médecine arabe et l'occident médiéval*, s. Jacquart, Danielle.
- Millás Vallicrosa, José Maria, *Assaig d'història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya medieval*, Bd. 1, Barcelona 1931 (Estudis Universitaris Catalans. Sèrie monogràfica Bd. 1).
- Miller, Konrad, *Mappae Arabicae*, 6 Bde., Stuttgart 1926-1931 (Nachdruck *Islamic Geography* Bde. 240-241).
- Mogenet, Joseph, *L'influence de l'astronomie arabe à Byzance du IX<sup>e</sup> au XIV<sup>e</sup> siècle*, in: *Colloques d'histoires des sciences* I (1972) et II (1973). Université de Louvain, Recueil de travaux d'histoire et de philologie, série 6, 9/1976/45-55.
- Mogenet, Joseph, *Une scolie inédite du Vat. gr. 1594 sur les rapports entre l'astronomie arabe et Byzance*, in: *Osiris* (Brügge) 14/1962/198-221.
- Mordtmann, Johannes Heinrich, *Das Observatorium des Taqī ed-dīn zu Pera*, in: *Der Islam* (Berlin und Leipzig) 13/1923/82-96 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 88, S. 281-295).
- Müller, Marcus Joseph, *Ibnul-khatīb's Bericht über die Pest*, in: *Sitzungsberichte der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften* (München). Philosophisch-philologische Klasse 2/1863/1-34 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 93, S. 37-70).
- Müller, Martin (ed.), *Die Quaestiones naturales des Adelardus von Bath*, Münster 1934 (Beiträge zur Geschichte der Philosophie des Mittelalters, Bd. 31, Heft 2).
- Natural Sciences in Islam*, Bde. 1-90, Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 2000-2003.
- Needham, Joseph, *Science and Civilisation in China*, 10 Bde., Cambridge, London, New York, Melbourne 1954-1985.
- Neubauer, Eckhard, *Musiker am Hof der frühen Abbasiden*, Diss. Frankfurt 1965.
- Neubauer, Eckhard, *Zur Rolle der Araber in der Musikgeschichte des europäischen Mittelalters*, in: *Islam und Abendland. Geschichte und Gegenwart*, hsg. von André Mercier, Bern und Frankfurt 1976, S. 111-129.
- Neugebauer, Otto, *Commentary on the astronomical treatise Par. gr. 2425*, Brüssel 1969.
- Neugebauer, Otto, *Studies in Byzantine astronomical terminology*, Philadelphia 1960 (Transactions of the American Philosophical Society, Bd. 50, Teil 2).
- Özkan, Zahide, *Die Psychosomatik bei Abū Zaid al-Balḥī (gest. 934 A.D.)*, Frankfurt 1990 und 1998 (*Islamic Medicine* Bd. 98).
- Olearius, Adam, *Vermehrte neue Beschreibung der muscovitischen und persischen Reyse ...* Schleswig 1656 (Nachdruck hrsg. von Dieter Lohmeier, Tübingen 1971 und *The Islamic World in Foreign Travel Accounts*, Bde. 3-4).
- Palencia, Angel Gonzáles, *Los Mozárabes de Toledo en los siglos XII y XIII. Volumen preliminar*, Madrid 1930.
- Perkuhn, Eva Ruth, *Die Theorien zum arabischen Einfluß auf die europäische Musik des Mittelalters*, Walldorf (Hessen) 1976.



- Peschel, Oscar, *Geschichte der Erdkunde bis auf Alexander von Humboldt und Carl Ritter*, 2., von Sophus Ruge verb. Aufl., München 1877.
- Picard, Christophe, *L'océan Atlantique musulman. De la conquête arabe à l'époque almohade*, Paris 1997.
- Pietzsch, Gerhard, *Die Klassifikation der Musik von Boetius bis Vgolino von Orvieto*, Halle 1929 (Nachdr. Darmstadt 1968).
- [al-Qazwīnī, *Āṭār al-bilād*] *Zakarija Ben Muhammed Ben Mahmud el-Cazwini's Kosmographie*. Zweiter Theil: *Kitāb āṭār al-bilād* [orig. arab.]. *Die Denkmäler der Länder*, ed. Ferdinand Wüstenfeld, Göttingen 1848 (Nachdruck *Islamic Geography* Bd. 198).
- Quatremère, Étienne, *Raschid-eldin. Histoire des Mongols de la Perse*, Paris 1836 (Nachdr. Amsterdam 1968).
- [Ramelli, Agostino] *The various and ingenious machines of Agostino Ramelli. A classic sixteenth-century illustrated treatise on technology*. Translation and biographical study by Martha T. Gnudi. Annotations ... by Eugene S. Ferguson, Toronto 1976 (Nachdr. New York 1994).
- Ramusio, Gian Battista, *Delle Navigazioni et viaggi*, Venedig 1563-1606 (Nachdr. I-III, Amsterdam 1968-1970).
- [Rašīdaddīn Faḍlallāh] *Mukātabāt-i Rašīdī*, ed. Muḥammad Šafīʿ, Lahore 1947.
- Reinaud, Joseph-Toussaint, *Géographie d'Aboulféda*, Bd. 1: *Introduction générale à la géographie des Orientaux*, Paris 1848 (Nachdruck *Islamic Geography* Bd. 277).
- Renan, Ernest, *Averroès et l'Averroïsme*, 3. Aufl. Paris 1867, Nachdr. Frankfurt, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1985 (Series B - Philosophy 1).
- Renaud, Henri-Paul-Joseph, *Un médecin du royaume de Grenade. Muḥammad aš-Šaqūrī*, in: Hespéris (Paris) 33/1946/31-64 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 92, S. 181-214).
- Renaud, Henri-Paul-Joseph, *Sur un passage d'Ibn Khaldūn relatif à l'histoire des mathématiques*, in: Hespéris (Paris) 31/1944/35-47 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 44, S. 191-203).
- Rennell, James, *Memoir of a map of Hindoostan or the Mogul Empire*, London 1793 (Nachdr. *Islamic Geography* Bde. 260-261).
- Riccioli, Giambattista, *Geographia et hydrographia reformata*, Venedig 1672.
- Ritter, Hellmut, *Die Geheimnisse der Wortkunst (Asrār al-balāga) des 'Abdalqāhir al-Curcānī*. Aus dem Arabischen übersetzt, Wiesbaden 1959.
- Rose, Valentin, *Ptolemäus und die Schule von Toledo*, in: Hermes (Wiesbaden) 8/1874/327-349 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 63, S. 171-193).
- Rosenfeld, Boris, *Die Mathematik der Länder des Ostens im Mittelalter*, s. Juschkewitsch, Adolf P.
- Rosenthal, Franz, *Das Fortleben der Antike im Islam*, Zürich und Stuttgart 1965.
- Rosenthal, Franz, *Ibn Khaldūn, The Muqaddimah. An introduction to history*, New York 1958.
- Rosenthal, Franz, *A history of Muslim historiography*, Leiden 1952.
- Ruska, Julius, *Zur ältesten arabischen Algebra und Rechenkunst*, Heidelberg 1917.
- Saliba, George, *Al-Qushji's reform of the Ptolemaic model for Mercury*, in: *Arabic Science and Philosophy* 3/1993/161-162.
- Saliba, George, *Arabic planetary theories after the eleventh century AD*, in: *Encyclopedia of the History of Arabic Science*, Bd. 1, London u. New York 1996, S. 58-127.
- Sandler, Christian, *Die Reformation der Kartographie um 1700*, München und Berlin 1905.
- Sarton, George, *Introduction to the History of Science*, 3 Bde. in 5 Teilen, Baltimore 1927-1948.
- Sayılı, Aydın, *Al Qarāfī and his explanation of the rainbow*, in: *Isis* (Brügge) 32/1940(1947)/16-26 (Nachdr. in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 34, S. 176-186).
- Sayılı, Aydın, *A short article of Abū Sahl Wayjan ibn Rustam al Qūhī on the possibility of infinite motion in finite time*, in: *Actes du VIII<sup>e</sup> Congrès international d'histoire des sciences*, Florence - Milan 3-9 septembre 1956, Florenz 1958, Bd. 1, S. 248-249 und in: *Bulleten* (Ankara) 21/1957/489-495.
- Sayılı, Aydın, *Thābit ibn Qurra's Generalization of the Pythagorean Theorem*, in: *Isis* (Baltimore) 51/1960/35-37.
- Sayılı, Aydın, *The trisection of the angle by Abū Sahl Wayjan ibn Rustam al-Kūhī (fl. 970-988)*, in: *Bulleten* (Ankara) 26/1962/696-697.
- Schack, Dietlind, *Die Araber im Reich Rogers II.*, Diss. Berlin 1969.
- Schipperges, Heinrich, *Arabische Medizin im lateinischen Mittelalter*, Berlin, Heidelberg, New York 1976.
- Schipperges, Heinrich, *Die Assimilation der arabischen Medizin durch das lateinische Mittelalter*, Wiesbaden 1964.
- Schipperges, Heinrich, *Assimilations-Zentren arabischer Wissenschaft im 12. Jahrhundert*, in: *Centaurus* (Kopenhagen) 4/1955-56/325-350.
- Schipperges, Heinrich, *Einflüsse arabischer Wissenschaften auf die Entstehung der Universität*, in: *Nova Acta Leopoldina* (Halle) 27/1963/201-212.
- Schipperges, Heinrich, *Handschriftenstudien in spanischen Bibliotheken zum Arabismus des lateinischen Mittelalters*, in: *Sudhoffs Archiv* (Wiesbaden) 52/1968/3-29.

- Schipperges, Heinrich, *Eine griechisch-arabische Einführung in die Medizin*, in: Deutsche medizinische Wochenschrift (Stuttgart) 87/1962/1675-1680.
- Schipperges, Heinrich, *Ideologie und Historiographie des Arabismus*, Wiesbaden 1961, (Sudhoffs Archiv, Beihefte, 1).
- Schipperges, Heinrich, *Zur Wirkungsgeschichte des Arabismus in Spanien*, in: Sudhoffs Archiv (Wiesbaden) 56/1972/225-254.
- Schlesinger, Kathleen, *The question of an Arabian influence on musical theory*, in: The Musical Standard (London) N.S. 25/1925/148-150, 160-162.
- Schlund, Erhard, *Petrus Peregrinus von Maricourt, sein Leben und seine Schriften (ein Beitrag zur Roger Bacon-Forschung)*, in: Archivum Franciscanum Historicum (Florenz) 4/1911/436-455, 633-643; 5/1912/22-40.
- Schnaase, Leopold, *Alhazen. Ein Beitrag zur Geschichte der Physik*, in: Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig N.F. 7, Heft 3, 1890, S. 140-164 (Nachdr. in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 33, S. 26-52).
- Schneider-Carius, Karl, *Wetterkunde, Wetterforschung*, München 1955.
- Schramm, Matthias, *al-Bīrūnī and the Theory of the Solar Apogee: an example of originality in Arabic Science* s. Hartner, Willy.
- Schramm, Matthias, *Ibn al-Haythams Stellung in der Geschichte der Wissenschaften*, in: Fikrun wa Fann (Hamburg) 6/1965/Separatdruck S. 2-22, arab. S. 85-65.
- Schramm, Matthias, *Ibn al-Haythams Weg zur Physik*, Wiesbaden 1963 (Boethius, Texte und Abhandlungen zur Geschichte der exakten Wissenschaften, 1).
- Schramm, Matthias, *Zur Entwicklung der physiologischen Optik in der arabischen Literatur*, in: Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin (Wiesbaden) 43/1959/289-328.
- Schweigger, Salomon, *Ein neue Reysbeschreibung auß Teutschland Nach Constantinopel und Jerusalem*, Nürnberg 1608 (Nachdruck *The Islamic World in Foreign Travel Accounts* Bd. 28).
- The Science of Music in Islam*, Bde. 1-5, Frankfurt am Main: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1997-1999.
- Sezgin, Fuat, *Geschichte des arabischen Schrifttums*, Bd. 1-9, Leiden 1967-1984. *Gesamtindices zu Bd. I-IX*, Frankfurt a.M.: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1995. Bd. 10-12, Frankfurt 2000.
- Silberberg, Bruno, *Das Pflanzenbuch des Abū Ḥanīfa Aḥmed ibn Dā'ūd ad-Dīnawarī. Ein Beitrag zur Geschichte der Botanik bei den Arabern*, in: Zeitschrift für Assyriologie und verwandte Gebiete (Straßburg) 24/1910/225-265; 25/1911/39-88 (Nachdr. in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 18, S. 117-208).
- Simon, Udo Gerhard, *Mittelalterliche arabische Sprachbetrachtung zwischen Grammatik und Rhetorik: 'ilm al-ma'ānī bei as-Sakkākī*, Heidelberg 1993.
- Stautz, Burkhard, *Die Astrolabiensammlung des Deutschen Museums und des Bayerischen Nationalmuseums*, München 1999.
- Stautz, Burkhard, *Die früheste bekannte Formgebung der Astrolabien*, in: Ad radices. Festband zum fünfzigjährigen Bestehen des Instituts für Geschichte der Naturwissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, ed. Anton von Gotstedter, Stuttgart 1994, S. 315-328.
- Steiger, Arnald, *Zur Sprache der Mozaraber*, in: Sache, Ort und Wort. Festschrift für Jakob Jud, Genf 1942 (*Romanica Helvetica* Bd. 20), S. 624-723.
- Steinschneider, Moritz, *Die europäischen Übersetzungen aus dem Arabischen bis Mitte des 17. Jahrhunderts*, Wien 1904 (Nachdr. Graz 1956).
- Strohm, Hans, *Aristoteles. Meteorologie. Über die Welt*, Berlin 1970.
- Sudhoff, Karl, *Constantin, der erste Vermittler muslimischer Wissenschaft ins Abendland und die beiden Salernitaner Frühscholastiker Maurus und Urso, als Exponenten dieser Vermittlung*, in: Archeion (Rom und Paris) 14/1932/359-369 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 43, S. 185-195).
- Sudhoff, Karl, *Daniels von Morley liber de naturis inferiorum et superiorum ...* in: Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik (Leipzig) 8/1917-18/1-40.
- Sudhoff, Karl, *Konstantin der Afrikaner und die Medizinschule von Salerno*, in: Sudhoffs Archiv für Geschichte der Medizin (Leipzig) 23/1930/293-298 (Nachdr. in: *Islamic Medicine* Bd. 43, S. 179-184).
- Suter, Heinrich, *Die Abhandlung über die Ausmessung des Paraboloides von el-Ḥasan b. el-Ḥasan b. el-Haitham, übersetzt und mit Kommentar versehen*, in: Bibliotheca Mathematica (Leipzig), 3. Folge 12/1912/289-332 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 57, S. 141-184).
- Suter, Heinrich, *Die Abhandlungen Thâbit b. Qurra und Abû Sahl al-Kûhîs über die Ausmessung der Paraboloiden*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 48-49/1916-17/186-227 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 21, S. 68-109).
- Suter, Heinrich, *Beiträge zu den Beziehungen Kaiser Friedrichs II. zu zeitgenössischen Gelehrten des Ostens und Westens, insbesondere zu dem arabischen Enzyklopädisten Kemâl ed-din ibn Yûnis*, in: H. Suter, Beiträge zur Geschichte der Mathematik

- bei den Griechen und den Arabern, ed. J. Frank, Erlangen 1922, S. 1-8 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 77, S. 307-314).
- Suter, Heinrich, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke*, Leipzig 1900 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 82, S. 1-288).
- Suter, Heinrich, *Das Rechenbuch des Abû Zakarîjâ el-Ḥaṣṣâr*, in: *Bibliotheca Mathematica* (Leipzig) 3. Folge, 2/1901/12-40 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 77, S. 322-360).
- Suter, Heinrich, *Über das Rechenbuch des Alî ben Ahmed el-Nasawî*, in: *Bibliotheca Mathematica* (Leipzig, Berlin) 3. Folge 7/1906-7/113-119 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 82, S. 361-367).
- Suter, Heinrich, *Über die Geometrie der Söhne des Mûsâ ben Schâkir*, in: *Bibliotheca Mathematica* (Leipzig, Berlin) 3. Folge, 3/1902/259-272 (Nachdruck in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 76, S. 137-150).
- aṭ-Ṭabarî, Muḥammad b. Ğarîr, *Ta'rîḫ ar-rusul wa-l-mulûk*, ed. Michael Jan de Goeje, 15 Bde., Leiden 1879 ff. (Nachdruck ebd. 1964).
- Talas, Asad, *L'enseignement chez les Arabes. La madrasa Nizamiyya et son histoire*, Paris 1939.
- Taqîyaddîn, *Kitâb aṭ-Ṭuruq as-sanîya fi l-âlât ar-rûḥânîya*, Faksimile-Edition in: Aḥmad Y. al-Ḥasan, *Taqîyaddîn wa-l-handasa al-mikânîkiya al-'arabiya*, Aleppo 1976.
- Tekeli, Sevim, *16'inci asırda Osmanlılarda saat ve Takiyüddin'in «Mekanik saat konstrüksiyona dair en parlak yıldızlar» adlı eseri*, Ankara 1966.
- Tihon, Anne, *L'astronomie byzantine (du Ve au XVe siècle)*, in: *Byzantion* (Brüssel) 51/1981/603-624.
- Tihon, Anne, *Les textes astronomiques arabes importés à Byzance aux XI<sup>e</sup> et XII<sup>e</sup> siècles*, in: *Occident et Proche-Orient: Contacts scientifiques au temps des Croisades. Actes du colloque de Louvain-la-Neuve, 24 et 25 mars 1997*, hsg. von Isabelle Draelants u.a., [Turnhout:] Brepols 2000, S. 313-324.
- Tihon, Anne, *Sur l'identité de l'astronome Alim*, in: *Archives internationales d'histoire des sciences* (Rom) 39/1989/3-21.
- Tihon, Anne, *Les tables astronomiques persanes à Constantinople dans la première moitié du XIV<sup>e</sup> siècle*, in: *Byzantion* (Brüssel) 57/1987/471-487, 4 Abb.
- Tihon, Anne, *Tables islamiques à Byzance*, in: *Byzantion* (Brüssel) 60/1990/401-425.
- Tihon, Anne, *Un traité astronomique chypriote du XIV<sup>e</sup> siècle*, in: *Janus* (Leiden) 64/1977/279-308; 66/1979/49-81; 68/1981/65-127.
- Tihon, Anne, *Traité byzantins sur l'astrolabe*, in: *Physis* (Florenz) 32/1995/323-357.
- Togan, Zeki Velidi, *Ilhanlılarla Bizans arasındaki kültür münasebetlerine ait bir vesika (A document concerning cultural relations between the Ilkhanide and Byzantiens)*, in: *İslâm Tetkikleri Enstitüsü Dergisi* (İstanbul) 3/1966/ Anhang S. 1\*-39\*.
- Toomer, Gerald J., *The Solar Theory of az-Zarqâl: A History of Errors*, in: *Centaurus* (Kopenhagen) 14/1969/306-366.
- Tropfke, Johannes, *Geschichte der Elementar-Mathematik*, Bd. 3. *Proportionen, Gleichungen*. 3. Aufl. Berlin und Leipzig 1937.
- Tropfke, Johannes, *Geschichte der Elementar-Mathematik*, Bd. 4. *Ebene Geometrie*. 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1923.
- Tropfke, Johannes, *Geschichte der Elementar-Mathematik*, Bd. 5, I-II. *Ebene Trigonometrie. Sphärik und sphärische Trigonometrie*. 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1923.
- Ursprung, Otto, *Um die Frage nach dem arabischen bzw. maurischen Einfluß auf die abendländische Musik des Mittelalters*, in: *Zeitschrift für Musikwissenschaft* (Leipzig) 16/1934/129-141, 355-357.
- de Vaugondy, Robert, *Essai sur l'histoire de la géographie ou sur son origine, ses progrès et son état actuel*, Paris 1755.
- Vernet, Juan, *Die spanisch-arabische Kultur in Orient und Okzident*, Zürich und München 1984.
- van de Vyver, André, *Les étapes du développement philosophique du Haut Moyen-Age*, in: *Revue Belge de Philologie et d'Histoire* (Brüssel) 8/1929/425-452.
- van de Vyver, André, *Les premières traductions latines (X<sup>e</sup>-XI<sup>e</sup> s.) de traités arabes sur l'astrolabe*, in: 1er Congrès International de Géographie Historique. Tome II. *Mémoires*, Paris und Brüssel 1931, S. 266-290 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 90, S. 377-405).
- Wahl, Samuel Friedrich Günther, *Abdallatif's eines arabischen Arztes Denkwürdigkeiten Egyptens ... Aus dem Arabischen übersetzt und erläutert*, Halle 1790.
- Weinberg, Josef, *Die Algebra des Abû Kâmil Şoğâ' ben Aslam*, München 1935 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 23, S. 107-251).
- Weissenborn, Hermann, *Gerbert. Beiträge zur Kenntnis der Mathematik des Mittelalters*, Berlin 1888.
- Weissenborn, Hermann, *Zur Geschichte der Einführung der jetzigen Ziffern in Europa durch Gerbert*, Berlin 1892.
- Weisweiler, Max, *'Abdalqâhir al-Curcânî's Werk über die Unnachahmlichkeit des Korans und seine syntaktisch-stilistischen Lehren*, in: *Oriens* (Leiden) 11/1958/77-121.
- Werner, Otto, *Zur Physik Leonardo da Vincis*, Diss. Erlangen 1910.



