

Geschichte, Gehalt und wissenschaftliche Funktion
der Planetendiagramme des frühen Mittelalters

Inauguraldissertation

der Philosophisch-historischen Fakultät der Universität Bern
zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von

Hans-Christoph Liess

Selbstverlag

Von der Philosophisch-historischen Fakultät auf Antrag von Prof. Dr.
Gerd Graßhoff und Prof. Dr. Bruce Eastwood angenommen.

Bern, den 8. November 2002

Der Dekan: Prof. Dr. Oskar Bächtli

Inhaltsverzeichnis

<i>I</i>	<i>Vorwort</i>	5
<i>II</i>	<i>Einleitung</i>	7
<i>III</i>	<i>Warum astronomische Diagramme?</i>	11
1	Entstehungskontexte	11
1.1	Die frühmittelalterlichen Klosterschulen	11
1.2	Astronomie zwischen <i>Artes Liberales</i> und <i>Computus</i>	13
1.3	Themen qualitativer frühmittelalterlicher <i>Astronomie</i>	16
2	Die Planetendiagramme des Frühmittelalters	18
2.1	Bild und Text	18
2.2	Bildveränderungen	22
2.3	Die Diagramme in Zahlen	25
2.4	Vier frühmittelalterliche Diagrammtraditionen	27
3	Forschungskontext	38
4	Die Bedeutung der Diagramme	52
4.1	Der Bildgehalt	52
4.2	Körper und Bahnen	52
4.3	Beobachtung und Messung	57
5	Die Funktion der Bilder	61
5.1	Synopse	62
5.2	Klärung des Textgehalts	63
5.3	Korrektur	65
6	Konsequenzen	66
6.1	Bildtheorie	66
6.2	Die Notwendigkeit des Gesamtmaterials	66
6.3	Historische Abhängigkeiten	67
6.4	Korruption und Intention	70

7	Fragestellung und Aufbau der Arbeit	70
<i>IV</i>	<i>Das Problem der Evidenz und COMPAGO</i>	73
1	Abbildungen als Quellenmaterial	73
2	COMPAGO und DIGILIB	75
3	Technische Realisierung	76
4	Die Bildschirme von COMPAGO	78
4.1	Der Bildvergleich – Die zentrale Funktion des Programms	79
4.2	Der Einstieg in die Bildpräsentation	85
4.3	Die Stammbaum-Präsentation	86
4.4	Das Bild im Kontext	89
4.5	Die Bildtypen	92
4.6	Die Textumgebung der Bilder	95
<i>V</i>	<i>Rekonstruktion der Kopierbeziehungen</i>	99
1	Die Methoden der philologischen Textkritik	99
1.1	Die drei Regeln der <i>recensio</i>	100
1.2	Der theoretische Hintergrund: Wahrscheinlichkeiten	104
1.3	Verzicht auf Regel 2 und 3	113
2	Die Übertragung auf wissenschaftliche Abbildungen	116
2.1	Parallelen	116
2.2	Unterschiede und Konsequenzen	117
2.3	Die Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten	119
2.4	Die Anwendung der Regel	123
2.5	Die Erstellung der Stammbäume	128
3	Ergebnisse	132
3.1	Der erste Test: Einsetzen der Datierungen	132
3.2	Der zweite Test: Der Abgleich der Stammbäume	134
3.3	Die Umsetzung in COMPAGO	135
<i>VI</i>	<i>Aktive und Passive Bildveränderungen</i>	139
1	Das Problem: Intendierte Veränderungen	139
2	Ähnlichkeitsrelation und Gehaltsrelation	140
2.1	Ähnlichkeitsrelation	141
2.2	Gehaltsrelationen	149
3	Die Bestimmung aktiver Bildveränderungen	153
3.1	Der Deutungspielraum: Grenze oder Niemandsland?	153