- Wiedemann, Eilhard, *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte*, ed. Wolfdietrich Fischer, Bd. 1-2, Hildesheim 1970.
- Wiedemann, Eilhard, *Auszüge aus arabischen Enzyklopädien und Anderes* (Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. V), in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 37/1905/392-455 (Nachdr. in: Wiedemann, *Aufsätze* Bd. 1, S. 109-172).
- Wiedemann, Eilhard, *Fragen aus dem Gebiet der Naturwissenschaften, gestellt von Friedrich II., dem Hohenstaufen*, in: Archiv für Kulturgeschichte (Leipzig und Berlin) 11/1914/483-485 (Nachdr. in: Wiedemann, *Gesammelte Schriften* Bd. 2, S. 789-791 und in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 34, S. 173-175).
- Wiedemann, Eilhard, *Gesammelte Schriften zur arabisch-islamischen Wissenschaftsgeschichte*, ed. Dorothea Girke und Dieter Bischoff, 3 Bde., Frankfurt a.M.: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften 1984 (Series B-1,1-3).
- Wiedemann, Eilhard, *Die Naturwissenschaften bei den orientalischen Völkern*, in: *Erlanger Aufsätze aus ernster Zeit*, Erlangen 1917, S. 49-58 (Nachdr. in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften* Bd. 2, S. 853-862).
- Wiedemann, Eilhard, *Optische Studien in Laienkreisen im 13. Jahrhundert in Ägypten*, in: Eder. Jahrbuch der Photographie (Leipzig) 27/1913/65-72 (Nachdr. in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften* Bd. 2, S. 710-717 und in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 34, S. 153-160).
- Wiedemann, Eilhard, *Roger Bacon und seine Verdienste um die Optik*, in: *Roger Bacon Essays*, contributed by various authors, Oxford 1914, S. 185-203 (Nachdr. in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften* Bd. 2, S. 770-788).
- Wiedemann, Eilhard, *Über das al Bêrûnîsche Gefäß zur spezifischen Gewichtsbestimmung*, in: Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft im Jahre 1908, Braunschweig 1908, S. 339-343 (Nachdr. in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 46, S. 113-117).
- Wiedemann, Eilhard und Fritz Hauser, *Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur*, in: Nova Acta. Abhandlungen der Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle 100/1915/1-272 (Nachdruck in: E. Wiedemann, *Gesammelte Schriften*, Bd. 3, S. 1211-1482 und *Natural Sciences in Islam* Bd. 41, S. 21-292).
- Wiedemann, Eilhard, *Über die Verbreitung der Bestimmungen des spezifischen Gewichtes nach Bîrûnî*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 45/1913/31-34 (Nachdr. in: *Natural Sciences in Islam* Bd. 46, S. 119-122).
- Wiedemann, Eilhard, *Über Tâbit ben Qurra, sein Leben und Wirken*, in: Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Sozietät (Erlangen) 52-53/1920-21/189-219 (Nachdr. in: *Aufsätze zur arabischen Wissenschaftsgeschichte* Bd. 2, S. 548-578).
- Woepcke, Franz, *L'algèbre d'Omar Alkhayyâmî*, Paris 1851 (Nachdruck in: *Islamic Mathematics and Astronomy* Bd. 45, S. 1-206).
- Woepcke, Franz, *Passages relatifs à des sommes de séries de cubes extraits de deux manuscrits arabes inédits du British Museum de Londres*, in: Journal de mathématiques pures et appliquées (Paris), 2<sup>e</sup> série, 10/1865/83-116 (Nachdr. in: *Islamic Mathematics and Astronomie* Bd. 44, S. 105-138).
- Wolf, Rudolf, *Geschichte der Astronomie*. München 1877.
- al-Ya'qûbî, Aḥmad b. Ishāq, *Kitāb al-Buldān*, ed. Michael Jan de Goeje, Leiden 1892 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 40), französ. Übers. von Gaston Wiet udT. *Ya'qûbî. Les pays*, Kairo 1937 (Nachdr. *Islamic Geography* Bd. 265).





# Index

## I. Personennamen

### A – ‘A

- Aballagh, Mohammed 54 n.  
Abaqa Hān 157  
‘Abbās b. Firnās 18  
‘Abdalḥalim b. Sulaimān aṭ-Ṭuqāṭi 60  
‘Abdalḥamīd b. Wāsī‘ Ibn Turk 13  
‘Abdalḥaqḳ b. Ibrāhīm Ibn Sab‘in 148, 149 n., 154  
‘Abdallāh b. ‘Abdal‘azīz al-Bakrī Abū ‘Ubaid 32  
‘Abdallāh b. ‘Abdalmalik b. Marwān, Umaiyaadenkalif 3  
‘Abdallāh b. Aḥmad Ibn al-Baiṭār 176 n.  
‘Abdallāh Ibn al-Muqaffa‘ 8, 154  
‘Abdallaṭif b. Yūsuf b. Muḥammad al-Baḡdādi 50, 51  
‘Abdalmalik b. Marwān, Umaiyaadenkalif 3  
‘Abdalmu‘min b. Yūsuf al-Urmawī Ṣafiyaddīn 52  
‘Abdalqādir b. Muḥammad an-Nu‘aimī 73  
‘Abdalqāhir b. ‘Abdarraḥmān al-Ġurġāni 33, 52  
‘Abdarraḥmān al-Ḥāzinī 36  
‘Abdarraḥmān b. Muḥammad b. Muḥammad Ibn Ḥaldūn  
Abū Zaid 55, 63  
‘Abdarraḥmān b. ‘Umar b. Muḥammad aṣ-Ṣūfi 20  
‘Abdalwāhid ar-Rāšid, Almohadenherrscher 148  
van den Abeele, Baudouin 91 n., 149 n.  
Abraham bar Ḥiyya alias Savasorda 140  
Abu l-‘Abbās al-Īrānšahrī 15  
Abū ‘Abdallāh al-Ġaiyānī s. Muḥammad Ibn Mu‘ād  
Abu ‘Abdallāh al-Idrīsī s. Muḥammad b. Muḥammad b.  
‘Abdallāh  
Abū ‘Alī Ibn Sīnā s. al-Ḥusain b. ‘Abdallāh  
Abū Bakr ar-Rāzī s. Aḥmad b. Muḥammad b. Mūsā  
Abū Bakr ar-Rāzī s. Muḥammad b. Zakariyā’  
Abu l-Barakāt s. Hibatallāh b. Malkā  
Abu l-Faḍl ‘Allāmī 78, 111  
Abu l-Faraġ Ibn al-‘Ibrī s. Barhebräus  
Abu l-Faraġ al-Iṣfahānī s. Aḥmad b. al-Ḥusain  
Abū Fāris ‘Abdal‘azīz, Merinidenherrscher 63  
Abu l-Fidā’ s. Ismā‘il b. ‘Alī b. Maḥmūd  
Abū Ġa‘far al-Ḥāzin s. Muḥammad b. al-Ḥusain  
Abu l-Ġāzi Bahādur Hān 130  
Abu l-Ġūd s. Muḥammad b. al-Laiṭ  
Abu l-Ḥakam 3  
Abū Ḥāmid al-Ġazzālī s. Muḥammad b. Muḥammad  
Abū Ḥanifa ad-Dīnawarī s. Aḥmad b. Dāwūd b. Wanand  
Abu l-Ḥasan al-Marrākuṣī s. al-Ḥasan b. ‘Alī  
Abu l-Ḥasan an-Nasawī 20  
Abu l-Ḥasan al-Qalaṣādī s. ‘Alī b. Muḥammad  
Abu l-Ḥasan aṭ-Ṭabarī s. Aḥmad b. Muḥammad  
Abu l-‘Izz al-Ġazarī s. Ismā‘il Ibn ar-Razzāz  
Abū Kāmil Ṣuġā‘ b. Aslam 17, 17 n.  
Abū Ma‘šar s. Ġa‘far b. Muḥammad b. ‘Umar  
Abū Maṣṣūr al-Ġawālīqī s. Mauḥūb b. Aḥmad  
Abū Naṣr s. Maṣṣūr b. ‘Alī  
Abū Naṣr al-Fārābī s. Muḥammad b. Muḥammad b. Ṭarḥān  
Abū Naṣr Ibn ‘Irāq s. Maṣṣūr b. ‘Alī  
Abu l-Qāsim al-Maġrīṭī s. Maslama b. Aḥmad  
Abu l-Qāsim az-Zahrāwī s. Ḥalaf b. ‘Abbās  
Abu r-Raiḥān al-Bīrūnī s. Muḥammad b. Aḥmad  
Abū Sahl al-Kūhī s. Waīġan b. Rustam  
Abu ṣ-Ṣalt al-Andalusī s. Umaiya b. ‘Abdal‘azīz  
Abū ‘Ubaid al-Bakrī s. ‘Abdallāh b. ‘Abdal‘azīz  
Abū ‘Ubaid al-Ġūzaġānī 41  
Abu l-Wafā’ al-Būzaġānī s. Muḥammad b. Muḥammad  
b. Yaḥyā  
Abū Zaid al-Balḥī s. Aḥmad b. Sahl  
Abū Zakariyā’ al-Ḥaṣṣār s. Muḥammad b. ‘Abdallāh b.  
‘Aiyās  
Adalbertus von Brudzevo 54  
Adelard von Bath 98, 100, 102, 138  
‘Aḍudaddaula, Buyidenherrscher 91  
Agricola, Georgius 75, 151, 178  
Agrippa von Nettesheim 167  
Agun Asbackewitz (Aḥund Özbekoġlu?) 130  
al-Aḥdab al-Ḥāsib al-Qairawānī Abū Ġa‘far 55  
Aḥmad b. ‘Abdalwahḥāb an-Nuwairī 62  
Aḥmad b. Abī Bakr Ibn as-Sarrāġ 54  
Aḥmad b. Abī Ya‘qūb Iṣḥāq b. Ġa‘far al-Ya‘qūbī al-Kātib  
al-‘Abbāsī 18, 68, 68 n., 176 n.  
Aḥmad b. ‘Alī Ibn Ḥātima 57  
Aḥmad b. ‘Alī al-Qalqaṣandī Ṣihābaddīn 73  
Aḥmad b. Dāwūd b. Wanand ad-Dīnawarī Abū Ḥanifa  
19, 19 n.  
Aḥmad b. Ḥasan Ibn Qunfuḍ Abu l-‘Abbās 54  
Aḥmad b. al-Ḥusain al-Iṣfahānī Abu l-Faraġ 24, 88, 88 n.  
Aḥmad b. Ibrāhīm Ibn al-Ġazzār 154  
Aḥmad b. Ibrāhīm al-Uqlīdisī Abu l-Ḥasan 21, 67  
Aḥmad b. Idrīs al-Qarāfi Ṣihābaddīn 148  
Aḥmad Ibn Māġid b. Muḥammad Ṣihābaddīn 71, 71 n.,  
72, 72 n., 80, 81  
Aḥmad b. Muḥammad b. Aḥmad al-Maidānī 40, 40 n.  
Aḥmad b. Muḥammad Ibn al-Banna’ al-Marrākuṣī 54, 55,  
55 n.  
Aḥmad b. Muḥammad b. Kaṭīr al-Farġānī 102, 105, 137,  
139, 140, 144  
Aḥmad b. Muḥammad al-Maqqarī 177 n.  
Aḥmad b. Muḥammad Ibn Mun‘im al-‘Abdarī 55  
Aḥmad b. Muḥammad b. Mūsā ar-Rāzī Abū Bakr 100,  
101  
Aḥmad b. Muḥammad b. Naṣr al-Ġaiḥānī 23  
Aḥmad b. Muḥammad Ibn as-Sarī b. aṣ-Ṣalāḥ 35, 171

- Aḥmad b. Muḥammad as-Siğzī Abū Saʿīd 20, 28  
 Aḥmad b. Muḥammad aṭ-Ṭabarī Abu l-Ḥasan 22  
 Aḥmad b. Muḥammad b. aṭ-Ṭaiyib as-Saraḥsī Abu l-  
 ʿAbbās 68  
 Aḥmad b. Mūsā b. Šākīr s. Banū Mūsā  
 Aḥmad b. al-Muṭannā 156  
 Aḥmad b. al-Qāsim Ibn Abī Uṣaibiʿa 9 n., 51, 171 n., 172  
 Aḥmad ar-Rāzī s. Aḥmad b. Muḥammad b. Mūsā  
 Aḥmad b. Sahl al-Balḥī Abū Zaid 22, 23  
 Aḥmad b. ʿUmar Ibn Rustah 16  
 Aḥmad b. Yaḥyā Ibn Faḍlallāh al-ʿUmarī 62  
 Aḥmad b. Yaḥyā b. Ğābir al-Balāḍurī Abu l-ʿAbbās 176 n.  
 Ahron 4  
 Akpınar, Cemil 76 n.  
 ʿAlāʿaddīn (Kayqubād) 153  
 ʿAlāʿaddīn al-Qūšġī s. ʿAlī b. Muḥammad al-Qūšġī  
 Albertus Magnus 102, 104, 105, 114, 140  
 de Albuquerque, Alfonso 70, 71  
 Alexander von Aphrodisias 148  
 Alexander der Große 5  
 Alexander von Tralles 92  
 Alfons V., portugiesischer König 119  
 Alfons VI. von Kastilien 146  
 Alfons X. (der Weise) von Kastilien 44, 154  
 Alhacen oder Alhazen s. al-Ḥasan b. al-Ḥasan Ibn al-Hai-  
 tam  
 ʿAlī b. al-ʿAbbās al-Mağūsī 22, 91, 91 n., 95 n., 151  
 ʿAlī b. ʿAbdarrahmān b. Aḥmad Ibn Yūnis aṣ-Šadafī Abu  
 l-Ḥasan 133, 156  
 ʿAlī b. Abi l-Ḥazm al-Qurašī Ibn an-Nafīs ʿAlāʿaddīn Abu  
 l-Ḥasan 50, 51, 167  
 ʿAlī b. al-Aʿlam al-Bağdādī Abu l-Qāsim 156  
 ʿAlī b. Anğab Ibn as-Sāʿī 53  
 ʿAlī b. Ḥasan an-Nasawī 20 n.  
 ʿAlī b. al-Ḥusain b. ʿAlī al-Masʿūdī Abu l-Ḥasan 15 n.,  
 23, 33, 61  
 ʿAlī b. Ibrāhīm b. Muḥammad Ibn aš-Šāṭir 53, 54, 55  
 ʿAlī b. ʿĪsā al-Kaḥḥāl 32  
 ʿAlī b. Muḥammad b. Muḥammad Ibn al-Aṭīr ʿIzzaddīn  
 Abu l-Ḥasan 52  
 ʿAlī b. Muḥammad al-Qalašādī Abu l-Ḥasan 68  
 ʿAlī b. Muḥammad al-Qūšġī ʿAlāʿaddīn 64, 65, 75  
 ʿAlī b. Riḍwān 143  
 ʿAlī b. Yūsuf b. Ibrāhīm Ibn al-Qifṭī Abu l-Ḥasan 27 n.  
 ʿAlī b. al-Aʿlam al-Bağdādī Abu l-Qāsim  
 Allard, André 98 n.  
 de Alliaco, Petrus 114  
 Alonso Alonso, Manuel 141  
 Alpagus, Andreas (Andrea Alpage) 50, 167  
 Alphonsus, Petrus 113  
 Amari, Michele 126, 126 n., 145, 145 n.  
 ʿAmmār b. ʿAlī al-Maušīlī 22  
 ʿAmr b. Baḥr al-Ğāḥiḡ Abū ʿUṭmān 14, 18, 18 n.  
 ʿAmr b. ʿUṭmān Sibawaih 10  
 Andronikos II. Palaiologos 158  
 Angeli, Jacopo (Jacobus Angelus) 101  
 Antuña, Melchor M. 57 n.  
 dʿAnville, Jean-Baptiste Bourguignon 109, 110, 111, 133,  
 134  
 Apollonios von Pergæ 13, 170, 171  
 al-ʿArabī al-Ḥaṭṭābī, M. 57 n.  
 Archimedes 13, 16, 27, 66, 170  
 Argün, Mongolenherrscher 49  
 Aristarch 165  
 Aristoteles 5, 5n., 7, 14, 17, 19, 21 n., 29, 32, 82, 95, 97,  
 148, 158, 170, 171  
 Aristoteles arabus 97 n., s. noch Neuer Aristoteles  
 Arnold, Thomas W. 57 n.  
 Artelt, Walter 51 n.  
 Aşbağ b. Muḥammad Ibn as-Samḥ al-Ġarnāṭī 65  
 Asín Palacios, Miguel 46 n.  
 al-ʿAufī s. Muḥammad b. Muḥammad b. ʿAlī  
 Avencebrol (Ibn Gabirol) 165  
 Averroes s. Muḥammad b. Aḥmad b. Muḥammad  
 Averroes als ein Symbol alles Häretischen im abendlän-  
 dischen Mittelalter 97  
 dʿAvezac de Castérac de Macaya, Marie Amand Pascal  
 115  
 Avicenna s. al-Ḥusain b. ʿAbdallāh Ibn Sinā
- B**
- Babinger, Franz 177 n.  
 Bābur 78  
 Bacon s. Roger Bacon  
 Bacon von Verulam 165  
 al-Balāḍurī s. Aḥmad b. Yaḥyā b. Ğābir  
 Baldi, Bernardino 101  
 Balmer, Heinz 151 n.  
 Banū Mūsā (die drei «Söhne des Mūsā» b. Šākīr: Muḥam-  
 mad, Aḥmad und al-Ḥasan) 13, 14, 170, 171  
 Barhebräus, Abu l-Farağ Ibn al-ʿIbrī 153, 171 n., 172  
 de Barros, João 70 n.  
 Barthold, Wilhelm 131, 132  
 Basilius Batatzes 132  
 Basset, Henri 149 n.  
 al-Battānī s. Muḥammad b. Ğābir b. Sinān  
 Baudet, Pierre J. H. 117 n.  
 Bauerreiß, Heinrich 31 n.  
 Baur, Ludwig 141, 142  
 Beauchamps, Joseph 111  
 Beazley, C[harles] Raymond 113 n.  
 Behrends, Frederick 137 n.  
 Beichert, Eugen 87 n., 89 n.  
 Bel, Alfred 63 n.  
 Belli, Sylvius 11  
 Benedetti, Giovanni Battista 21  
 Berggren, John L. 35 n.  
 van den Bergh, Simon 39 n.  
 Bernier, François 132  
 Bessarion, Kardinal 160

al-Bīrūnī s. Muḥammad b. Aḥmad  
 al-Bītrūgī s. Nūraddīn al-Bītrūgī  
 Bittner, Maximilian 81 n.  
 Björkman, Walther 73 n.  
 Blaeu, Willem Janszoon 116, 117  
 Bloom, Jonathan M. 175 n., 177 n.  
 Boethius (Boëtius), Anicius Manlius Severinus 141  
 Bombaci, Alessio 38 n.  
 Bompaire, Jacques 177 n.  
 Boncompagni, Baldassarre 142 n.  
 Bonebakker, Seeger A. 19 n.  
 Bonfils, Immanuel 67  
 Borst, Arno 137 n.  
 Bouvat, Lucien 64 n.  
 Bowen, Emmanuel 129, 132, 133  
 Brahe, Tycho 43, 74, 117, 166  
 von Braunmühl, Anton 35 n., 42, 165 n.  
 Bridges, John H. 36 n., 104 n.  
 von den Brincken, Anna-Dorothee 114 n.  
 Brockelmann, Carl 36 n., 40 n., 49 n., 52 n., 53 n., 54 n.,  
 57 n., 58 n., 62 n., 63 n., 73 n., 100 n., 148 n.  
 Brüggemann, Otto 123, 124  
 Brunschvig, Robert 168 n.  
 Bubnov, Nikolaus 134 n.  
 Bülow, Georg 142 n.  
 Bumm, Anton 93 n.  
 Burke, Robert B. 36 n., 104 n.  
 Burnett, Charles 22 n., 91 n., 95 n., 98 n., 114 n., 138 n.,  
 140 n., 151 n., 152 n., 153 n.  
 Burzōe 8  
 Busard, Hubertus L. L. 67 n.

## C – Č

Cabanelas, Darío 149 n.  
 Cahen, Claude 40  
 Campanus von Novara 178  
 Cantino, Alberto 69  
 Cantor, Moritz 14 n., 15 n., 21 n., 27 n., 41 n., 55 n.  
 da Carignano, Giovanni 12, 59, 117  
 Carra de Vaux, Bernard 41 n.  
 Cassini, Jean Dominique 108, 109, 125  
 Cassini de Thury, Jacques 125  
 Čengiz Ḥān 61, 157, 173  
 Chapoutot-Remadi, Mounira 62 n.  
 Chardin, Jean 132  
 Chaucer, Geoffrey 65  
 de Chazelles, Jean Matthieu 108, 109  
 Cingiz s. Čengiz  
 Clagett, Marshall 98 n.  
 Clavius, Christoph 15  
 Cochrane, Louise 98 n.  
 Columbus s. Kolumbus  
 Columbus, Realdus (Realdo Colombo) 50

Constantinus Africanus 22, 91, 92, 93, 94, 95, 95 n., 96,  
 97, 100, 138, 144, 151  
 Coppola, Edward D. 50 n.  
 Corbin, Henry 149 n.  
 Cortesão, Armando 70 n.  
 Creutz, Rudolf 91 n., 92 n., 93 n.  
 Creutz, Walter 93 n.  
 Crombie, Alistair C. 25 n.  
 Curtze, Maximilian 41 n.

## D

Dalpoem, Pero 71  
 Dalton, O. M. 156 n.  
 Damirdāš, Aḥmad Saʿīd 66 n.  
 Daniel von Morley 98, 143  
 Dante Alighieri 46, 102, 105  
 Daremberg, Charles 154 n.  
 Debarnot, Marie-Thérèse 26 n.  
 Dee, John 107  
 Degener, Gesine 175 n.  
 Dekker, Elly 135 n.  
 Delambre, Jean-Baptiste Joseph 15  
 Delisle, Guillaume 12, 109 n., 126, 127, 127 n., 128, 132,  
 133  
 Demetrio 93  
 Denis, portugiesischer König 100  
 Descartes, René 28, 29  
 Desmaisons, le Baron [Pjotr Ivanovich] 130 n.  
 Destombes, Marcel 135, 135 n.  
 Diaconus, Petrus 92  
 Dietrich von Freiberg (Theodoricus Teutonicus) 56, 160,  
 163, 165  
 Dinānah, Taha 57 n.  
 Dionysios Alexandrinus, der Perieget 123  
 Dioskurides 19  
 Djebbar, Ahmed 55 n.  
 Dold-Samplonius, Yvonne 28 n., 67 n.  
 Draelants, Isabelle 91 n., 149 n.  
 Drew, Alison 98 n.  
 Dufour, Auguste-Henri 126 n.  
 Duhem, Pierre (Maurice-Marie) 86, 103 n., 104 n., 140 n.

## E

Eckebrecht, Philipp 123  
 Ehrig-Eggert, Carl 175 n.  
 Emanuel (Manuel) I., König von Portugal 70  
 Eratosthenes 11  
 Eugenios 146  
 Euklid 13, 18, 27, 29, 42, 74, 138, 144, 153  
 Evans, Dafydd 98 n.  
 Evans, Gillain 98 n.

## F

Fabre, Jean-Baptiste 127, 132  
 al-Faḍl b. Ḥātim an-Nairizī 16  
 Faḍlallāh b. ʿImādaddaula aṭ-Ṭabīb Rašīdaddīn 49, 58, 60,  
 61, 157, 158, 158 n.  
 Faḥraddīn ar-Rāzī s. Muḥammad b. ʿUmar b. al-Ḥusain  
 al-Fārābī s. Muḥammad b. Muḥammad b. Ṭarḥān  
 Farağ ben Sālīm 95  
 al-Farğānī s. Aḥmad b. Muḥammad b. Kaṭīr  
 Farmer, Henry George 24 n., 52, 87, 87 n., 88, 88 n., 89  
 n., 141 n.  
 al-Fazārī s. Ibrāhīm b. Ḥabīb  
 Fazlıoğlu, I. 76 n.  
 Ferguson, Eugene S. 75 n.  
 de Fermat, Pierre 16, 28  
 Fernel, Jean 106  
 Ferrari, Ludovico 41  
 Fibonacci s. Leonardo von Pisa  
 Fischer, Theobald 48, 48 n., 117  
 Folkerts, Menso 67 n., 98 n.  
 von Foth, H. 131 n.  
 Fra Mauro 68, 119  
 Fradejas Rueda, J. M. 154 n.  
 Frank, Joseph 148 n.  
 Friedrich II. 99, 100, 148, 149, 149 n., 150, 152, 153, 154,  
 164, 177  
 Fuchs, Walther 118  
 Fulbert von Chartres 137

## G – Ğ – Ġ

Ğābir b. Aflaḥ 24, 35  
 Ğābir b. Ḥaiyān 10, 18  
 Gabrieli, Francesco 53 n., 149 n.  
 Ğaʿfar b. Muḥammad b. Ğarīr (Zeitgenosse von as-Siğzī)  
 20  
 Ğaʿfar b. Muḥammad b. ʿUmar al-Balḥī Abū Maʿsar 4  
 al-Ġāḥiḻ s. ʿAmr b. Baḥr  
 al-Ġaihānī s. Aḥmad b. Muḥammad b. Naṣr  
 Ġalāladdīn b. Rašīdaddīn aṭ-Ṭabīb 158  
 Galen 18, 32, 51, 56, 92, 93, 143, 144, 162, 167, 170  
 Galilei, Galileo 31, 108  
 Galippus (Ġālib) 143  
 da Gama, Vasco 69, 70, 120  
 Ġamāladdīn (Gesandter bei Qubilai) 45, 47  
 Ġamāladdīn al-Waṭwāṭ s. Muḥammad b. Ibrāhīm al-  
 Kutubī  
 Ġamšīd b. Masʿūd al-Kāšī Ġiyāṭaddīn 64, 65, 66, 67, 67 n.  
 Gandz, Solomon 67 n.  
 Garbers, Karl 93 n.  
 Gastaldi, Giacomo 78, 107, 121, 122, 123, 126, 127  
 Gautier Dalché, Patrick 101  
 Ġāzān Ḥān 61, 157  
 al-Ġazarī s. Ismāʿīl Ibn ar-Razzāz

al-Ġazzālī s. Muḥammad b. Muḥammad  
 al-Ġazzī s. Muḥammad b. Muḥammad  
 Gerald von Aurillac 134  
 Gerardus Toletanus 143  
 Gerbert von Aurillac = Papst Sylvester II. 101, 102, 134,  
 135, 136, 137  
 Gerhard(us) von Cremona 22, 34, 50, 54, 95, 96, 98, 100,  
 103, 139, 142, 143, 144  
 Gerlach, Stephan 74  
 Gerland, Ernst 36 n.  
 Gibson, Margaret 98 n.  
 Gilbert, Allan H. 63 n.  
 Gilson, Étienne 1 n., 142 n.  
 Giuntini, Francesco 11  
 Ġiyāṭaddīn al-Kāšī s. Ġamšīd b. Masʿūd  
 Glessgen, Martin-Dietrich 154 n.  
 Gnudi, Martha Teach 75 n.  
 de Goeje, Michael Jan 18, 18 n., 163  
 von Goethe, Johann Wolfgang 167  
 González Palencia, Angel 139 n.  
 Gōsiōs (syrischer Übersetzer) 4  
 von Gotstedter, Anton 156 n.  
 Grabmann, Martin 148 n.  
 Graefe, Alfred 18 n., 32 n., 58 n.  
 Graves, John bzw. Johannes Gravius 64, 64 n., 110  
 Grosseteste s. Robert Grosseteste  
 Grotzfeld, Heinz 40 n.  
 Grousset, René 64 n.  
 Gravius, Johannes s. Graves  
 Grundmann, Herbert 163, 163 n., 164 n.  
 von Grunebaum, Gustave E. 57 n., 168 n., 169 n.  
 Guido von Arezzo 89  
 Guillaume I., Normanne, König von Sizilien 38  
 Gundissalinus, Dominicus 100, 141, 142  
 Gunther, Robert T. 156 n.  
 al-Ġurğānī s. ʿAbdalqāhir b. ʿAbdarrahmān  
 Ġūrğīs b. Ġibrīl b. Buḥtīšūʿ 8  
 Gutenberg, Johannes 165

## H – Ĥ – Ḥ

Ḥabaš al-Ḥāsib 17, 156, 157  
 Hadley, George 14  
 Haefeli-Till, Dominique 93 n.  
 al-Ḥağğāğ b. Yūsuf 3  
 Ḥāğğī Ḥalifa 129  
 Hague, Eleanor 86 n.  
 al-Ḥaiyām s. ʿUmar al-Ḥaiyām  
 Hakluyt, Richard 107  
 Ḥalaf b. ʿAbbās az-Zahrāwī Abu l-Qāsim 22, 96, 144  
 Ḥālīd b. Yazīd, Umayyadenprinz 4  
 al-Ḥalīl b. Aḥmad al-Farāhidī 9  
 Ḥalīl b. Aibak aṣ-Ṣafadī Ṣalāḥaddīn 55, 55 n.  
 Ḥalīl (al-) Munağğim 123  
 Halley, Edmund 29



- Ḥamdallāh al-Mustaufī 60  
 Ḥamid b. al-Ḥiḍr al-Ḥuḡandī Abū Maḥmūd 20, 22  
 von Hammer-Purgstall, Joseph 63, 86 n.  
 Ḥamza b. al-Ḥasan al-İşfahānī 61  
 Ḥānāḥ (Ġāḡān oder Ġānāḥ) b. Ḥāqān al-Kimākī 38  
 Hartner, Willy 25 n., 169, 169 n.  
 Hārūn ar-Rašīd 24  
 Ḥašaba, Ġaṭṭās ‘Abdalmalik 52 n.  
 al-Ḥasan, Aḥmad Yūsuf (Ahmed Y. al-Hassan) 36 n., 75 n.  
 al-Ḥasan b. ‘Alī al-Marrākušī Abu l-Ḥasan 42, 42 n., 43,  
 45 n., 116  
 al-Ḥasan b. al-Ḥasan Ibn al-Haiṭam Abū ‘Alī, lat. Alhacen  
 oder Alhazen 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 36, 41, 53, 56,  
 66, 164, 165, 171, 171 n.  
 al-Ḥasan b. Muḥammad al-Wazzān s. Leo Africanus  
 al-Ḥasan b. Mūsā b. Šākīr s. Banū Mūsā  
 al-Ḥasanī, Ġa‘far 73 n.  
 Haskins, Charles H. 103 n., 114 n., 138 n., 139 n., 140 n.,  
 143 n., 146 n., 147, 151 n.  
 al-Hassan, Ahmed Y. s. al-Ḥasan, Aḥmad  
 Ḥātim s. Heṭum (König)  
 Hauser, Fritz 55 n.  
 Ḥāzim al-Qartāḡannī 19 n.  
 al-Ḥāzinī s. ‘Abdarraḥmān al-Ḥāzinī  
 Heinrichs, Wolfhart 19 n., 52, 52 n.  
 Heischkel, Edith 51  
 Hellmann, Doris 166 n.  
 Hellmann, Gustav 56  
 Hennig, Richard 61, 119, 119 n.  
 Hermann von Carinthia (Hermannus Dalmata) 96, 100,  
 139, 140, 140 n., 144  
 Hermannus Contractus (Hermann von Reichenau) 89, 102,  
 136, 137  
 Herodot 174  
 Heron 13  
 Hesronita, Johannes 101  
 Heṭum I. (Ḥātim), armenischer König 153  
 Hibatallāh b. al-Ḥusain al-İşfahānī 171  
 Hibatallāh b. Malkā Abu l-Barakāt 171  
 Hibatallāh b. Šā‘id Ibn at-Tilmīd 171  
 al-Ḥifnī, M. Aḥmad 52 n.  
 al-Ḥifnī, Muḥammad Ḥamdī 66 n.  
 Hill, Donald Routledge 36 n., 37 n.  
 Hippokrates 92, 144, 167  
 Hipparch(os) 15, 20  
 Hirschberg, Julius 18, 22, 32, 32 n., 58, 92, 92 n., 93, 93 n.  
 Hišām b. ‘Abdalmalik, Umayyadenkalif 4, 5  
 Hispalensis bzw. Hispaniensis, Johannes 32, 139, 141  
 Hispanus, Petrus 100  
 Hogendijk, Jan P. 27 n., 67 n.  
 Holt, Peter Malcolm 53 n.  
 Homann, Johann Baptist 128, 129, 130  
 Hoover, Herbert C. 75 n.  
 Hoover, Lou H. 75 n.  
 Horner, William G. 20  
 Horst, Eberhard 151 n.  
 Horten, Max 32 n., 81 n., 82 n.  
 Hülāgü (Enkel von Čengiz Ḥān) 42, 157, 173  
 von Humboldt, Alexander 44, 174  
 Ḥunain b. Išḥāq 92, 93, 96, 141  
 Hunger, Herbert 67 n.  
 Ḥūrī, Ibrāhīm 71 n.  
 al-Ḥusain b. ‘Abdallāh Ibn Sīnā Abū ‘Alī, lat. Avicenna  
 29, 31, 32, 50, 52, 56, 82, 88, 88 n., 89, 95, 96, 97, 99,  
 141, 144, 153, 162, 167, 171  
 al-Ḥusain b. ‘Alī az-Zauzanī 40, 40 n.  
 Ḥusrau I. Anūšīrwān 8  
 al-Ḥwārizmī s. Muḥammad b. Mūsā

## I – Ī

- Ibel, Thomas 36 n.  
 Ibn ‘Abdalmun‘im 55 n.  
 Ibn Abī Ušaiḇī‘a s. Aḥmad b. al-Qāsim  
 Ibn al-A‘lam s. ‘Alī b. al-A‘lam  
 Ibn Aṭāl 3  
 Ibn al-Aṭīr s. ‘Alī b. Muḥammad b. Muḥammad  
 Ibn Bāḡḡa s. Muḥammad b. Yaḥyā  
 Ibn al-Baiṭār s. ‘Abdallāh b. Aḥmad  
 Ibn al-Bannā’ al-Marrākušī s. Aḥmad b. Muḥammad  
 Ibn al-Bāzyār s. Muḥammad b. ‘Abdallāh b. ‘Umar  
 Ibn Baṭṭūṭa s. Muḥammad b. ‘Abdallāh  
 Ibn Buḥṭīšū‘ s. Ġūrḡīs b. Ġibrīl  
 Ibn Faḍlallāh al-‘Umarī s. Aḥmad b. Yaḥyā  
 Ibn Firnās s. ‘Abbās b. Firnās  
 Ibn al-Ġazzār s. Aḥmad b. Ibrāhīm  
 Ibn Ġulḡul s. Sulaimān b. Ḥassān  
 Ibn al-Haiṭam s. al-Ḥasan b. al-Ḥasan  
 Ibn Ḥaldūn s. ‘Abdarraḥmān b. Muḥammad b. Muḥam-  
 mad  
 Ibn al-Ḥaṭīb s. Muḥammad b. ‘Abdallāh b. Sa‘īd  
 Ibn Ḥātima s. Aḥmad b. ‘Alī  
 Ibn Ḥauqal s. Muḥammad b. ‘Alī  
 Ibn Ḥurraḍāḍbih s. ‘Ubaidallāh b. ‘Abdallāh Ibn  
 Ḥurraḍāḍbih  
 Ibn al-‘Ibrī s. Barhebräus  
 Ibn Māḡīd s. Aḥmad Ibn Māḡīd b. Muḥammad  
 Ibn Maimūn s. Maimonides  
 Ibn Mu‘āḍ s. Muḥammad b. Mu‘āḍ  
 Ibn Mun‘im s. Aḥmad b. Muḥammad  
 Ibn al-Muqaffa‘ s. ‘Abdallāh Ibn al-Muqaffa‘  
 Ibn al-Mu‘tazz (‘Abdallāh) 19 n.  
 Ibn an-Nadīm s. Muḥammad b. Abī Ya‘qūb b. Išḥāq  
 Ibn an-Nafīs s. ‘Alī b. Abī l-Ḥazm  
 Ibn al-Qifṭī s. ‘Alī b. Yūsuf b. Ibrāhīm  
 Ibn Qunfuḍ s. Aḥmad b. Ḥasan  
 Ibn Qurra s. Ṭābit b. Qurra  
 Ibn ar-Raqqām s. Muḥammad b. Ibrāhīm  
 Ibn ar-Razzāz al-Ġazarī s. Ismā‘īl Ibn ar-Razzāz  
 Ibn Rušd s. Muḥammad b. Aḥmad  
 Ibn Rustah s. Aḥmad b. ‘Umar

Ibn Sabʿin s. ʿAbdalḥaqq b. Ibrāhīm  
 Ibn as-Sāʿī s. ʿAlī b. Anğab  
 Ibn aṣ-Şalāḥ s. Aḥmad b. Muḥammad Ibn as-Sarī  
 Ibn as-Sarī s. Aḥmad b. Muḥammad Ibn as-Sarī  
 Ibn as-Sarrāğ s. Aḥmad b. Abī Bakr  
 Ibn aš-Şāṭir s. ʿAlī b. Ibrāhīm b. Muḥammad  
 Ibn Sinā s. al-Ḥusain b. ʿAbdallāh  
 Ibn Ṭufail s. Muḥammad b. ʿAbdalmalik  
 Ibn Turk s. ʿAbdalḥamīd b. Wāsiʿ  
 Ibn Yūnis s. ʿAlī b. ʿAbdarrahmān b. Aḥmad  
 Ibn Yūnis s. Kamāladdīn  
 Ibrāhīm (oder Muḥammad) b. Ḥabīb al-Fazārī 9  
 Ibrāhīm b. Muḥammad al-Iṣṭaḥrī al-Fārisī al-Karḥī Abū  
 Ishāq 23  
 Ibrāhīm b. Sinān b. Ṭābit b. Qurra Abū Ishāq 15, 20, 27  
 Ibrāhīm b. Yahyā az-Zarqālī (oder Zarqāllū) an-Naqqāš  
 Abū Ishāq 15, 34, 65, 103, 140, 166  
 Idrīs II., Lokalfürst von Malaga 37  
 al-Idrīsī s. Muḥammad b. Muḥammad b. ʿAbdallāh  
 Ihsanoğlu, Ekmeleddin 76 n.  
 Innozenz IV. s. Papst  
 Irigoien, Jean 177 n.  
 Ishāq b. Ḥunain 23  
 Ishāq b. Ibrāhīm al-Mauṣilī 24, 88  
 Ishāq b. ʿImrān 93 n.  
 Ishāq al-Mauṣilī s. Ishāq b. Ibrāhīm  
 Isidorus, Pseudo- 101  
 Ismāʿīl b. ʿAlī b. Maḥmūd Abu l-Fidāʾ al-Malik al-  
 Muʿaiyad ʿImādaddīn 45, 107, 108, 110, 112, 121  
 Ismāʿīl Ibn ar-Razzāz al-Ġazarī Abu l-ʿIzz Abū Bakr Ba-  
 dīʿazzamān 36, 37, 75  
 al-Iṣṭaḥrī s. Ibrāhīm b. Muḥammad  
 Izgi, Cevad 76 n.  
 ʿIzzaddīn Ibn al-Aṭīr s. ʿAlī b. Muḥammad b. Muḥammad

## J

Jacquart, Danielle 22 n., 95 n.  
 Jahn, Karl 58 n., 62 n., 158  
 Jammers, Ewald 89 n.  
 Jaubert, Pierre Amédée 177 n.  
 Jetter, Dieter 52 n.  
 Jöcher, Christian Gottlieb 128  
 Johann von Wallingford 114  
 Johannes Grammatikos 23  
 Jones, Alexander 156 n.  
 Joseph Sapiens (oder Hispanus) 134  
 Jud, Jakob 139 n.  
 Juschkewitsch, Adolf P. 16 n., 17 n., 22 n., 26 n., 27 n., 28  
 n., 35 n., 42 n., 66 n., 67, 67 n., 68 n., 152 n., 165 n.