3.2	Schrift im Bild: aktiv oder passiv?	158
3.3	Mischformen	160
4	Beispielanwendungen des Verfahrens	161
4.1	Eindeutige Fälle: aktiv	162
4.2	Eindeutige Fälle: passiv	164
4.3	Grenzfälle	166
5	Die Evidenz in <i>COMPAGO</i>	167
6	Fazit	168
<i>VII</i>	<i>Wissenschaftlicher Gehalt und Funktion der Planetendiagramme</i>	171
1	Interpretation wissenschaftlicher Abbildungen	171
1.1	Elemente einer wissenschaftlichen Abbildung	171
1.2	Methodische Konsequenzen	180
2	Wissenschaftliche Funktion der Bildtypen	182
2.1	Der Zugang: die Bild-Text-Relation	184
2.2	Der Befund: Übereinstimmung und Informationsüberschuss	186
2.3	Texte, Modelle und Bilder	187
2.4	Der Sonderstatus der Calcidius-Diagramme	191
2.5	Die Klärung der Modelle	193
2.6	Fazit	196
<i>VIII</i>	<i>Die Bildtraditionen: Modifikationen, Motive, Verläufe</i>	199
1	Die Präsenz der Modifikationen	199
2	Die fortgesetzte Reflexion	200
3	Typen der Veränderung	204
3.1	Korrektur	205
3.2	Expansion	206
3.3	Kontraktion	206
3.4	Optimierung der Repräsentation	207
3.5	Ästhetik	208
3.6	Sonstige	208
4	Motive der Veränderung	210
4.1	Kandidaten für Veränderungsmotive	210
4.2	Kriterien für Bildveränderungen	212
5	Interpretation des Befundes	217
5.1	Calcidius: Eine symbiotische Bild/Text-Relation	217
5.2	Macrobius und Plinius: Die Komplexität des Bildgegenstandes	219

5.3	Capella und Plinius: Die mangelnde Präzision der Texte . . .	226
5.4	Geometrische Eindeutigkeit der graphischen Elemente . . .	229
6	Historischer Verlauf der Veränderungstätigkeit	235
6.1	Die stabile historische Präsenz	236
6.2	Historisierung der Motive	238
6.3	Interpretation des Befundes	240
7	Modell über die Entstehung und Entwicklung von Bildveränderungen	245
<i>IX</i>	<i>Schluss</i>	<i>251</i>
<i>I</i>	<i>Technische Details</i>	<i>255</i>
1	Perl-Skripte der Bildschirme	255
2	ERD-Diagramm	257
3	Datenbank: Struktur der Tabellen	257
<i>I</i>	<i>Beschreibung der wichtigsten Bildtypen</i>	<i>261</i>
1	Die Plinius-Diagramme	261
2	Die Capella-Diagramme	265
3	Die Macrobius-Diagramme	272
4	Die Calcidius-Diagramme	273

Kapitel I

VORWORT

Die vorliegende Dissertationsschrift entstand im Rahmen des Projektes *Geschichte, Gehalt und Veränderung wissenschaftlicher Abbildungen*, das der Schweizerische Nationalfonds vom 1. April 2000 bis zum 31. März 2002 unter der Leitung von Prof. Dr. Gerd Graßhoff an der Universität Bern unterstützte (Projekt-Nr. 1152-059499). Die Studie steht in engem Zusammenhang mit den weiteren Ergebnissen des Projektes, auf denen aufgebaut wird, ohne sie sämtlich zu wiederholen.¹

Über diese gemeinsam erarbeiteten Grundlagen hinaus sei auf den wissenschaftlichen Anteil Gerd Graßhoffs an dieser Arbeit verwiesen: Die von mir verwendeten theoretischen Entwürfe gehen in erster Linie auf seine (in neuester Version z. T. noch unveröffentlichten) Entwürfe zurück, insbesondere der Vorschlag zu den in Kapitel VII vorgestellten Kriterien zur Beurteilung wissenschaftlicher Abbildungen sowie die bildtheoretischen Grundlagen der Arbeit stammen in erster Version von Gerd Graßhoff und wurden im Rahmen des erwähnten SNF-Projektes gemeinschaftlich ausgearbeitet.