## K

Kamāladdīn al-Fārisī s. Muḥammad b. al-Ḥasan  
 Kamāladdīn Ibn Yūnis 147, 153  
 Kant, Immanuel 14  
 Kantorowicz, Ernst 150 n.  
 Karatay, Fehmi Edhem 40 n.  
 al-Kāšī s. Ğamšīd b. Masʿūd  
 Kennedy, Edward S. 17 n., 53 n., 64 n., 65 n., 66 n., 136  
 n., 155, 155 n.  
 Kepler, Johannes 17, 34, 122, 123, 166  
 Khanikoff, Nicolas 36 n.  
 Kiesewetter, Raphael Georg 86  
 al-Kindī s. Yaʿqūb b. Ishāq b. aṣ-Şabbāḥ  
 Kippenberg, Anton 167 n.  
 Kirkpatrick, William 132  
 Köhler, Gustav 64 n.  
 Kohl, Karl 25 n.  
 Kolumbus, Christoph 80, 151, 173  
 Konrad, Sohn des Staufers Friedrich II. 150  
 Konstantin, Sohn des armenischen Königs Heṭum I. 153  
 Kopernikus, Nikolaus 17, 25, 34, 41, 53, 54, 155, 159,  
 165, 166  
 Kosegarten, Johann Gottfried Ludwig 86  
 Kratschkowsky, Ignaz J. 62 n.  
 Krause, Max 33 n.  
 von Kremer, Alfred 175, 176 n., 177 n.  
 Kren, Claudia 136 n., 142 n.  
 Krumbacher, Karl 154 n., 159  
 Kunitzsch, Paul 135 n., 136, 136 n., 137 n., 138 n., 140 n.,  
 143, 143 n., 144, 144 n., 156, 157 n.  
 Küşyār b. Labbān al-Ġilī Abu l-Ḥasan 20, 45 n., 156  
 Kyeser, Konrad 151

## L

de La Hire, Philippe 41  
 van Lansberge, Philip 117  
 Lambert, Johann Heinrich 67  
 von Langeren, Michael Florentius 116  
 Lasswitz, Kurd 21 n.  
 Latini, Brunetto 46, 68, 114, 119  
 Lator, Esteban 149 n.  
 Lattin, Harriet Pratt 136 n.  
 Leclerc, Lucien 50, 51 n.  
 Leffingwell, Marion 86 n.  
 Lehmann, Hermann 94  
 Lejeune, Albert 146 n.  
 Lelewel, Joachim 43, 107 n., 112, 112 n., 113  
 Lemay, R. 144 n., 151 n.  
 Leo X. s. Papst Leo  
 Leo Africanus (Giovanni Leo), arab. al-Ḥasan b. Muḥam-  
 mad al-Wazzān 77, 77 n., 101, 166  
 Leonardo von Pisa, Fibonacci 17, 20, 151, 152, 153, 154  
 Leonardo da Vinci s. Vinci

Levey, Martin 141 n.  
 Levi ben Gerson 163, 165  
 Lévi-Provençal, Evariste 100 n.  
 Lewicki, Tadeusz 114 n.  
 Lewis, Bernard 53 n.  
 Lindgren, Uta 135 n.  
 van Linschoten, Jan Huygen 78  
 Lippert, Julius 32 n.  
 Löchter, Norbert 175 n.  
 Lorch, Richard 98 n., 140 n.  
 Luckey, Paul 16, 20, 27 n., 66, 67 n.  
 Ludwig XIV. 108, 125  
 Lullus, Raymundus 86  
 Lupitus 136  
 Luṭfi, ‘Abdalḥamīd 66 n.

## M

Machiavelli, Niccolò 63  
 Maese Mohamed (al-mu‘allim Muḥammad) 100  
 Maginus, Giovanni Antonio 117  
 al-Māhānī s. Muḥammad b. ‘Īsā  
 Maḥbūb b. Quṣṭanṭīn al-Manbiḡī 61  
 Maḥfūz, Ḥusain ‘Alī 52 n.  
 Maḥmūd b. Mas‘ūd aš-Šīrāzī Quṭbaddīn 41, 48, 54, 115  
 Maḥmūd b. ‘Umar b. Muḥammad az-Zamaḥṣarī Abu l-Qāsim 40 n.  
 al-Maidānī s. Aḥmad b. Muḥammad b. Aḥmad  
 Maimonides (Ibn Maimūn) 27, 86, 171  
 al-Malik al-Afḍal, Aiyubidenherrscher 171  
 al-Malik al-Ašraf Mūsā b. Muḥammad, Aiyubide in Damaskus 149  
 al-Malik al-Kāmil Nāšīraddīn Muḥammad, Aiyubiden-sultan 147, 148, 149, 154  
 al-Malik al-Manšūr Saifaddīn Qalāwūn, Mamlukensultan 51  
 al-Malik an-Nāšīr Šalāḥaddīn (Saladin) Yūsuf b. Aiyūb, Aiyubidenherrscher 40, 171  
 al-Ma‘mūn, Abbasidenkalif 8, 10, 11, 12, 13, 38, 68, 102, 105, 113, 115, 136  
 Ma‘mūngeographēn 12, 38, 43, 45, 59, 68, 104, 105, 106, 107, 114, 115, 119, 120, 129, 135  
 Mandonnet, Pierre Félix 165  
 Manik, Liberty 52 n.  
 Manitius, Max 136 n., 137 n.  
 al-Manšūr, Abbasidenkalif 8, 9  
 Manšūr b. ‘Alī Ibn ‘Irāq Abū Našr 22, 24, 42, 171  
 al-Maqdisī s. Muḥammad b. Aḥmad b. Abī Bakr  
 Marchioni, G[uido] 65  
 Marcus von Toledo 96  
 Marinos von Tyros 11, 43, 68, 115  
 al-Marrākušī s. al-Ḥasan b. ‘Alī  
 Marre, Aristide 55 n.  
 Marwān I., Umayyadenkalif 4  
 Māsargawaih 4  
 Maslama b. Aḥmad al-Maḡrīṭī Abu l-Qāsim 102, 138, 140  
 Massignon, Louis 149 n.  
 Mas‘ūd b. Maḥmūd b. Sebūktigin 25  
 al-Mas‘ūdī s. ‘Alī b. al-Ḥusain b. ‘Alī  
 Mauhūb b. Aḥmad al-Ġawāliqī Abū Manšūr 40  
 Maurolico, Francesco 11  
 Mayr, Otto 37 n.  
 Mazal, Otto 114 n.  
 McVaugh, Michael Rogers 137 n.  
 Mehren, August Ferdinand 149 n.  
 Menelaos 13  
 Mercator, Gerard 77, 107, 117, 122, 123, 131  
 Mercier, André 87 n.  
 Mercier, Raymond 98 n., 114 n., 138, 138 n., 149, 153, 156 n., 161  
 Meyerhof, Max 40 n., 50, 50 n., 57, 171 n.  
 Mez, Adam 24, 24 n.  
 Micheau, Françoise 22 n.  
 Michel, Bernard 73 n.  
 Millás Vallicrosa, José M. 59, 136, 136 n.  
 Miller, Donald G. 86 n.  
 Miller, Konrad 39, 39 n., 114 n.  
 Minnaert, Marcel Gilles Jozef J. 67 n.  
 Mīnuwī, Muḡtabā 58 n.  
 Mogenet, Joseph 155, 155 n., 156 n., 159  
 Montesquieu, Charles de Secondat 63  
 Mordtmann, Johannes Heinrich 74 n.  
 Mu‘aiyadaddīn al-‘Urḍī 41  
 al-Mu‘allim al-auwal (Aristoteles) 170  
 Mu‘āwiya I., Umayyadenkalif 3  
 Muckle, Josef T. 142 n.  
 Müller, Marcus Joseph 57, 57 n., 58 n.  
 Müller, Martin 98 n.  
 al-Mufaḍḍal b. ‘Umar al-Abharī 147  
 Muḥammad, der Prophet 3, 6, 148  
 Muḥammad b. ‘Abdallāh b. ‘Aiyāš al-Ḥaššār Abū Zakariyā’ 55, 152  
 Muḥammad b. ‘Abdallāh Ibn Baṭṭūta 61  
 Muḥammad b. ‘Abdallāh al-Ḥaššār s. Muḥammad b. ‘Abdallāh b. ‘Aiyāš  
 Muḥammad b. ‘Abdallāh b. Sa‘īd Ibn al-Ḥaṭīb Lisānaddīn 57  
 Muḥammad b. ‘Abdallāh b. ‘Umar Ibn al-Bāzyār 154 n.  
 Muḥammad b. ‘Abdalmalik Ibn Ṭufail 34, 35  
 Muḥammad b. Abī Ya‘qūb b. Iṣḥāq an-Nadīm al-Warrāq al-Baḡdādī Abu l-Faraḡ 3, 23, 23 n., 175 n., 176, 176 n.  
 Muḥammad b. Aḥmad b. Abī Bakr al-Bannā’ al-Maqdisī (al-Muqaddasi) 23  
 Muḥammad b. Aḥmad al-Bīrūnī Abu r-Raiḥān 1, 4, 15, 25, 26, 27, 28, 31, 33, 36, 40 n., 43, 61, 62, 66, 78, 79, 101, 110, 173, 173 n.  
 Muḥammad b. Aḥmad al-Ḥaraqī 25  
 Muḥammad b. Aḥmad Ibn Ruṣd al-Qurṭubī Abu l-Walīd, lat. Averroes 35, 86, 97, 99, 104, 165, 167, 171  
 Muḥammad b. ‘Alī Ibn Ḥauqal an-Našībī Abu l-Qāsim 23

Muḥammad b. ‘Alī aš-Šaqūri 57  
 Muḥammad b. Ğābir b. Sinān al-Battāni Abū ‘Abdallāh  
 102, 133, 140  
 Muḥammad b. Ğarir b. Yazid aṭ-Ṭabarī Abū Ğa‘far 18,  
 18 n., 52  
 Muḥammad b. al-Ḥasan al-Fārisī Kamāladdīn Abu l-Ḥasan  
 55, 56, 159  
 Muḥammad b. al-Ḥasan al-Karaġi 20  
 Muḥammad b. al-Ḥusain al-Ḥāzin Abū Ğa‘far 20, 24, 65,  
 178  
 Muḥammad b. Ibrāhīm al-Kutubī al-Waṭwāṭ Ğamāladdīn  
 62  
 Muḥammad b. Ibrāhīm Ibn ar-Raqqām al-Ausī al-Mursī  
 Abū ‘Abdallāh 59, 116  
 Muḥammad b. Ibrāhīm Širāzi Šadraddīn, Mullā Šadrā 81,  
 82  
 Muḥammad b. ‘Isā al-Māhāni 15, 16  
 Muḥammad b. al-Laiṭ Abu l-Ġūd 28  
 Muḥammad b. Ma‘rūf ar-Raššād Taqiyaddīn 74, 75, 76 n.  
 Muḥammad Ibn Mu‘āḍ al-Ġaiyāni Abū ‘Abdallāh 31  
 Muḥammad b. Muḥammad b. ‘Abdallāh aš-Šarīf al-Idrīsī  
 Abū ‘Abdallāh 37, 38, 39, 40 n., 46, 68, 77, 100, 101,  
 108, 110, 112, 113, 114, 115, 117, 122, 124, 126, 131,  
 146, 166, 173 n., 177 n.  
 Muḥammad b. Muḥammad b. ‘Alī al-‘Aufī 73  
 Muḥammad b. Muḥammad al-Ġazzālī Abū Ḥāmid 139,  
 141, 171  
 Muḥammad b. Muḥammad al-Ġazzi Naġmaddīn 73 n.  
 Muḥammad b. Muḥammad b. Ṭarḥān al-Fārābī Abū Naṣr  
 29, 52, 89, 139, 141, 153, 171  
 Muḥammad b. Muḥammad aṭ-Ṭūsī Naširaddīn Abū Ğa‘far  
 15, 35 n., 41, 42, 44, 45, 53, 54, 68, 110, 111, 112,  
 115, 124, 133, 157, 160, 165  
 Muḥammad b. Muḥammad b. Yaḥyā al-Būzaġāni Abu l-  
 Wafā’ 21, 22, 66  
 Muḥammad b. Mūsā al-Ḥwārizmī 13, 17, 102, 136, 138,  
 139, 140, 144, 156  
 Muḥammad b. Mūsā b. Šākir s. Banū Mūsā  
 Muḥammad b. ‘Umar b. al-Ḥusain Faḥraddīn ar-Rāzi Abū  
 ‘Abdallāh 52, 82  
 Muḥammad b. ‘Umar an-Nasafī 40, 40 n.  
 Muḥammad b. Yaḥyā Ibn Bāġġa 34  
 Muḥammad b. Zakariyā’ ar-Rāzi Abū Bakr, lat. Rhazes  
 oder Albuchasir 17, 18, 29, 95, 167  
 Muḥyiddīn al-Maġribī s. Yaḥyā b. Muḥammad b. Abi š-  
 Šukr  
 Mullā Šadrā s. Muḥammad b. Ibrāhīm Širāzi  
 Murād III., osmanischer Sultan 74  
 Murḍā b. ‘Alī b. Murḍā aṭ-Ṭarsūsī 40  
 Mūsā Ibn Maimūn s. Maimonides  
 al-Mustaḍī’, Abbasidenkalif 171  
 Muštafā b. ‘Alī al-Quṣṭanṭīni al-Muwaqqit 76  
 Muštafā b. ‘Alī ar-Rūmi 110 n.  
 al-Mustanšir, Abbasidenkalif 164  
 al-Mustaufī s. Ḥamdallāh al-Mustaufī

al-Mu’taman b. Yūsuf b. Aḥmad b. Sulaimān al-Hūdī 27,  
 27 n.  
 al-Mu’tašim (Mo’tašim), Abbasidenkalif 176  
 al-Muzaḥḥar b. Muḥammad b. al-Muzaḥḥar aṭ-Ṭūsī  
 Šarafaddīn 34, 35

## N

an-Nābulusī, Nādir 66 n.  
 Nallino, Carlo Alfonso 11, 86, 165, 166 n.  
 an-Nasafī s. Muḥammad b. ‘Umar  
 Naširaddīn Maḥmūd b. Muḥammad b. Qarā’arslān 37  
 Naširaddīn aṭ-Ṭūsī s. Muḥammad b. Muḥammad  
 Necho, Pharao 174  
 Needham, Joseph 45  
 Neubauer, Eckhard 24 n., 52 n., 87, 88 n., 89, 89 n., 90 n.,  
 175 n.  
 Neuer Aristoteles 97, 99  
 Neugebauer, Otto 155, 156 n., 159  
 Newton, Isaac 25  
 North, John 98 n.  
 Notker Labeo 89  
 an-Nu‘aimī s. ‘Abdalqādir b. Muḥammad  
 Nūraddīn al-Biṭrūġi 35  
 an-Nuwairī s. Aḥmad b. ‘Abdalwahhāb

## O – Ö

Ölġeitü 61, 157  
 Oesch, Hans 89 n.  
 Özkan, Zahide 22 n.  
 Olearius, Adam 123, 123 n., 124, 124 n., 127, 128, 129  
 O’Malley, Charles D. 50 n.  
 Oman, Giovanni 101 n.  
 Oribasius von Byzanz 92  
 Ortelius, Abraham 50, 107, 121, 122, 123, 131  
 de Ortega, Juan 55  
 Osorius, Hieronimus (Jeronimo Osorio) 80, 80 n.

## P

Papst Innozenz III. 171  
 Papst Innozenz IV. 97  
 Papst Leo X. 77  
 Papst Sylvester II. s. Gerbert von Aurillac  
 Papst Urban IV. 97  
 Paracelsus 166  
 Pascal, Étienne 13  
 Paulus von Ägina 92  
 Pellat, Charles 18 n.  
 Peregrinus, Petrus 150, 151  
 Peres, Gil 100  
 Perkuhn, Eva Ruth 87, 87 n.  
 Peschel, Oscar 107 n.



Peter der Große 132  
 Petersen, Julius 167 n.  
 Pétis de la Croix, François 132  
 Peurbach, Georg 34, 54, 160  
 Philipp IV., spanischer König 117  
 Picard, Christophe 68 n., 174 n.  
 Pietzsch, Gerhard 89 n.  
 Pingree, David 155  
 Piri Re'is 76, 126  
 Pizzamiglio, Pierluigi 143 n.  
 Planudes, Maximos 12, 38, 101, 119  
 Plato von Tivoli 102, 140, 141  
 Platon 7, 82, 93 n., 158  
 Polo, Marco 46, 47, 118, 119  
 Poseidonios 106  
 Postel, Guillaume 107, 121  
 Poulle, Emmanuel 65 n., 98 n.  
 Price, Derek J. de Solla 65 n.  
 Proklos 74  
 Ptolemaios (Pseudo-) 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 20, 25, 29,  
 34, 38, 41, 43, 47, 53, 54, 59, 68, 74, 78, 101, 105,  
 106, 112, 115, 117, 119, 120, 121, 123, 140, 144, 146,  
 155, 156, 159, 160, 171  
 Purkynje, Johannes Evangelista 56  
 Pythagoras 16

## Q

Qāḏizāde Rūmi 64  
 al-Qalqašandī s. Aḥmad b. 'Alī  
 al-Qarafī s. Aḥmad b. Idrīs  
 al-Qazwīnī s. Zakariyā' b. Muḥammad b. Maḥmūd  
 Quatremère, Étienne 60 n.  
 Qubilai Ḥān 45, 47  
 al-Qūšḡī s. 'Alī b. Muḥammad  
 Qutaiba b. Muslim 4  
 Quṭbaddīn aš-Šīrāzī s. Maḥmūd b. Mas'ūd

## R

ar-Raḡab, Hāšim Muḥammad 52 n.  
 Ramelli, Agostino 75, 151, 178  
 Ramusio, Gian Battista 77, 77 n., 101, 107, 120, 121  
 Rashed, Roshdi 35 n.  
 Rašīdaddīn aṭ-Ṭabīb s. Faḍlallāh b. 'Imādaddaula  
 Raymond bzw. Raymundo von Marseille 103, 140  
 Raymundus von Toledo 100  
 ar-Rāzī s. Aḥmad b. Muḥammad b. Mūsā  
 ar-Rāzī s. Muḥammad b. Zakariyā'  
 Reckendorf, Hermann 24 n.  
 Regiomontanus, Johannes 16, 26, 34, 35, 42, 106, 160,  
 163, 165  
 Reinaud, Joseph-Toussaint 2, 50 n., 163, 174

Reinel, Jorge 80  
 Reland, Adrian 128, 129  
 Remesow (Remezov), Semjon bzw. Semyon Ul'yanovich  
 131  
 Renan, Ernest 85, 86  
 Renaud, Henri-Paul-Joseph 54 n., 57 n.  
 Rennell, James 110, 111, 112, 112 n., 129, 132, 133  
 Rhazes s. Muḥammad b. Zakariyā'  
 Ribera y Tarragó, Julian 86, 87, 88  
 Riccioli, Giambattista 108, 108 n.  
 Ristoro d'Arezzo 102, 103  
 Ritter, Hellmut 33  
 Robert von Chester (Robertus Castrensis, Retinensis etc.)  
 96, 98, 102, 139, 140  
 Robert Grosseteste 102, 138  
 Robertus de Losinga 98  
 Rodrigues, Francisco 70, 70 n.  
 Roger I., Normanne, König von Sizilien 146  
 Roger II., Normanne, König von Sizilien 37, 55 n., 145,  
 146  
 Roger Bacon 36, 103, 104, 104 n., 105, 110 n., 138, 140,  
 163, 164, 165  
 Roger von Hereford 98  
 van Roomen, Adriaan 66  
 Rose, Valentin 98 n., 139, 143 n.  
 Rosenfeld, Boris A. 27 n., 66 n., 165 n.  
 Rosenthal, Franz 5, 55 n., 62 n., 63 n., 161  
 Rosińska, Grażyna 54 n.  
 Ruffini, Paolo 20  
 Rufus von Ephesos 93, 93 n.  
 Ruge, Sophus 107 n.  
 Ruska, Julius 3, 3 n.

## S – Š – Ş – Ş

Sabra, Abdelhamid I. 31  
 Saccheri, Girolamo 29  
 Sachau, Eduard 31 n., 33 n., 173 n.  
 Şadaqa b. Ibrāhīm al-Miṣrī aš-Şādīlī 58  
 Saemisch, Theodor 18 n., 32 n., 58 n.  
 aṣ-Şafadī s. Ḥalīl b. Aibak  
 Şafī', Muḥammad 158 n.  
 Şafiyaddīn al-Urmawī s. 'Abdalmu'min b. Yūsuf  
 Şāhāfirīd, Sasanidenprinzessin 4  
 as-Sakkākī s. Yūsuf b. Abī Bakr  
 Şalāhaddīn (Saladin) s. al-Malik an-Nāşir  
 Şālḡhānī [Şālīḡhānī, Anṡūn] 153 n.  
 Saliba, George 41 n., 65 n.  
 a Sancto Vincentio, Gregorius 42  
 Sandivogius von Czechel 54  
 Sandler, Christian 108 n., 109 n.  
 Sanson d'Abbéville, Nicolas 124, 125, 127  
 de Santarem, Vicomte 70 n.  
 Sanuto, Marino 114, 117, 119

- Šāpūr I. 8  
 as-Saqqā, Muṣṭafā 32 n.  
 aš-Šaqūrī s. Muḥammad b. ‘Alī  
 Šarafaddīn ‘Alī Yazdī 112  
 Šarafaddīn aṭ-Ṭūsī s. al-Muẓaffar b. Muḥammad b. al-Muẓaffar  
 as-Saraḥsī s. Aḥmad b. Muḥammad b. aṭ-Ṭaiyib  
 aš-Šarīf al-Idrīsī s. Muḥammad b. Muḥammad b. ‘Abd-allāh  
 Sarton, George 2, 63 n., 99 n., 139 n., 140, 140 n., 141 n., 142 n., 143, 146, 154 n., 159, 159 n., 165 n., 170  
 Sauvaire, Henri 55 n.  
 Sayılı, Aydın 16 n., 21 n., 31 n., 148 n.  
 Schacht, Joseph 50  
 Schack, Dietlind 145 n.  
 Schefer, Charles 77, 77 n.  
 Schickard, Wilhelm 108, 116  
 Schipperges, Heinrich 2 n., 22 n., 31, 89 n., 90, 90 n., 91, 94, 95, 95 n., 96, 96 n., 97, 97 n., 98 n., 99, 99 n., 138 n., 139 n., 140 n., 141 n., 147, 147 n., 151 n., 162, 162 n., 163, 163 n., 164, 165, 167 n., 171 n.  
 Schlesinger, Kathleen 87  
 Schlund, Erhard 150 n., 151 n.  
 Schnaase, Leopold 30  
 Schneider-Carius, K. 14 n.  
 Schönström, Peter 130  
 van Schooten, Frans 29  
 Schopen, Armin 24 n., 170 n.  
 Schoy, Carl 17 n., 26 n., 28 n., 42 n., 44 n., 163  
 Schramm, Matthias 15 n., 25 n., 29, 31, 31 n., 35, 56  
 Schweigger, Salomon 74  
 Scotus, Michael 35, 99, 100, 142  
 Séailles, Gabriel 1 n.  
 Sédillot, Jean-Jacques 2, 163  
 Sédillot, Louis-Amélie 2, 163  
 Seleukos 165  
 Sergios 156  
 Servet, Miguel 50, 167  
 Şeşen, Ramazan 76 n.  
 Seth, Symeon 154  
 Sezgin, Fuat 3 n. ff. passim  
 Shatzmiller, Maya 149 n.  
 Sībawaih s. ‘Amr b. ‘Uṭmān 10  
 Sīdī ‘Alī Re’is 81  
 Siggel, Alfred 27 n.  
 Šihābaddīn al-Qarāfi s. Aḥmad b. Idrīs  
 Šihābaddīn as-Suhrawardī s. Yahyā b. Ḥabaš  
 Silberberg, Bruno 19 n.  
 Silvestre de Sacy, Antoine-Isaac 63  
 Simon, Udo Gerald 33 n.  
 Sind b. ‘Alī 11, 13  
 Sionita, Gabriel 101  
 Sirdumab (Kapitān) 118  
 de Slane, William MacGuckin 33 n.  
 Slot, B. J. 78 n.  
 Smart, Tim 157 n.  
 Smyth, William H. 126  
 Snellius, Willebrord 106, 107  
 Sokrates 7  
 Sprenger, Alois 23  
 Stautz, Burkhard 156 n.  
 Steiger, Arnald 139 n.  
 Steinschneider, Moritz 139 n., 146, 146 n.  
 Stephanus von Antiochia 22, 91, 91 n., 92, 151, 152  
 Stevin, Simon 67  
 Strabo 123  
 Strahlenberg, Philipp Johann 130  
 Strohm, Hans 5 n.  
 Sudhoff, Karl 91, 92, 95 n., 99 n., 143 n.  
 Süleyman der Prächtige (Qānūnī Süleymān) 76  
 aš-Şūfi s. ‘Abdarrahmān b. ‘Umar b. Muḥammad  
 as-Suhrawardī s. Yahyā b. Ḥabaš  
 Sulaimān b. Ḥassān Ibn Ğulğul 23  
 Sulaimān al-Mahrī 72, 79, 80, 81  
 Sung Lien 45  
 Suter, Heinrich 13 n., 20, 21 n., 27 n., 55 n., 147 n., 152 n., 153 n., 154 n., 163  
 Suwīsī, M. 55 n.

## T – Ṭ – Ṭ

- aṭ-Ṭabarī s. Muḥammad b. Ğarīr  
 Ṭābit b. Qurra b. Zahrūn al-Ḥarrānī Abu l-Ḥasan 15, 15 n., 16, 16 n., 21 n., 27  
 Taccola, Mariano 151  
 Ṭāḍurī al-Anṭākī s. Theodorus von Antiochia  
 Talas, Asad (As‘ad Ṭalas) 163 n.  
 Talbi, Mohamed 63 n.  
 Talbot, Charles H. 151 n.  
 Tancī, Muhammad (Muḥammad aṭ-Ṭanġī) 31 n.  
 Tannery, Paul 41 n.  
 Taqiyaddīn s. Muḥammad b. Ma‘rūf ar-Raṣṣād  
 Taqizadeh, S. H. 66 n.  
 el Tatawi, Mohyi el Din (Muḥyiddīn aṭ-Ṭatawī) 50, 50 n.  
 Tavernier, Jean-Baptiste Baron d’Aubonne 128, 129, 132  
 Teixeira da Mota, Avelino 70 n.  
 Tekeli, Sevim 75 n.  
 Tegnagel, Sebastian 108  
 Terzioğlu, Arslan 51 n., 52 n.  
 Theodorus von Antiochia [Ṭāḍurī al-Anṭākī] 151, 152, 153, 154  
 Theophrast 14  
 Thévenot, Melchisédec 132, 133  
 Tihon, Anne 91 n., 149 n., 155, 155 n., 156 n., 157 n., 159 n.  
 Timūr Lang 64, 78, 112  
 Togan, Zeki Velidi 158, 158 n., 159  
 Tomaschek, Wilhelm 81 n.  
 Toomer, Gerald J. 34 n., 166 n.  
 Transue, William R. 17 n.

Tropfke, Johannes 17 n., 26 n., 28 n., 29, 29 n., 35, 35 n.,  
41 n., 66  
aṭ-Ṭūqātī s. ‘Abdalḥalīm b. Sulaimān  
aṭ-Ṭūsī s. Muḥammad b. Muḥammad  
Tycho Brahe s. Brahe

## U – ‘U

‘Ubaidallāh b. ‘Abdallāh Ibn Ḥurradāḍbih 18  
Uluḡ Beg Muḥammad Ṭaraḡāy b. Šāhruḡ 64, 110, 111,  
112  
Umaiya b. ‘Abdal‘azīz al-Andalusī Abu ṣ-Šalt 65  
‘Umar b. ‘Abdal‘azīz, Umaiyaḍenkalif 4  
‘Umar al-Ḥaiyām 21 n., 28, 28 n., 29, 35  
al-‘Umarī s. Aḡmad b. Yaḡyā  
al-Uqlidisī s. Aḡmad b. Ibrāhīm  
al-Urmawī s. ‘Abdalmu’min b. Yūsuf  
Ursprung, Otto 87, 87 n., 89 n.  
Usener, Hermann 154, 159  
Uzielli, Gustavo 48

## V

de Vaugondy, Robert 133  
Venerabilis, Petrus 100  
Veranzio, Fausto 151  
Vernet, Juan 27 n., 54 n., 55 n., 135 n., 141 n.  
Vesconte, Petrus 114, 117, 119  
Videan, Ivy E. 51 n.  
Videan, John A. 51 n.  
Viète, François 28, 42, 66  
da Vinci, Leonardo 40, 56, 75, 151, 178  
Vogel, Kurt 67 n., 152  
van de Vyver, André 134 n., 137, 137 n.

## W

Wahl, Hans 167 n.  
Wahl, Samuel Friedrich Günther 51 n.  
Waiḡan b. Rustam al-Kūhī Abū Sahl 21, 21 n., 27, 28  
Walcher von Malvern 98, 137  
Wallis, John 16  
Wang Shu-ho 58  
Wantzel, Pierre Laurent 28

Wawrik, Franz 114 n.  
Weinberg, Josef 17 n.  
Weissenborn, H. 134 n., 135  
Weisweiler, Max 33  
Wenrich, Johann G. 85  
Werner, Otto 56  
Wiedemann, Eilhard 2, 15 n., 29, 31 n., 36, 36 n., 55 n.,  
56, 145, 145 n., 148 n., 163, 164 n.  
Wiet, Gaston 176 n.  
Wilhelm von Conches 100  
Willemsen, Carl Arnold 154 n.  
Wiora, Walter 89 n.  
Woepcke, Franz 2, 21 n., 28, 28 n., 66, 163  
Wolf, Rudolf 107 n., 166 n.  
Wright, John Kirtland 104 n.  
Würschmidt, Joseph 135, 135 n.  
Wüstenfeld, Ferdinand 50, 73 n., 85

## Y

Yaḡyā b. Ḥabaš as-Suhrawardī Šihābaddīn 39, 82  
Yaḡyā b. Ḥalid al-Barmakī 9, 23  
Yaḡyā b. Muḥammad b. Abi š-Šukr al-Maḡribī Muḡyid-  
dīn 44  
Yaltkaya, Şerefettin 149 n.  
Ya‘qūb b. Ishāq b. aṣ-Šabbāḡ al-Kindī Abū Yūsuf 14, 15,  
68, 139  
Ya‘qūb b. Ṭāriq 9  
al-Ya‘qūbī s. Aḡmad b. Abī Ya‘qūb Ishāq b. Ğa‘far  
Yāqūt b. ‘Abdallāh ar-Rūmī al-Ḥamawī 49, 50  
Yazdaḡird III. 8  
Yūsuf b. Abī Bakr as-Sakkāki 52  
Yūsuf, Zakariyā’ 88 n.

## Z

az-Zahrāwī s. Ḥalaf b. ‘Abbās 145 n., 147, 147 n.  
Zakariyā’ b. Muḥammad b. Maḡmūd al-Qazwīnī 145 n.,  
147, 147 n.  
az-Zamaḡsarī s. Maḡmūd b. ‘Umar b. Muḥammad  
Zand, Kamal Hafuth 51 n.  
az-Zarqālī s. Ibrāhīm b. Yaḡyā  
az-Zauzanī s. al-Ḥusain b. ‘Alī  
Zosimos 3



## II.

## Sachbegriffe und Ortsnamen

## A – ‘A

- Abakus 137  
 «Abmessungen der Verhältnisse» (Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī Theorie) 42  
 Accon s. Akkon  
 ‘Aḡudī-Krankenhaus (Bagdad) 51, 171  
 Ägypten 2, 3, 40, 50, 176, 177  
 Aequans 25, 41, 54  
 Äquator 69, 80, 104  
 Äquatorium 20, 65, 66, 178  
 Äquatorsteg 150  
 Ärzte, Berufsprüfung in Bagdad 171  
 Afrika (deskriptive Geographie) 77  
 Afrika (Dreiecksgestalt) 43, 46, 47, 68, 69, 70, 71, 101, 118, 120, 121, 133, 174  
 Afrika (physikalisch-klimatische Eigenschaften nach Leo Africanus) 77  
 Aḡlāt 60  
 Aḡmadābād 81  
 Akkon, Accon (‘Akkā) 150  
 Alchemie 4, 5, 9-10, 18, 98, 99  
 Aleppo 2, 110, 111, 112, 126  
 Alexandria 2, 4, 46, 61, 84, 105, 109, 116  
 Algebra 13, 17, 28, 66, 98, 139, 141, 152  
 Algebraische Symbolik 54, 55, 67-68  
 Algerien 152  
 Algorithmus 102  
 Alhidade 65  
 Almohaden 171  
 Amerikas Entdeckung 173, 174  
 Amiens 106  
 Amsterdam 78  
 Amu-darja s. Oxus  
 Anatolien, Ostanatolien 12, 60, 64, 76, 117, 124, 132  
 Anatomie 58, 167  
 Anatomische Studien 51  
 «ancien cours de la rivière Sir» 132  
 Ancona 177  
 Andalusien 100, s. auch Iberische Halbinsel, Spanien  
 Angewandte Mathematik 29  
 Ankylose 169  
 Anomalie des Mondes 166  
 Ansteckung s. Infektion  
 Anthropogeographie 18, 23, 32, 38, 100, 101, 166  
 Antiarabismus 162  
 Antiochia (heute Antakya) 2, 84, 116, 138, 146, 147, 151, 153  
 Apogäum 15, 25, 34, 166  
 Apothekenpyknometer s. Pyknometer  
 Approximationsmethode (al-Kāṣī) 66  
 ‘Aqaba 133  
 arabica veritas (nach Auffassung von Stephanus aus Pisa) 152  
 Arabien 72  
 Arabien, Süd- 175  
 Arabische Schrift 170  
 Arabisches Meer 127  
 Arabismus 90, 163, 167  
 Aräometer 36  
 Aralsee 126, 130, 131, 132  
 Arezzo 103  
 l’Argentière (Ort in Frankreich) 86  
 Arin 105, 113  
 Aristoteles-Verbot (Paris im Jahre 1215) 97, 171  
 Arithmetik 13, 138, 139, 152  
 Armayat ar-Rūs (Tobolsk) 76  
 Armbrust (*qaus az-ziyār*) 40, 150  
 Armenien 153  
 Armillarsphäre 9, 137  
 Arzneimittel 58  
 ‘aṣā aṭ-Ṭūsī («Stab des aṭ-Ṭūsī») 34  
 Asiatisches Museum (Institut Narodov Azii), St. Petersburg 63  
 Asien 117, 119, 124, 133  
 Asien (Binnenseen) 131  
 Asien, Mittel-, Nord- und Nordost- 129  
 Asienkarte (Gastaldi) 121  
 Asienkarte (Ortelius) 122  
 Asienkarten von Sanson 124  
 Asienreise von Marco Polo 47  
 Asowsche Meerenge 132  
 Assimilation der arabischen Wissenschaften in Europa 1, 5  
 Assuan (Syene) 61, 104  
 Astrolab 20, 42, 81, 138  
 Astrolab, «byzantinisch» 156-157  
 Astrolab, «karolingisch» (10. Jh. n.Chr.) 134-135  
 Astrolab, zugeschrieben Papst Sylvester II. (Gerbert von Aurillac) 101, 135  
 Astrolab s. auch Universalastrolab, Universalscheibe  
 Astrolabschriften 60, 135-137, 156  
 Astrolabtyp, französisch 150  
 Astrologie 4, 8, 75, 86, 96, 99, 139, 140, 155, 156, 159  
 Astronomie 8, 9, 11, 15-16, 20, 21, 24-27, 34-35, 41-42, 53-54, 64-65, 72, 86, 96, 97, 100, 102, 103, 105, 137-140 passim, 143, 144, 149, 151, 155, 159, 165-166  
 Astronomie (Ibn Sinā) 32  
 Astronomische Beobachtungen (langjährig) in der islamischen Welt 168  
 Astronomische Instrumente 65  
 Astronomische Uhr des Taḡiyaddīn s. *bingām raṣādī*  
 Atlantik, Atlantischer Ozean 43, 47, 119, 179  
 Atmosphäre 31  
 Augenheilkunde 18, 22-23, 32, 58, 92, 93  
 Ausziehung der n-ten Wurzel 20 n.  
 Azimut 15, 16



## B

Bagdad, Baghdad (Baġdād) 8, 10, 11, 12, 26, 42, 43, 44, 45, 51, 59, 79, 84, 104, 109, 116, 126, 128, 153, 157, 163, 164, 172  
 Bagdad (Eroberung durch die Mogolen) 173  
 Bahlūl-Moschee (in Māssa, südlich von Agadir) 68  
*al-Baḥr al-muẓlim* («Meer der Finsternis») 119  
*baḥrīye* (Nautik) 76  
 Baikal-See 125  
*Bait al-ḥikma* («Haus der Weisheit») 19  
 Balchasch-See 125  
*balhestilha* 81  
*balista de tres tornos et de duobus pedibus* (Windenarmbrust) 150  
 Balkanische Länder 39, 174  
 Banda 70  
 Barcelona 86, 134, 136, 140  
*barkār tāmm* («vollkommener Zirkel») 21  
 Basra (al-Baṣra) 4, 81, 132  
 Baumwolle, Baumwollpapier 176-177  
 «Benennungen der Verhältnisse» (Gregorius a Sancto Vincentio) 42  
 Bestimmung der Ortszeit durch Fixsternbeziehungen 43  
 Betäubung (*tanwīm*) 32  
 Betreuung an Schlaflosigkeit Leidender durch Musik 51  
 Béziers 86  
 Bezugssystem 43  
 Bibel 51  
*bingām raṣādī* (astronomische Uhr) des Taqīyaddīn 75  
 Binomischer Lehrsatz 20  
 Blutkreislauf, kleiner 50, 167  
 Bologna 77, 99  
 Bordeaux 168  
 Botanik (Ibn Sinā) 32  
 Brasilien 70  
 Bratspießapparat (Taqīyaddīn und Leonardo da Vinci) 75  
 Breitengrade (Bestimmung auf hoher See) 79  
 Brennspiegel 29  
 Brescia 156  
 Bruchstrich 152  
 Buchdruck 178  
 Bugia, Bijāya (Biġāya) 152, 153  
 Būra 176  
 Bust 4  
 Byzantinisches Rechenbuch (anon.) 67  
 Byzanz 10, 61  
 Byzanz als Vermittler arabisch-islamischer Wissenschaften 54, 154-160

## C

Calicut 70  
 Camera obscura 29, 163, 165  
 Cappella Palatina (Palermo) 145  
*Carte de l'Asie Septentrionale Dans l'Estat où Elle s'est trouvée du temps de la grande Invasion des Tartares dans l'Asie Meridionale sous la Conduite de Zingis-Chan pour servir à l'Histoire Généalogique des Tatares* (13. od. 14. Jh.) 130  
*Carte Nouvelle de l'Asie Septentrionale dressée Sur des Observations Authentiques et Toutes Nouvelles* (16. Jh.) 130  
 Carthago s. Karthago  
*cephirum* 152  
 Ceuta 148  
 Charta Damascena 177  
 Chartres 84, 96, 98, 100  
 Chemie 9-10, 18, 151  
 China, astronomische Instrumente und Erdglobus 45, 68  
 China bei Ibn Baṭṭūṭa 61  
 China bei Ibn an-Nadīm 23  
 China bei Marco Polo 47, 119  
 China, Handelswaren 68  
 China, Kartographie 47-48, 109  
 China, Kultur 23  
 China, Magnetnadel 80  
 China, Medizin 58, 60  
 China, Papier 170  
 China, Schießpulver 53  
 China, Segelrouten bzw. Seewege nach 70, 71, 174  
 Chinakarte 110  
 Chinasee 71  
 Chinesische Weltkarte 118  
 Chirurgie 96  
 Chirurgiekapitel des *Qānūns* von Ibn Sinā 50  
 Chirurgische Operationen 32  
 Coitus 92  
 Córdoba (Cordova) 32, 84, 171  
 Corpus Constantinum 93-94  
 Cremona 142, 144

## D

Daibul 45  
 Damaskus 2, 4, 51, 62, 73, 74, 84, 177  
 Damiette 109, 176  
*Darb al-maġrūrīn* (Straße im Hafen von Lissabon) 173  
 Dardanellen 109  
 Daumenmaß (*iṣba'*) 89  
 déclin culturel 169  
 Deferens, Deferent 25, 65  
 Dekkan 121  
 Delhi 109, 110, 126

Derbent (Darband) 109

*descobrimento* 174

Deutschland 39

Dezimalbrüche (al-Kāšī) 67

Dezimalbrüche (al-Uqlīdīsī) 21

Dimensionstreue 17

Donau 132

Dresden 160

## E

Ebbe und Flut 14

Edessa 147

Einfallswinkel 30

Eisengallustinte 170

Elephantiasis 92

Emessa (heute Ḥimṣ) 2

England 48, 98

Entdeckungsreisen 90

Entstehung der Winde 14

Entwicklungsstufen des Seins, Lehre des Philosophen

Mullā Ṣadrā 82

Enzyklopädien 32, 62-63, 73

Epizykel 24, 25, 35, 41, 53, 54, 65, 155

Erderwärmung 31

Erdglobus (aus Holz) für Qubilai Ḥān 45

Erdglobus (aus Papiermaché) an der Bagdader Sternwarte  
45

Erdkunde (Ibn Sinā) 32

Erdmessung 11, 105, 173

Erdrotation 20, 165

Erdumfang 106, 107, 174

Escorial 134

Etappen des Aufschwungs und des Niedergangs der  
Wissenschaften in der islamischen Welt 169

Ethik der Kritik 168

Ethnomusikologie 87, 88

Ethoslehre, nachplatonisch 90

Europa 41, 47, 50, 52, 54, 64, 68, 69, 86, 103, 115, 123,  
124, 146, 150, 151, 162, 164, 165, 168, 172, 173, 177

Europa, West- 150

Eurozentrismus 164

Existenz der Welt von Ewigkeit 148

Exkommunizierung von Christen, die sich von  
muslimischen Ärzten behandeln ließen 172