Die Quellenbasis der Arbeit ist die von Bruce Eastwood zusammengetragene, umfassende Sammlung aller überlieferten mittelalterlicher Manuskripte, die Planetendiagramme enthalten. Die am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (Berlin) durchgeführte Digitalisierung wurde vom Schweizerischen Nationalfonds finanziell unterstützt.

¹Diese Ergebnisse finden sich in anderen Publikationen niedergelegt, die zur Ergänzung der hier vorgetragenen Thesen konsultiert werden können: Der bildtheoretische Ansatz wird in einem Lehrbuch zur Analyse wissenschaftlicher Abbildungen erläutert und eine ausführliche Darstellung der Entwicklung und der Eigenschaften des Programms COMPAGO ist in einer eigenständigen Monographie dargestellt. Vgl. Graßhoff, Liess & Nickelsen (2002) und Graßhoff, Liess & Nickelsen (2001).

Kapitel II

EINLEITUNG

„Early medieval science presents an irritating historical paradox. The conventional view of science in the Hellenistic and Roman periods portrays a declining tradition typified by superficial handbooks and encyclopedias. Conversely, the reemergence of science in Western Europe began with the active search by medieval scholars for Arab astronomy as early as the tenth century. Yet such active inquiry presupposes knowledge and interest; we seek out only what we already know to be of value. This emergence of scholarly interest after centuries of apparent stagnation defines the paradox.“

So beschreibt Stephen McCluskey in der Einleitung seiner Monographie zur Astronomiegeschichte des frühen Mittelalters von 1998 das Dilemma, in dem sich die Geschichte der frühmittelalterlichen Astronomie von jeher befindet:¹ Einem reichen Quellenbestand an astronomischen Texten seit dem frühen 9. Jahrhundert steht ein äusserst kläglicher Bestand an Kenntnissen der astronomischen Aktivitäten und Entwicklung in der Zeit vom 9. - 12. Jahrhundert gegenüber. Dieses Defizit der abendländischen Astronomiegeschichte ist im Wesentlichen darin begründet, dass es sich bei den überlieferten astronomischen Schriften weitgehend um spätantike Texte handelt, die im Rahmen der karolingischen Renaissance wieder entdeckt und in zahllosen Abschriften über ganz Westeuropa verbreitet worden waren. Von wenigen Ausnahmen abgesehen existieren keinerlei Zeugnisse über den zeitgenössischen Umgang mit den Inhalten dieser Texte. Das Ergebnis ist, dass dem Frühmittelalter von Seiten der Historiker lange Zeit jede eigenständige und für die weitere theoretische Entwicklung der Astronomie relevante Aktivität abgesprochen wurde.

Erst in den letzten Jahrzehnten wurde diese Sicht vereinzelt in Frage gestellt. Für den Bereich der Planetenastronomie war dies vor allem mit der Entdeckung verbunden, dass im 9. Jahrhundert zu einem beträchtlichen Teil der Texte mit planetenastronomischem Gehalt Diagramme entstanden, die durch die folgenden Jahrhunderte hindurch mit den Texten zusammen reproduziert wurden (Vgl. Abbildung II.1).

¹McCluskey (1998), S. IX.

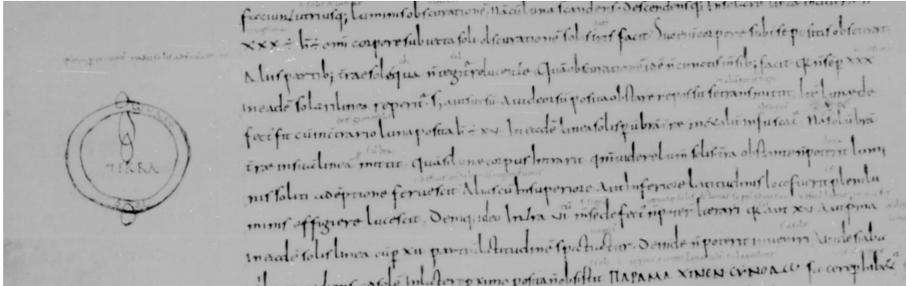


Abbildung II.1: Astronomisches Diagramm aus dem frühen 9. Jahrhundert. Leiden UB Voss. F.48, f.81r.