Experiment (als systematisch herangezogenes Hilfsmittel  
in den Naturwissenschaften) 29, 36, 164-165, 168

Explosionskraft des Schießpulvers 53

Exzenterlänge 41

Exzentrizität 24

## F

Fabelsammlung (Tierfabeln) 8, 154

Fabriano (bei Ancona) 177

*fāfir* 176

Fahritischer Sextant 64

Falkenbuch 154

*falsafat al-iṣrāq* 39

Feuerwaffen, Handfeuerwaffen 53, 63, 64, 150, 172

Fez, Fes (Fās) 63 n., 77, 84

Finanzverwaltung (in Sizilien unter Roger II.) 145

Fixsternastronomie 20

Fixsternbeobachtung 43

Fixsterne 5, 26, 42, 72, 157

Flotte, türkisch-osmanische 98, 175

Flugversuch 18

Formen der Pflanzenbildungen 19

Formosa 70

Franken (deren Sprecher: Friedrich II.) 148

Frankreich 39, 57, 103

Französische Akademie, Paris 108, 109, 110, 126

Fremdwörter (im Arabischen) 40

Frol de la Mar 71

Frühosmanische Tabelle (Koordinaten) 60

Frührenaissance 163

## G – Ğ – Ġ

*ğaib* 139

Gallustinte 24, 170

Ġazna s. Ghazna

«Geberscher Satz» 35

Gebetsrichtung s. *qibla*

Gegengewichtsblide 150, 172

Geisteskranke 51

Geisteswissenschaften 9, 10, 14-15, 24, 52

Genealogie der Türken 130

Genua 12, 84, 117

Genuesen 177

Geographie 8, 11-13, 18, 23, 32-33, 37-39, 59-61, 75-81,  
100-101, 159

Geometrie 13, 15, 27, 29, 42, 135, 141, 143, 147, 152,  
164

geometrische Beweisverfahren 17

Geschichtsphilosophie (Ibn Ḥaldūn) 63

Geschichtsschreibung, Historiographie 6, 9, 18-19, 33, 52-  
53

Gewölbe (mathematisch) 67

Gewürzinseln 70

Ghazna (Ġazna) 4, 26, 45, 79

*ğib* 139

Gibraltar 115

gläserne Kugelsegmente 30

Gleichgewicht zwischen Theorie und Praxis 168

Gleichungen (mathematisch) 21, 28, 66, 68, 152

Globularprojektion 13, 104, 122

Gnomonik 15

«Goldene Periode» der arabisch-islamischen  
Wissenschaften 162

Golf von 'Aqaba 124, 133

Golf von Bengalen 71

Golf von Salerno 92

Golf von Suez 133

*Golfe Arabique ou Mer Rouge* (d'Anville) 133

Gottrop 123

Gradmessung 106

Grammatik 6, 9, 10

Granada 63 n., 77, 84, 173, 174

Greenwich 111, 112

Ġulfār (Provinz 'Umān) 71

Gummi arabicum 24, 170

Ġundišāpūr 8

#### H – Ĥ – Ħ

*ḥabar*, pl. *aḥbār* (historische Berichte) 6

*ḥadīṭ* (Aussprüche des Propheten Muḥammad) 6

Halo 29

Handfeuerwaffen s. Feuerwaffen

Handgranaten 53, 172

Ḥarrān 61

*ḥašabāt* oder *ḥaṭabāt* (Beobachtungsgerät) 81

Hedjaz (Ḥiǧāz) 123

Heilkräuter 19

Heilkunde s. Medizin

Heilmittel 23

Heliozentrisches System 16, 20, 165

Herat 64

Hereford 98

Himmelsglobus aus der Sternwarte von Marāġa 160

*ḥisābī* («mathematische» Messung von Distanzen auf  
hoher See) 79

Historiographie s. Geschichtsschreibung

Hochschulen in Damaskus 73

Höhe der Atmosphäre (Bestimmung) 31

Hohlkörper (mathematisch) 67

Hohlnadel, metallische (bei der Staroperation durch  
'Ammār b. 'Alī al-Mauṣilī) 23

Homozentrisches Modell der Planetenbahnen nach Abū  
Ġa'far al-Ḥāzin 24

Horizontalkreis, geteilt in 32 Teile, in der Nautik des  
Indischen Ozeans 80

Horizontalprojektion 34

Ḥurāsān 4

Ḥwārizm 61

Hygiene 164

Hyperbel 21

#### I – 'I

Iberische Halbinsel 43, 48, 100, 134, 135, 137, 173, 174  
Idrīsī-Karte 46

Īlhāne 47, 58, 61, 118, 157, 158

'ilm 161

'ilm al-baḥr 71

'ilm al-bayān 34, 52

'ilm al-ma'ānī 33, 52

'ilm al-mizān 10

Imago-Mundi-Karten 46

Indien bei al-Birūnī 33, 62

Indien, Indischer Sukontinent (kartographisch) 23, 61, 69,  
72, 78, 104, 109, 110, 111, 112, 118, 120, 174

Indien, Nordwesten 127

Indien, Seeweg nach 70, 120, 174, 175

Indien, über die Religionen des Landes nach einem unter  
den Abbasiden geschriebenen Buch 23

Indienexpedition Vasco da Gamas 69

Indischer Ozean 69-72, 78-81, 120, 131, 151, 174, 175

Indischer Ozean als Binnenmeer bei Ptolemaios 68, 115,  
120

Indischer Subkontinent 78

Induktive Methode, Schöpfer der 165

Infektion, Ansteckung 57

Infinitesimalrechnung 16, 21, 26, 27

Insel der Muskatnüsse 70

Interpolationsverfahren 21, 25

Irak 3, 117

Iris-Vorfall 23

Irland 48, 115

Irrationalität 17

*išba'* s. Daumenmaß

Isfahan (Iṣfahān) 84

*išrāq*-Lehre 39

Issyk-kul 125

Istanbul bzw. Konstantinopel 43, 44, 46, 47, 57, 60, 74,  
76, 77, 84, 107, 109, 116, 129, 132, 157, 158, 160, 173

Italien 39, 57, 98, 123, 143

Iterationsalgorithmus 17

Iterationsverfahren (*istiqrā'*) 27, 66

#### J

Jakobsstab 81

Java 70, 71, 80

«Javanischer» Atlas 70-71, 120

Jaxartes (Syr-darja) 131

Jeddah (Ġudda) 133

Jerusalem 146, 147, 148

*jiva* (Sanskrit, arabische Form *ǧīb*, im Sinne von *sinus*)  
139

Jupitertrabanten 108, 109, 111, 112, 125

## K

*ka'b* 68  
 Kairo 50, 51, 61, 62, 63 n., 74, 84, 109, 148  
 Kamaldulenser-Kloster (Murano) 119  
 Kambaya 110  
 Kanarische Inseln 43, 44, 76, 104, 110, 111, 119, 129  
 Kanonen 53, 172  
 Kanopus, Suhail 148  
 Kanton 71  
 Kap Comorin (Südindien) 69  
 Kap der Chinesen 70  
 Kap der Guten Hoffnung 69, 70, 174  
 Kap Tabin (Kap Tscheljuskin) 107  
 «Kardanisches» System (Kompaß) 80  
 Karten von «*Africa, Asia, Persia, India, Isole Moluche*»  
 (Ramusio) 121  
 Kartendiagramm von Qutbaddin aš-Širāzī 48  
 Karthago (Carthago) 91, 94  
 Kartographie 11-13, 68-73, 78, 100, 101-134, 166  
 Kartographie des Indischen Ozeans 71  
 Kartographiegeschichte 12, 71  
 Kartonscheibe bei Kompassen 80  
 Kaspisches Meer (kartographisch) 12, 117, 118, 119, 120,  
 123, 124, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132  
 Katasterbücher (arabisch unter Roger II. auf Sizilien) 145  
 Katastrophentheorie 147  
 Kategorien 148  
 Kathedral- und Klosterschulen 97  
 Kaukasus 12, 126, 127, 174  
 Kegel (mathematisch) 67  
 Kegelschnitt 21  
 Kegelventil 37  
 Kimäktürken 38, 125  
 Kin-Dynastie 58  
 Kinematik der Planeten 25  
 Kleinasien 2, 46, 59  
 Klimata (sieben) 60, 102, 105, 113, 135, 137  
 Kompaß 72, 80, 81, 150, 151, 173  
 Konjunktionenplatte (*lauḥ-i ittiṣālāt*) 65  
 Konstantinopel s. Istanbul  
 Koordinatentabelle von al-Marrākūšī 43  
 Koordinatentabellen 43, 59, 60, 75, 78, 101-103, 105, 106,  
 107, 108, 115, 116, 122, 126, 132, 140  
 Koran (al-Qurʿān) 6, 72, 139, 140  
 Korankommentare (die ersten) 6  
 Kosekanten (*quṭr aẓ-ẓill*) 17  
 Kotangens 26  
 Kotangenstabellen 22  
 Krankenhäuser 51-52  
 Krankenhaus von Ğundišāpūr 8  
 Kreisberechnung (al-Birūnī) 26  
 Kreisberechnung (al-Kāšī) 66  
 Kreuzfahrer 37, 53, 146, 147, 149, 150, 153, 157, 172  
 Kreuzzüge 40, 147, 149, 150, 151, 172  
 Kriegstechnik 40, 53, 63

Kristalllinse 30  
 Kritik (in der Wissenschaft) 35, 168, 170  
 Krummlinigkeit der punktwise konstruierten  
 Stundenlinien 15  
 Kubikwurzel 20, 21  
 Kubische Gleichungen 28  
 Kulturanthropologie 88  
 Kulturverfall (im Islam) 169  
 Kulturzentren (französische) zur Rezeption des arabischen  
 Bildungsgutes 96  
 Kuppel (mathematisch) 67

## L

Länge eines Meridiangrades, Meßversuche in Europa 106  
 Längendifferenz (Ermittlung) 26  
 Längendifferenzen (geographisch) 11, 26, 42, 43, 44, 45,  
 59, 60, 79, 81, 105, 108, 112, 115, 116, 117, 126, 129  
 Landvermessung 108  
 Laon 138  
 Larnaka 109  
 Latakia (Laodicaea, al-Lāḍiqīya) 147  
*lauḥ-i ittiṣālāt* 65  
 Laute (ʿūd, Musikinstrument) 88, 90  
 Lautentabulatur 87  
 Lehnwörter (im Arabischen) 40  
 Lehrer-Schüler-Beziehung 161, 169  
 Leipzig 123  
 Lemma von Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī 41  
 Lexikographie 6, 9, 19, 49-50  
 Libyen 77  
 Lichtgeschwindigkeit 31  
 Lichtlehre (in der Philosophie) 39, 82  
 Liedkompositionen 24  
 Linearastrolab von aṭ-Ṭūsī 34  
 Linnenpapier 177  
*lira* (Musikinstrument) 89  
 Lissabon 84, 173  
 Literaturwissenschaft 24  
 Logik 143  
 Logik (Ibn Sīnā) 32  
 London 59, 105, 132  
 Lothringen 98, 137  
 Louvain 155  
 Lucera (Apulien) 150  
 Lunel (Ort in Frankreich) 86  
 Lungenkreislauf 50  
 Lyra 157



## M

- Madagaskar 71  
 al-Madrasa al-Mustanşiriya (Bagdad) 164  
 al-Madrasa an-Nizāmiya (Bagdad) 163-164  
 Madrid 84  
 Maghrebische Karte 48  
 Maghrib (s. auch Marokko) 43  
 Magie 99  
 Magnetismus 151  
 Magnetnadel 72, 80  
*māl* 68  
 Malaga 37  
 Malaiische Halbinsel, Malaiisches Archipel 61, 118, 175  
 Malakka 70, 71  
 Malta 145  
 Malvern bei Hereford 84, 98  
 Ma'mūn-Karte 11, 12-13, 38, 45, 46, 63, 68, 104, 113, 114, 115, 119, 128, 129, 135  
 Manşūra 150  
*Map of Turkey, Little Tartary, and the Countries between the Euxine and Caspian Seas* (E. Bowen) 129 n., 132  
 Maragha (Marāġa) 41, 44, 45, 47, 54, 60, 64, 65, 68, 74, 84, 124, 157, 160  
 Marcus-Kirche in Genua 117  
 Marokko 61, 77  
 Marokko, Süd- 174  
 Marrakesch (Marrākuš) 77  
 Marsbahn 34, 166  
 Marseille 84, 86, 105  
 Māssa (südlich von Agadir) 68  
 Mathematik 8, 13-14, 16-17, 20-22, 26-29, 34, 35, 54-55, 64, 66-68, 97, 100, 137, 138, 141, 164  
 Mathematik, deren Anwendung auf naturwissenschaftliche Probleme 164  
 Mathematische Geographie 25-26, 42-49, 68, 75-77, 78, 101-134, 166  
 Mechanik 37  
 Mediceischer Atlas 117  
 Medizin 5, 8, 17-18, 22-23, 32, 50-52, 57-58, 90-99, 138, 139, 143, 144, 151, 164, 167  
 Medizingeschichte 23  
 Medizinunterricht im Krankenhaus 51  
 Medrese an der Moschee 97  
 Meer der Finsternis 119  
 Mehrstimmigkeit 87  
 Meile (arabische und italienische) 174  
 Mekka 11, 61  
 Melancholie 90, 92, 93  
 Melodien 88  
 Menzaleh-See 176  
 Meridiangrad 11, 102, 105, 106, 107  
 Merkurbahn 34, 166  
 Merkurmodell 41, 53, 54, 65  
 Metaphysik 29, 148  
 Metaphysik (Ibn Sīnā) 32  
 Meteorologie 5, 14, 29, 99  
 Meteorologie (Ibn Sīnā) 32  
 Meteorologische Optik 56 n.  
 Mittagslinie 11, 26  
 Mitteleuropa 57  
 Mittelmeer (kartographisch) 12, 43, 46, 47, 48, 59, 60, 76, 106, 109, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 122, 123, 128, 131  
 Mittelmeer, große Achse 59  
 Mittelmeer, Ostküste 128  
 Mittelmeerlänge, Reduzierung 43, 59, 106, 115, 119, 123, 128-129  
 Mittelmeerraum 8, 59, 174  
 Mogulreich 78, 174  
 Molukken (Isole Moluche) 70, 71, 121  
 Mondbewegung 53  
 Mondfinsternis 11, 108, 137  
 Mondflecken 29  
 Mondkalender, franko-gothischer 150  
 Mondlicht 29  
 Mondmodell 54  
 Mondparallaxe 17, 66  
 Mondvariation 166  
 Mongolen, Mongolenreich 42, 45, 49, 61, 62, 118  
 Mongoleninvasion, Mongoleneinfall 130, 162, 172  
 Monte Cassino 91, 92, 93, 95  
 Montpellier 84, 86, 163  
 Mosambik 61  
 Mosul (al-Mauşil) 147, 153  
 Murano (bei Venedig) 119  
 Murcia 59  
 Museo dell'Età Cristiana (Brescia) 156  
*musica activa* 89  
*musica humana* 89  
*musica instrumentalis* 89  
*musica mundana* 89  
 Musik 24, 86, 99  
 Musik (Ibn Sīnā) 32  
 Musikgeschichte 87  
 Musikinstrumente 87, 88  
 Musiklehre von al-Fārābī und Ibn Sīnā 52  
 Musiktheorie 9, 24, 86, 87, 89, 141  
 Musiktherapie 90  
 Musikwissenschaft 52

## N

- Narbonne 86  
*nāsiḥ wa-mansūḥ* 72  
*an-nasr al-wāqi'* («der stürzende Adler») 157  
 Naturphilosophie 97  
 Naturwissenschaften 97, 164  
 Naturwissenschaftliche Fragen («Sizilianische Fragen») Friedrichs II. an al-Malik al-Kāmil 148, 154  
 Nautik 76, 78-81, 151, 173, 174

- Nautik als «theoretische und empirische, nicht nur papierener Tradition verhaftete Wissenschaft» 71-72  
 Neapel 84, 163, 164  
 Neuer Aristoteles 97  
 Neuneck 26  
 Nicht-Euklidische Geometrie 42  
 Nockenwelle 75  
 Nordasien, Sattelform der Küstenlinie 122  
 Nordafrika 12, 43, 57, 77, 117  
 Nordostpersien 3, 115  
 Notation (in der Musik) 87, 88, 89  
 Nürnberger Schule 106  
 Null 13, 152  
 Nullmeridian 43, 44, 59, 60, 76, 103, 104, 106, 109, 110, 111, 112, 121, 124, 126, 127, 128, 133  
 Nüraddin-Krankenhaus (Damaskus) 51
- O
- Optik 18, 29-30, 55-56, 146, 151  
 Orientlateiner 146-151 passim  
 Orthogonales Gradnetz 47, 60  
 Osmanen 174  
 Osmanische Geographen und Kartographen im 10./16. Jahrhundert 77  
 Osmanische Kartenmacher (1732) 128  
 Osmanisches Reich 64  
 Ostafrika 12  
 Ostafrikanische Küste 70, 80, 123  
 Ostanatolien 12, 124, 132  
 Ostasien 118  
 Ostküste Chinas 76  
 Ostrand Asiens 47  
 Oxford 84  
 Oxus (Amu-darja) 131  
 Ozean, umfassender 173
- P
- Padua 50, 84, 102, 163, 167  
 Palästina 61, 128, 149, 172  
 Palencia 163  
 Palermo 37, 84, 99, 145  
 Papier 175-177  
 Papierbereitung aus Baumwolle 176  
 Papierfabriken Ägyptens, arabische 176  
 Papierfabriken Südarabiens 175  
 Papierherstellung in Nordarabien 176  
 Papierherstellung in Sizilien 177  
 Papyrus 176, 177  
 Papyrusexport 176  
 Papyrusindustrie 170  
 Parabel 21  
 Parabelquadratur 16  
 Paraboloid 16-17, 27  
 Paradies 120  
 Parallelenlehre 27, 29, 42, 165  
 Parallelenpostulat 163, 165  
 Parallellineal 65  
 Parasangen 112  
 Paris 12, 84, 97, 103, 105, 106, 108, 109, 110, 125, 126, 127, 132, 163  
 «Pascalsche Schnecke» 13  
 Pathologie 95  
 Peking (Da Du, Beijing) 47  
 Pergament 175  
 Perigäum 25  
 Peripatetische Lehre 86  
 Persien (kartographisch) 12, 47, 57, 117, 124-129 passim, 132, 134, 172, 174  
 Persienkarte von G. Delisle 127  
 Persienkarte von J.B. Homann 129, 130  
 Persienkarte von A. Reland 128  
 Persienkarte, von Olearius übersetzt 123  
 «Persische Renaissance» (bei den Spätbyzantinern) 159  
 Persischer Golf 127, 172, 175  
 Persisches Meer 70  
 Pest 50, 57, 58  
 Petersburg s. St. Petersburg  
 Pflanzenbeschreibungen, Pflanzenbuch 19, 39-40  
 Pflanzenformen 19  
 Pharmazie 17-18, 164  
 Philologie 9, 39-40, 169  
 Philosophie 8, 24, 39, 81-82, 85-86, 97, 139, 141  
 Philosophie (Daniel von Morley) 143  
 Philosophie (Ibn Sinā) 32  
 Phönizische Umsegelung Afrikas 174  
 Physik 18, 29-31, 36-37, 55, 96  
 Physik Leonardo da Vincis 51  
 Physiologie des Sehorgans 58  
 Physiologische Optik 56 n.  
 Pisa 84, 151, 152, 153  
 Pisaner Handelskolonie (in Algerien) 152  
 Planetarium (Geschenk von al-Malik al-Kāmil an Friedrich II.) 149-150  
 Planetenbahnen 24, 25  
 Planetenbewegungen 17, 25, 35, 53, 54, 155  
 Planetenmodell (Abū 'Ubaid al-Ġūzaġānī) 41  
 Planetenmodell (Ibn al-Haiṭam) 41  
 Planetenmodell (Ibn aš-Šāṭir) 41, 54  
 Planetenmodell (Kopernikus) 53-54, 159, 166  
 Planetenmodell (Mu'ayyadaddīn al-'Urḍī) 41  
 Planetenmodell (Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī) 41, 53, 54  
 Planetenmodell (Ptolemaios) 170  
 Planetenmodell (al-Qušġī) 65  
 Planetenmodell (Quṭbaddīn aš-Šīrāzī) 41  
 Planetenmodelle 41, 53, 54, 159, 166, 171  
 Planetentheorien 54, 155, 159  
 Planisphärium 140

- Planisphère terrestre suivant les nouvelles observations des astronomes* (Jacques Cassini) 125  
 Pneumatik 75  
 Poetik (*‘ilm aš-ši‘r*) 19  
 Poetische Metrik 9  
 Polardreieck 42  
 Polhöhe 79, 102, 107  
 Polygonberechnung (van Roomen) 67  
 Portolankarten 39, 46, 47, 48, 113, 114, 115, 117, 122  
 Portugal 69, 70, 80, 173, 175  
 Portugiesen 70, 173  
 Positionsbestimmung auf hoher See 79  
 Präzession 15  
 Prag 99  
 «Problem des Ibn al-Haiṭam» (Problema Alhazeni) 27, 29  
 Provence 140, 141  
 Pseudepigrapha (in arabischen Übersetzungen) 7, 10  
 Psychologie (Ibn Ḥaldūn) 63  
 Psychologie (Ibn Sinā) 32  
 Psychosomatik 22  
 Pulsbeobachtung 58  
 Pupillenbild 56  
 Pyknometer (Apothekenpyknometer) 31

## Q

- Qalāwūn-Krankenhaus (Kairo) 51  
*qaṭara* 55  
 Qāsiyūn (Berg bei Damaskus) 11  
 Qazwīn 111, 112  
*qibla* (Gebetsrichtung) 11, 28  
*qirṭās* (*qirṭās*, Papier) 176  
*qoss* 112  
 Quadrant 81, 137  
 Quadrant, hölzerner Quadrant in der Sternwarte von Istanbul 74  
 Quadrant des Uluğ Beg 112  
 Quadratische Gleichungen 16, 17  
 Quadratur der Parabel 16  
 Quadratwurzel 55  
 al-Qur’ān s. Koran

## R

- Radikal-Operation des weichen Stars 23  
 Raiy (Raghae, altes Teheran) 64  
*raṣad ḡadīd* (neue Art der astronomischen Beobachtung durch Taqīyaddīn) 74  
 Rašīd-Viertel (Rab‘-i Rašīdī oder Šahristān-i Rašīdī) in Tabrīz 158  
 Recht, islamisches 6-7, 9  
 Reflexion des Lichts im einzelnen Tropfen 56  
 Reflexion von der Vorderfläche der Linse 56  
 «Reform der Geographie» (bei al-Marrākušī) 43

- «Reform der Kartographie» (unter Delisle in Paris) 126  
 Refraktion 30  
 Regenbogen 29, 56, 159, 163, 165  
 Regionalgeographie 49  
 Reichs- und Weltgeschichten 18  
 Reiseberichte 49-50  
 Rekonstruktion der Idrīsī-Karte 39  
 Rekonstruktion der Ma’mūn-Geographie 12-13, 115  
 Renaissance 1, 2  
 Rezeption der arabischen Wissenschaften in Europa 1, 5, 48, 56, 86 und passim  
 Rhetorik (*‘ilm al-badī‘*) 19  
 Rhodos 3  
 Rhythmus 88  
 Rom 42, 43, 45, 46, 60, 74, 77, 84, 101, 102, 103, 116, 117, 160  
*rota* (Musikinstrument) 89  
 Rotes Meer 70, 124, 133, 175  
 Ruffini-Hornersches Verfahren 20  
 Rußland, Zentral- 47, 132

## S – Š – Ş

- Şafawiden 174  
*şāhib aš-şurṭa* 140  
*šai‘* 68  
 Salerno 22, 84, 91, 92, 94, 95, 100, 138, 144  
 Samarkand (Samarqand) 64, 74, 78, 111, 112, 126, 176  
 Sāmarrā 176  
 Šammāsiya-Viertel (Baḡdād) 11  
 Saragossa 27, 86  
 Sasaniden 8, 90, 150  
 Sasanidische Astronomie 9  
 Sattelform Nordasiens (Kartographisch) 122  
 Schamachia (Šamāhā) 123  
 Schattenlänge 15  
 Schiefe der Ekliptik 4  
 Schießpulver 53, 64  
 Schirwan (Šarwān) 123  
 Schreibkunst 5, 73  
 Schulen in Damaskus 73  
 Schwarzes Meer (kartographisch) 12, 46, 48, 59, 76, 112, 114, 115, 117, 118, 119, 127, 130, 131, 132, 157  
 Schwarzmeerkarte von G. Delisle 127  
*secreta naturae* (Michael Scotus) 99  
 Seefahrer (drei Gruppen nach Ibn Māḡid) 71-72  
 Seekompaß 80  
 Seeweg nach Indien 174  
 Sehlehre von Euklid und Galen 18  
 Sehvorgang (nach Ibn al-Haiṭam) 29  
 Seidenmanufaktur (*tirāz*) in Sizilien 145  
 Sekanten 17  
 Sekantentafeln 17  
 Selat-Inseln 71  
 Seldschuken 64, 117

- Selimiye-Moschee (Istanbul) 76  
 Sevilla 46, 84  
 Sextant (al-Ḥuḡandī) 20  
 Siam 70  
 Sibirien 124, 125, 130  
 Sibirisch-zentralasiatische Seen 125  
 Siebeneck 28  
*ṣifr* 152  
 Silberne Weltkarte (Tabula Rogeriana) al-Idrīsī 37-38  
 Sinai 133  
 Sinus 102, 156  
*sinus* («Busen») 139  
 Sinustabelle 22, 102  
 «Sizilianische Fragen» s. Naturwissenschaftliche Fragen  
 Sizilianische Geographen 117  
 Sizilianische Übersetzungsperiode 99  
 Sizilien 3, 38, 39, 99, 100, 126, 144, 146, 150, 172, 176  
 Sizilien als Vermittler arabisch-islamischer Wissenschaften 144-154  
 Sizilienkarte von Pīrī Re'īs 126  
 Skandinavische Länder 39  
 Slawische Länder 39  
 Soghd 61  
 Solmisation 87  
 Sonnenapogäum s. Apogäum  
 Sonnenfinsternis 4, 15  
 Sonnenmodell 155  
 Sonnentheorie az-Zarqālīs 34  
 Sonnenuhren 15  
 Soziologie (Ibn Ḥaldūn) 63  
 Spätantike 7  
 Spanien 43, 57, 173, 177  
 Spanien (Koordinaten) 59  
 Spanien als Vermittler arabisch-islamischer Wissenschaften 103, 134-144, 162, 168, 172, 175  
 Spezifisches Gewicht 31, 36  
 Sphärische Trigonometrie 21, 22, 28, 35, 42, 43, 102  
 Sphärischer Kosinussatz 16  
 Sphärischer Kotangenssatz 28  
 Sphärischer Sinussatz 163, 165  
 Sphärisches Astrolab (Ġābir b. Sinān al-Ḥarrānī) 16  
 Sphärisches Dreieck 16, 22, 35, 43  
 Spiegel bei Ibn al-Haiṭam (Alhazen) 27, 30  
 Sprachwissenschaften 33-34, 52  
 St. Petersburg 63  
 Stadt- und Lokalgeschichten 61  
 Stählerner Bogen 64, 172  
 Stalaktiten (mathematisch) 67  
 Star-Operation 22  
 Steinschleudern 150  
 Stereographische Polarprojektion 34, 122  
 Sterntafeln 156  
 Sternwarte von Bagdad 11, 45  
 Sternwarte von Damaskus (auf dem Berg Qāsiyūn) 11  
 Sternwarte von Istanbul des Taqīyaddīn 74, 75  
 Sternwarte von Marāḡa 41, 44, 45, 64, 65, 74, 124, 157, 160  
 Sternwarte von Paris 108, 125, 126  
 Sternwarte von Raiy (al-Ḥuḡandī) 20  
 Sternwarte von Samarkand (Uluḡ Beg) 64, 74  
 Sternwarten 166, 168, 175  
 Stiftungsurkunde des Qalāwūn-Krankenhauses 52  
 Stilgrammatik 33, 52  
 Straße von Malakka 71  
 Stundenwinkel 42-43  
 Südafrika 47  
 Südafrikaroute 173  
 Südamerika 71  
 Südasien 12, 47, 69, 72  
 Südfrankreich 152  
 Südtalien als Vermittler arabisch-islamischer Wissenschaften 144-154, 172  
 Südrußland 61  
 Südwestküste Indiens 70  
 Suez (as-Suwais) 81, 133  
 Suhail s. Kanopus  
 Sumatra 80, 123  
 Summe der 4. Potenz (Ibn al-Haiṭam) 27  
 Supplementardreieck (Naṣīraddīn aṭ-Ṭūsī) 42  
 Sūrat (in Westindien) 81  
 Syene s. Assuan  
 Syr-darja s. Jaxartes  
 Syrakus 138  
 Syrien 3, 40, 42, 50, 53, 54, 57, 61, 98, 107, 118, 146, 147, 149, 152
- T – Ṭ
- tabaq al-manāṭiq* 65  
 Tabriz 47, 54, 84, 118, 157, 158, 160  
 Tabula Rogeriana s. Silberne Weltkarte  
 Tabulatschrift 88  
*taḡribī* («erfahrungsgemäße» Messung von Distanzen auf hoher See) 79  
*tahrīr* (Bearbeitung) 41  
 Tangens 26  
 Tangensquadrant 157  
 Tangententabelle 22, 26  
 Tangerang 46, 61, 84, 116  
*tanwīm* 32  
 Tarsus 138  
 Tataren 130  
 Technik 36-37, 55, 172  
 Technologie 18, 37, 145  
 Terminologie(n) (Schaffung und Erweiterung) 9, 19, 170  
 Tieraugen 58  
 Tierfabeln s. Fabelsammlung  
 Tierkreiszeichen 15  
 Tigris 132, 164  
 Tihāma 176



- Tinte 24, 170  
*tirāz* (Seidenmanufaktur) 145  
 Tlemcen (Tilimsān) 63 n., 77  
 Tobolsk 76, 77, 130  
 Toledanische Tabellen 104, 106, 140  
 Toledo 43, 44, 45, 46, 60, 84, 95, 96, 98, 99, 100, 104, 105, 109, 110, 111, 112, 116, 117, 121, 124, 127, 128, 138, 139, 143, 144, 146, 153, 173  
*toleta de marteloio* 81  
 Tondauer 88  
 Tonhöhe 88, 89  
 Torquetum (Ġābir b. Aflāḥ) 34  
 Tortosa 59  
 Toulouse 84, 96, 97, 103, 105, 140, 163  
 Tours 138  
 Traditionswissenschaften 9  
 Trägheitsgesetz (bei Peregrinus) 151  
 Transoxanien 64, 129  
 Transoxanisches Flußsystem 130  
 Trapezunt (Trabzon) 54, 84, 157  
 Treibkraft des Schießpulvers 53, 64  
 Triangulation 126  
 Triangulation auf hoher See 79  
 Triangulation (al-Bīrūnī) 79  
 Triangulation (Snellius) 107  
 Trigonometrie 17, 21, 28, 42, 67, 79, 138, 141, 160, 163  
 Trigonometrie (Begründung als selbständige Disziplin) 165  
 Troubadourlieder 87  
 Tunis, Tunesien 77, 84  
 Türkei 133  
 Türkei, Ost- 124  
 Turkestan 130
- U
- Ubulla am Tigris 68  
 Uhr des Ibn aš-Šāṭir 55  
 Uhr (astronomische) des Taqīyaddīn s. *bingām raṣādī*  
 Ukraine 174  
 Umfahrbarkeit Afrikas (im Süden) 68, 70, 115, 119, 121-122  
 Umfahrbarkeit Asiens (im Norden) 121  
 Universalastrolab (Aḥmad b. as-Sarrāġ) 54  
 Universalscheibe (az-Zarqālī) 34, 54  
 Universität von Neapel, gegründet von Friedrich II. 164  
 Universität an-Niẓāmīya in Bagdad 164  
 Universitäten, europäische 162  
 Universitäten, Gründung staatlicher Universitäten im Islam 164, 170  
 Universitäten, Ursprung und Gründung 163  
 Universitätsgründungen in Europa 163, 164  
 Unsterblichkeit der Seele (Frage Friedrichs II. an ‘Abdalwāḥid) 148
- Urmiasee 41, 117, 133  
*uṣṭuwāna* («Säule»), Lehrstuhl in der Moschee im frühen Islam 170
- V
- Vansee 133  
 Vatikan 159  
 Vega (Fixstern) 157  
 Venedig 84, 121, 158  
 Venezianer 177  
 Venosa 150  
 Vergleichende Anatomie 38  
*verum occidens* («wahrer Westen») 104  
 Vitriol 24, 170  
 «Vollkommener Zirkel» s. *barkār tāmm*  
 Volumen von Kuppeln 16  
 Volumenberechnung regelmäßiger und halbregeelmäßiger Körper bei ar-Rāzī 67
- W
- Waage 36  
 Waffentechnik 53, 172  
 Wassermaschinen für Äquinoktial- und Temporalstunden 37  
 Wasseruhr (von ‘Abdarrahmān al-Ḥāzini) 36  
 Wasseruhr (auf Malta) 145  
 Wasseruhr (von Roger II. am Eingang der Capella Palatina) 145  
 Wasserwerk mit sechs Kolben (Taqīyaddīn) 75  
 Wasserwerk mit zwei Kolben (al-Ġazārī) 75  
 Weg nach Indien vom Westen her 174  
 Weltchroniken 61  
 Weltkarte s. Ma’mūn-Karte, Silberne Weltkarte al-Idrisis  
 Weltkarte Gastadis 122  
 Weltkarte von J.B. Homann 128  
 Weltkarte al-Idrisis 46  
 Westeuropa (Koordinaten) 59, 86  
 Westküste Afrikas 76, 123  
 Westküste Sumatras 123  
 Westpersien 2  
 Westrand Europas 48  
 Wind, Entstehung der Winde (al-Kindī) 14  
 Windenarmbrust 142, 50  
 Winkeldreiteilung von al-Bīrūnī 26  
 Wunder der arabischen Kultur 169  
 Wurf- und Handfeuerwaffen 63  
 Wurzelziehen 20, 21, 55
- X
- Xativa (Šāṭiba) 177

- Y  
 𐰽 Yüan-Dynastie 45
- Z  
 Zeitmesser (*muwaqqit*) 76  
 Zenith 30  
 Zentralasien 12, 61, 115  
 Zentralmeridian 44, 105
- Ziffern, arabische 134, 135  
*Ziğ aş-şafā'ih* (auch astronomisches Instrument) von  
 Abū Ġa'far al-Ḥāzin 20  
 Zirkel 16, 28, 81  
 Zirkumpolarstern 102  
 Zitieren von Quellen 142  
 Zoologie (Ibn Sinā) 32  
 Zylinderuhr 137  
 Zypern 3



### III. Büchertitel

#### A – ‘A

- K. al-Adwār* (al-Urmawī) 52  
*Adwār al-anwār mada d-duhūr wa-l-akwār* (Muḥyiddīn al-Mağribi) 44-45  
*K. al-‘Ağā’ib* (al-Mas‘ūdī) 61  
*K. al-Ağānī al-kabīr* (Abu l-Farağ al-Iṣfahānī) 24, 88  
*K. Aḥbār ar-rusul wa-l-mulūk* (aṭ-Ṭabari) s. *Ta’rīḥ ar-rusul wa-l-mulūk*  
*Aḥbār az-zamān* (al-Mas‘ūdī) 61  
*K. al-‘Ain* (al-Ḥalīl b. Aḥmad) 9  
*Ā’in-i Akbarī* (Abu l-Faḍl ‘Allāmī) 111  
*Ā’in-nāma* (Abu l-Faḍl ‘Allāmī) 78, 101  
*Akbarnāma* (Abu l-Faḍl ‘Allāmī) 78  
*K. al-‘Alāq an-naḥīya* (Ibn Rustah) 16  
*Alfonsinische Tafeln* 106  
 Algebra (al-Ḥwārizmī) s. *al-Ġabr wa-l-muqābala*  
*Almagest* (Ptolemaios) 9, 11, 34, 35, 143, 144, 153, 155, 157, 160, 171  
*K. al-Amṣār wa-‘ağā’ib al-buldān* (al-Ġāḥiẓ) 18  
*Ásia. Dos feitos que os Portugueses fizeram no descobrimento e conquista dos mares e terras do Oriente* (João de Barros) 70 n.  
*al-As’ila wa-l-ağwiba* (Rašīdaddīn Faḍlallāh) 158, 159  
*K. ‘Asr maqālāt*, Buch der Augenheilkunde (Ḥunain b. Iṣḥāq) 92, 93  
*K. Asrār al-balāga* (‘Abdalqāhir al-Ġurğānī) 33, 52  
*al-Āṭār al-bāqiya min al-qurūn al-ḥāliya* (al-Bīrūnī) 31, 33, 61, 62  
*Āṭār al-bilād wa-aḥbār al-‘ibād* (al-Qazwīnī) 145 n., 147 n.  
*K. al-Auṭān wa-l-buldān* (al-Ġāḥiẓ) 18 n.

#### B

- K. al-Badī‘* (Ibn al-Mu‘tazz) 19 n.  
*Kitāb-i Bahriye* (Pīrī Re’īs) 76  
*R. fi l-Barāhīn ‘alā masā’il al-ğabr wa-l-muqābala* (‘Umar al-Ḥaiyām) 28  
*Binae tabulae geographicae, una Nassir Eddini Persae, altera Ulug Beigi Tatarsi* (Johannes Gravius) 110  
*K. al-Budd al-‘arīf* (Ibn Sab‘īn) 149 n.  
*K. al-Buldān* (al-Ya‘qūbī) 18, 176 n.  
 Byzantinisches Rechenbuch (anon.) 67

#### C

- Canon Medicinae* (Avicenna, Übers. Gerhard von Cremona) 50; s. auch *al-Qānūn fi ṭ-ṭibb*  
 Chirurgiekapitel des *Qānūn* von Ibn Sinā 50  
*Christianismi restitutio* (Michael Servetus) 50  
*Chronica Pseudo-Isidoriana* (Aḥmad ar-Rāzī) s. *Historia Cirurgia Albucasis* oder *Tractatus de operatione manus* (az-Zahrāwī, Übers. Gerhard von Cremona) 96; s. auch *at-Taṣrīf li-man ‘ağīza ‘an at-taṣnīf*  
*Continens* (Rhazes) s. *Liber continens*  
*Cosmographiae compendium* (Guillaume Postel) 107

#### D

- K. Dalā’il al-i‘ğāz* (‘Abdalqāhir al-Ġurğānī) 33, 52  
*ad-Dāris fi ta’rīḥ al-madāris* (an-Nu‘aimī) 73  
*Dastūr al-munağğimīn* (2. Hälfte 5./11. Jh.) 45 n.  
*De anima* (Dominicus Gundissalinus) 142 n.  
*De arte venandi cum avibus*, «Falkenbuch» (Friedrich II.) 154  
*De caelo et mundo* (Albertus Magnus) 105

- De celo et mundo* (Ibn Sinā zugeschrieben, Übers. Dominicus Gundissalinus) 141  
*De compositione astrolabii* (Hermannus Contractus) 102  
*De crepusculis et nubium ascensionibus* (Ibn Mu‘ād) 31  
*De divisione philosophiae* (Dominicus Gundissalinus) 141, 142; s. auch *Iḥṣā’ al-‘ulūm* (al-Fārābī)  
*De eodem et diverso* (Adelard von Bath) 98 n.  
*De essentiis* (Hermannus Dalmata) 140  
*De iride et radialibus impressionibus* (Dietrich von Freiberg) 56  
*De melancholia* (Plagiat von Constantinus Africanus) 93  
*De mensura astrolabii* (Gerbert?) 135, 136  
*De mensura astrolabii* (Hermannus Contractus) 136  
*De multiplicatione et divisione numerorum* (Iosephus Sapiens oder Hispanus) 134  
*De processione mundi* (Dominicus Gundissalinus) 142 n.  
*De re anatomica libri XV* (Realdus Columbus / Realdo Colombo) 50  
*De revolutionibus* (Kopernikus) 34  
*De scientiis* (al-Fārābī) 89, 141; s. auch *Iḥṣā’ al-‘ulūm*  
*De triangulis omnimodis* (Johannes Regiomontanus) 35, 160  
*De utilitatibus astrolabii* (Gerbert) 135  
*De variolis et morbillis* (Rhazes, Übers. Gerhard von Cremona) 95; s. auch *K. al-Ġadarī wa-l-ḥaṣba*  
*Della descrizione dell’Africa et delle cose notabili che quiui sono* (Leo Africanus) 101  
*Détermination géographique de la situation et de l’étendue des différentes parties de la terre* (G. Delisle) 127 n.  
*Divina commedia*, «Göttliche Komödie» (Dante) 46, 105

## E

- Éclaircissements géographiques sur la carte de l’Inde* (Jean-Baptiste Bourguignon d’Anville) 109  
«Elemente» (Euklid) s. *K. al-Uṣūl*  
*Epistola de magnete*, «Traktat über den Kompaß» (Petrus Peregrinus) 150, 151  
*Epitome* (Regiomontanus) 34  
*Essai sur l’histoire de la géographie ou sur son origine, ses progrès et son état actuel* (Robert de Vaugondy) 133 n.

## F

- K. al-Fawā’id fī uṣūl ‘ilm al-baḥr wa-l-qawā’id* (Ibn Māğid) 71, 72  
*K. al-Fihrist* (Ibn an-Nadīm) 4 n., 23, 175 n., 176 n.  
*Fiqh al-ḥisāb* (Ibn Mun‘im) 55  
*Futūḥ al-buldān* (al-Balāḍurī) 176 n.

## G – Ğ

- K. al-Ġabr wa-l-muqābala*, «Algebra» (al-Ḥwārizmī) 13, 139, 144  
*K. al-Ġabr wa-l-muqābala* (Ibn Turk) 13  
*K. al-Ġabr wa-l-muqābala* (Sind b. ‘Alī) 13  
*K. al-Ġadarī wa-l-ḥaṣba* (Abū Bakr ar-Rāzī) 95  
*Galenī de oculis liber a Demetrio translatus* (Ḥunain b. Iṣḥāq, Plagiat von Constantinus Africanus) 93  
*K. al-Ġāmi‘ bain al-‘ilm wa-l-‘amal an-nāfi‘ fī ṣinā‘at al-ḥiyal* (Ibn ar-Razzāz al-Ġazarī) 36, 37  
*al-Ġāmi‘ li-mufradāt al-adwiya wa-l-ağḍiya* (Ibn al-Baiṭār) 176 n.  
*Ġāmi‘ al-mabādi’ wa-l-ğāyāt fī ‘ilm al-mīqāt* (al-Marrākuṣī) 42  
*al-Ġāmi‘ al-muḥtaṣar fī ‘unwān at-tawārīḥ wa-‘uyūn as-siyar* (Ibn as-Sā‘ī) 53  
*al-Ġāmi‘ li-ṣifāt aštāt an-nabāt wa-ḍurūb anwā’ al-mufradāt* (al-Idrisī) 39-40  
*Ġāmi‘ at-tawārīḥ* (Rašīdaddīn Faḍlallāh) 61  
*K. Ġawāmi‘ ‘ilm an-nuğūm*, «Handbuch der Astronomie» (al-Farğānī) 102, 144  
Γεωγραφικὴ ὑφήγησις «Geographie des Ptolemaios» 11, 38, 43, 106, 107, 115, 119, 120, 122, 132  
*Geographia et hydrographia reformata* (G. Riccioli) 108 n.  
*Geographia Nubiensis* (al-Idrisī) 101, 108; s. auch *K. Nuzhat al-muštāq fī ḥtirāq al-āfāq*  
*Geometria* (Gerbert?) 135  
«Geschichte Timurs» (Šarafaddīn) 112  
*Ġihānnumā* (Ḥāğğī Ḥalīfa) 129

## H – Ḥ

- al-Hādī li-š-šādī* (al-Maidānī) 40  
*K. fī Hai’at al-‘ālam* (Ibn al-Haiṭam) 25  
«Handbuch der Astronomie» (al-Battānī) 140; s. auch *Ziğ*  
«Handbuch der Astronomie» (al-Farğānī) 139; s. auch *Ġawāmi‘ ‘ilm an-nuğūm*  
*K. al-Ḥāwī* (Abū Bakr ar-Rāzī) 18, 95  
*Ḥibbur ha-mešiḥa ve-ha-tišboret* (Abraham bar Ḥiyya alias Savasorda) 141  
*Historia* oder *Chronica Pseudo-Isidoriana* (Aḥmad ar-Rāzī) 101

## I – Ī

- al-‘Ibar wa-dīwān al-mubtada’ wa-l-ḥabar* (Ibn Ḥaldūn) 63  
*K. al-Ifāda wa-l-i‘tibār fī l-umūr al-muṣāhada wa-l-ḥawādiṭ al-mu‘āyana bi-arḍ Miṣr* (‘Abdallaṭīf al-Bağdādī) 50, 51 n.  
*Iḥṣā’ al-‘ulūm* (al-Fārābī) 89, 141

- I'lām al-'ibād fī a'lām al-bilād* (Muṣṭafā b. 'Alī al-Qusṭantīnī al-Muwaqqit) 76  
*Imperii persici delineatio ex scriptis potissimum geographicis arabum et persarum* (Adrian Reland) 128 n.  
*Iršād al-arīb* (Yāqūt) 49  
*K. al-Istibṣār fīmā tudrikuhu l-abṣār* (al-Qarāfī) 148  
*K. al-Istikmāl* (al-Mu'taman) 27

## K

- al-Kawākib ad-durrīya fī waḍ' al-bingāmāt ad-daurīya* (Taḳīyaddīn) 75  
*Kalīla wa-Dimna* (Burzōe, Übers. Ibn al-Muqaffa') 8, 154  
*Kāmil aṣ-ṣinā'a aṭ-ṭibbīya*, «Handbuch der Medizin» (al-Maḡūsī) 22, 91, 151  
*al-Kāmil fī t-ta'rīḥ* (Ibn al-Aṭīr) 52  
*Kanon* (Ptolemaios) 8, 105; s. auch *πρόχειροι κανόνες καρόπος* (Ps.-Ptolemaios) 4  
*Kaṣf al-bayān 'an ṣifāt al-ḥayawān* (al-'Aufī) 73  
*Kaṣf al-maḡḡūb min 'ilm al-ḡubār* (Abu l-Ḥasan al-Qalaṣādī) 68  
*al-Kitāb* (Sibāwaih) 10  
*Kunnāṣ* (Ahron) 4  
*al-Kunnāṣ al-malakī* ('Alī b. al-'Abbās al-Maḡūsī) 91; s. auch *Kāmil aṣ-ṣinā'a aṭ-ṭibbīya*

## L

- Latitudo et longitudo regionum sicut continentur in Libro alg'alien* (vermutlich 14 Jh., anon.) 116  
*Liber abaci* (Leonardo von Pisa) 17  
*Liber canonis de medicina* (Avicenna, Übers. Gerhard von Cremona) 96; s. auch *al-Qānūn fī ṭ-ṭibb*  
*Liber completus artis medicinae, qui dicitur regalis dispositio hali filii abbas...* ('Alī b. al-'Abbās al-Maḡūsī, Übers. Stephanus von Antiochia) 91; s. auch *Kāmil aṣ-ṣinā'a aṭ-ṭibbīya*  
*Liber continens* (Rhazes) 18, 95; s. auch *K. al-Ḥāwī*  
*Liber cursuum planetarum* (Raymundo aus Marseille) 103, 140  
*Liber de naturis inferiorum et superiorum* (Daniel von Morley) 99  
*Liber de oculis* (Ḥunain b. Ishāq, Übers. Constantinus Africanus) 93; s. auch *K. 'Aṣr maqālāt*  
*Liber divisionis* (Rhazes, Übers. Gerhard von Cremona) 95; s. auch *K. at-Taqāsīm*  
*Liber embadorum* (Plato von Tivoli) 141

- Liber introductorius in medicinam* (Ḥunain b. Ishāq, Übers. Marcus von Toledo) 96; s. auch *al-Mudḡal ila ṭ-ṭibb*  
*Liber Mamonis* (Stephanus von Antiochia) 151  
*Liber medicinalis ad Almansorem* (Rhazes, Übers. Gerhard von Cremona) 95; s. auch *K. al-Manṣūrī fī ṭ-ṭibb*  
*Liber pantegni* (al-Maḡūsī, plagiiert von Constantinus Africanus) 22, 22 n., 91, 92, 95 n., 151; s. auch *Kāmil aṣ-ṣinā'a aṭ-ṭibbīya*  
*Liber quadratorum* (Leonardo von Pisa) 154  
*Liber sufficientiae* (Avicenna) 90; s. auch *K. aṣ-Ṣifā'*  
*Libros del saber de astronomía* (im Auftrag von Alfons X.) 44, 65  
*Li Livres dou trésor* (Brunetto Latini) 46, 114

## M

- al-Maḡzūn fī ḡamī' al-funūn* (anon., 8./14. Jh.?) 63 n.  
*Maqāla fī l-Māliḡūliya* (Ishāq ibn 'Imrān) 93 n.  
 «Ma'mūngeographie» (*aṣ-Ṣūra al-Ma'mūniya*) 38  
*Manāḡiḡ al-fikar wa-mabāḡiḡ al-'ibar* (al-Waṭwāt) 62  
*K. al-Manāẓir*, «Optikbuch» (Ibn al-Haitam) 27, 29, 30, 56  
*al-K. al-Manṣūrī fī ṭ-ṭibb* (Abū Bakr ar-Rāzī) 95  
*Mappæ clavicula* (Adelard von Bath) 98 n.  
*K. Maqālīd 'ilm al-hai'a* (al-Bīrūnī) 26  
*K. al-Maṣādir* (az-Zauzani) 40  
*Masā'il fī ṭ-ṭibb li-l-muta'allimīn* (Ḥunain b. Ishāq) 96; s. auch *al-Mudḡal ila ṭ-ṭibb*  
*Maṣāliḡ al-abdān wa-l-anfus* (Abū Zaid al-Balḡī) 22  
*Masālik al-abṣār fī mamālik al-amṣār* (Ibn Faḡlallāh al-'Umarī) 62  
*K. al-Masālik wa-l-mamālik* (Abū 'Ubaid al-Bakrī) 32  
*K. al-Masālik wa-l-mamālik* (Ibn Ḥurrādāḡbih) 18  
*Materia medica* (Dioskurides) 19  
*Memoir of a map of Hindoostan or the Mogul Empire* (James Rennell) 111, 112 n., 129 n.  
*Miftāḡ al-hisāb* (Ḡiyāṭaddīn al-Kāṣī) 66  
*Miftāḡ al-'ulūm* (as-Sakkākī) 52  
*Mizān al-ḡikma* (al-Ḥāzīnī) 36  
*Moamin*, «Falkenbuch» (Übers. Theodorus aus Antiochia für Friedrich II.) 154  
*K. al-Muḡrib fī ḡikr bilād Ifrīqiya wa-l-Maḡrib* (Abū 'Ubaid al-Bakrī) 33  
*al-Mu'ādalāt* (Šarafaddīn aṭ-Ṭūsī) 35  
*al-Mu'ālaḡāt al-Buḡrāṭīya* (Abu l-Ḥasan aṭ-Ṭabarī) 22  
*K. al-Mu'arrab* (al-Ġawālīqī) 40  
*al-Mudḡal ila ṭ-ṭibb* oder *Masā'il fī ṭ-ṭibb li-l-muta'allimīn* (Ḥunain b. Ishāq) 96  
*Mu'ḡam al-buldān* (Yāqūt) 49  
*Mu'ḡam al-udabā'* (Yāqūt) 49  
*K. al-Muḡiṭ* (Sīdī 'Alī) 80-81  
*Mukātabāt-i Raṣīdī* (Raṣīdaddīn Faḡlallāh) 158 n.



*al-Muqaddima* (Ibn Ḥaldūn) 55 n., 63  
*Muqaddimat al-adab* (az-Zamaḥṣarī) 40 n.  
*Muqni‘at as-sā’il ‘an al-maraḍ al-hā’il* (Ibn al-Ḥaṭīb) 57  
*Murūğ aḍ-ḍahab* (al-Mas‘ūdī) 61  
*al-Muštariḳ waḍ‘an wa-l-muftariḳ ṣaq‘an* (Yāqūt) 49

## N

*K. an-Nabāt* (Abū Ḥanīfa ad-Dīnawarī) 19  
*Nafḥ aṭ-ṭīb min ḡuṣn al-Andalus ar-raṭīb* (al-Maqqarī) 177 n.  
*Navigazione et viaggi* (Gian Battista Ramusio) 77 n., 101, 107  
*Ein neue Reysbeschreibung auß Teutschland Nach Constantinopel und Jerusalem* (Salomon Schweigger) 74  
*Nihāyat al-arab fī funūn al-adab* (an-Nuwairī) 62  
*Nihāyat al-īğāz fī dirāyat al-i‘ğāz* (Faḥraddīn ar-Rāzī) 52  
*Das Nord- und Oestliche Theil von Europa und Asia* (Ph. J. Strahlenberg) 130  
*Nuzhat al-ḥadā’iq* (Ġiyāṭaddīn al-Kāšī) 65  
*K. Nuzhat al-muštāq fī ḥtirāq al-āfāq*, «Geographie» (al-Idrisī) 38, 77, 108, 146, 166, 173 n., 177 n.  
*Nuzhat al-qulūb* (Ḥamdallāh al-Mustaufī) 60

## O

*Opus majus* (Roger Bacon) 36, 104  
*Organon* (Pseudo-Aristoteles) 8, 19

## P

περὶ κόσμου (Pseudo-Aristoteles) 5  
*Philosophia* (Daniel von Morley) 143  
*Planisphère terrestre suivant les nouvelles observations des astronomes* (Jacques Cassini) 125  
*Il principe* (Niccolò Machiavelli) 63  
*πρόχειροι κανόνες* (Ptolemaios) 8, 10, 105

## Q

*Quaestiones naturales* (Adelard von Bath) 98 n.  
*Qānūn* (az-Zarqālī) 103, 140  
*al-Qānūn al-Mas‘ūdī* (al-Birūnī) 25, 26, 110  
*al-Qānūn fī ṭ-ṭibb* (Ibn Sīnā) 32, 50, 96, 144

## R

*Raf‘ al-ḥiğāb* (Ibn al-Bannā’ al-Marrākušī) 54, 55  
*Regiae Scientiarum Academiae historia* (Jean Matthieu de Chazelles) 109 n.  
*Relation de divers voyages curieux, qui n’ont point esté publiés et qu’on a traduits ou tirés des originaux des voyageurs ...* (Melchisédec Thévenot) 133 n.  
*ar-Riḥla* (Ibn Baṭṭūṭa) 61

## S – Š – Ş

*Şağara-i Turk* «Genealogie der Türken» (Abu l-Ġāzī Bahādur Ḥān) 130  
*aş-Şaḥīfa al-‘adrā* (an-Nasafī) 40  
*K. aş-Şaidana* (al-Birūnī) 40 n.  
*K. aş-Şakl al-qattā‘* (Naşiraddīn aṭ-Ṭūsī) 42, 160  
*K. as-Sāmī fī l-asāmī* (al-Maidānī) 40  
*Sententie astrolabii* (Lupitus) 136  
*Siddhānta*, auch *Brāhmasphuṭa-Siddhānta* (Brahmagupta) 9, 13  
*K. aş-Şifā’* (Ibn Sīnā) 32, 88 n., 90, 95  
*Les six voyages en Turquie, en Perse et aux Indes* (Jean-Baptiste Tavernier) 129  
*Speculum astronomiae* (Albertus Magnus oder Roger Bacon) 105  
*Şubḥ al-a‘şā fī şinā‘at al-inşā’* (al-Qalqaşandī) 73  
*aş-Şukūk ‘alā Baṭlamīyūs* (Ibn al-Haiṭam) 171 n.  
*Synonymia geographica* (Abraham Ortelius) 50

## T – Ṭ – Ṭ

*Ṭabaqāt al-aṭibbā’ wa-l-ḥukamā’* (Ibn Ġulğul) 23  
*Ṭabşirat arbāb al-albāb* (Murḍā aṭ-Ṭarsūsī) 40  
*at-Taḍkira fī l-hai’a* (Naşiraddīn aṭ-Ṭūsī) 45  
*Taḍkirat al-kaḥḥālīn*, «Augenheilkunde» (‘Alī b. ‘Īsā) 32  
*Tahāfut al-falāsifa* (al-Ġazzālī) 171  
*Tahḍīd nihāyāt al-amākin li-taşḥiḥ masāfāt al-masākin* (al-Birūnī) 4, 25, 26, 101  
*Tahqīq mā li-l-Hind*, «Indienbuch» (al-Birūnī) 33, 61, 62, 173 n.  
*Tahqīq an-naba’ ‘an amr al-waba’* (Muḥammad b. ‘Alī aş-Şaqūrī) 57  
*Tahşīl al-ğaraḍ al-qāşid fī tafşīl al-maraḍ al-wāfid* (Ibn Ḥātima) 57  
*Talḥiṣ a‘māl al-ḥisāb* (Ibn al-Bannā’ al-Marrākušī) 55 n.  
*K. aṭ-Ṭamara* (Pseudo-Ptolemaios) 4

- Tanbīh at-tālib wa-iršād ad-dāris fī mā fī Dimašq min al-ğawāmi‘ wa-l-madāris* (an-Nu‘aimī) 73  
*K. Tanqīh al-Manāzīr li-dawī l-abšār wa-l-bašā’ir* (Kamāladdīn al-Fārisī) 56  
*Tanksūqnāma-i Īlhānī dar funūn-i ‘ulūm-i ħitā’i* (Rašīdaddīn Faḍlallāh) 58  
*K. at-Taqāsīm* (Abū Bakr ar-Rāzī) 95  
*Taqwīm al-buldān* (Abu l-Fidā’) 107, 108, 110, 112  
*Ta’rīḥ al-aṭibbā’* (Ishāq b. Ḥunain) 23  
*Ta’rīḥ muḥtaṣar ad-duwal* (Ibn al-‘Ibrī) 153 n., 171 n.  
*Ta’rīḥ ar-rusul wa-l-mulūk*, auch *K. Aḥbār ar-rusul wa-l-mulūk*, «Weltgeschichte» (aṭ-Ṭabarī) 18, 52  
*at-Taṣrīf li-man ‘ağiza ‘an at-ta’līf / taṣnīf* (az-Zahrāwī) 22, 96, 144  
*Tawārīḥ sinī mulūk al-arḍ wa-l-anbiyā’* (Ḥamza b. al-Ḥasan al-Iṣfahānī) 61  
*τέχνη ἰατρικὴ* (Galen) 143  
*Theorica planetarum* (Gerhard von Cremona) 54, 103  
*Theoricae novae planetarum* (Georg Peurbach) 34, 54  
*De Thiende* (Simon Stevin) 67  
*K. at-Ṭibb al-Manšūrī* (Abū Bakr ar-Rāzī) 18  
*Toledanischen Tafeln* 104, 105  
*Tractatus de operatione manus = Cirurgia Albucasis* (az-Zahrāwī) 96; s. auch *at-Taṣrīf li-man ‘ağiza ‘an at-ta’līf*  
*Türkisches Tagebuch* (Stephan Gerlach) 74  
*at-Tuḥfa aš-šāḥiyya fī l-ḥai’a* (Quṭbaddīn aš-Šīrāzī) 48  
*aṭ-Ṭuruq as-sanīya fī l-ālāt ar-rūḥāniyya* (Taḳīyaddīn) 75

## U – ‘U

- al-‘Umda al-kuḥliyya fī l-amrāḍ al-bašariyya* (Ṣadaqa b. Ibrāhīm al-Miṣri aš-Šādīlī) 58  
*Uns al-muḥağ wa-rauḍ al-furağ* (al-Idrisī) 38  
*al-‘Unwān al-kāmil* (Maḥbūb b. Quṣṭanṭīn al-Manbiğī) 61  
*K. al-Uṣūl*, auch: *K. al-Uṣṭuqusāt*, «Elemente» (Euklid) 13, 27, 42, 138, 144  
*‘Uyūn al-anbā’ fī ṭabaqāt al-aṭibbā’* (Ibn Abī Uṣaiḃi‘a) 51, 171 n.

## V

- Vermehrte neue Beschreibung der Muscovitischen und Persischen Reyse* (Adam Olearius) 123 n., 124 n.  
*Viaticus* (Ps.-Constantinus Africanus, Übers. des *Zād al-musāfir* von Ibn al-Ğazzār) 92, 93  
*Volume of Great and Rich Discoveries* (John Dee) 107

## W

- Kitāb al-Wāfi bi-l-wafayāt* (aṣ-Ṣafadi) 55 n.

## Y

- ὑποθέσεις (Ptolemaios) 25  
*Ysagoge Iohannicii ad tegni Galieni* (Ḥunain b. Ishāq, Übers. Constantinus Africanus) 96; s. auch *al-Mudḥal ila ṭ-ṭibb*

## Z

- Zād al-musāfir* (Ibn al-Ğazzār) 154  
*Ziğ* (um 100/719) 4  
*Ziğ* (al-Battānī) 102  
*Ziğ* (Ḥabaš al-Ḥāsib) 156  
*Ziğ* (Ibn al-A‘lam al-Bağdādī) 156  
*Ziğ* (Ibn ar-Raqqām) 59  
*Ziğ* (al-Ḥwārizmī) 102, 138, 156  
*Ziğ-i Ḥāqānī* (Ġiyāṭaddīn al-Kāšī) 64  
*az-Ziğ al-Īlhānī* (Našīraddīn aṭ-Ṭūsī) 44, 112  
*az-Ziğ al-mumtaḥan* 11  
*Ziğ aš-šahriyār* (mittelpersisch) 8  
*Ziğ-i sulṭānī* (Uluğ Beg) 64, 110, 112