Mit diesen Hunderten von Abbildungen eröffnete sich eine ganz neue Möglichkeit, den Umgang des frühen Mittelalters mit den antiken Texten zu rekonstruieren. Mit den Diagrammen stehen dem Historiker Spuren der frühmittelalterlichen Auseinandersetzung mit den astronomischen Texten in grossem Ausmass zur Verfügung. Insbesondere die Arbeiten von Bruce Eastwood stellten zudem heraus, dass die Abbildungen nicht nur zu einem gewissen Zeitpunkt am Beginn des 9. Jahrhunderts entstanden, sondern im Verlauf vieler Reproduktionen der einzelnen Bildtypen oft einem starken Wandel unterworfen waren. Sie wurden verändert, korrigiert und ergänzt, wie an Einzelfällen nachgewiesen wurde. Damit weisen die Zeichnungen darauf hin, dass die Astronomen des Frühmittelalters die überlieferten astronomischen Texte nicht nur lasen, sondern dass darüber hinaus eine innovative Auseinandersetzung mit dem Gehalt der Schriften stattfand.

Mit der vom Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (Bern) erworbene Sammlung aller überlieferten Diagramme dieser Bildtraditionen, die über Jahrzehnte von Bruce Eastwood zusammengetragen wurde, besteht seit kurzem die Möglichkeit, systematische Fragen an diesen vielversprechenden Zugang zum wissenschaftlichen Denken des frühen Mittelalters in Angriff zu nehmen. Dieser Herausforderung stellt sich diese Arbeit. Durch umfassende Untersuchungen des Bildmaterials soll versucht werden, generelle Merkmale des mittelalterlichen astronomischen Denkens herauszuarbeiten. Leitfrage ist hierbei, was die wissenschaftliche Funktion der Diagramme im frühen Mittelalter und in den darauf folgenden Jahrhunderten ihrer hundertfachen Reproduktion war. Dabei bietet

das umfassende Material die Möglichkeit, die Frage sowohl zum Zeitpunkt der Entstehung der Diagramme zu stellen, als auch zu versuchen, durch den Nachvollzug und die systematische Auswertung der Veränderungen einen eventuellen Wandel im Umgang mit den Texten und seinen Inhalten nachzuzeichnen.

Damit betritt die Arbeit in verschiedenen Hinsichten Neuland. Da ist zum Einen der methodische Umgang mit den Abbildungen. Zwar ist der Umgang mit wissenschaftlichen Abbildungen in der Wissenschaftsgeschichte nicht neu, systematische Analysen grosser Mengen von Abbildungen eines Typs liegen bislang jedoch nicht vor. Dementsprechend muss das methodische Rüstzeug grösstenteils selbst erarbeitet werden. Eine grosse Herausforderungen bildet beispielsweise die Entwicklung eines Verfahrens zur Rekonstruktion verlässlicher Kopierrelationen oder die Frage nach einer Unterscheidung von Kopierfehlern und intendierten Veränderungen dar.

Eine ebenfalls schwierig zu lösende Aufgabe, vor die sich die Arbeit gestellt sieht, ist der Umgang mit der Evidenz für die in der Arbeit entwickelten Thesen. Eine konventionelle Buch-Publikation, worin das behandelte Bildmaterial in Form eines Anhangs präsentiert wird, war in diesem Fall ausgeschlossen. Wenn schon die Zahl der Abbildungen (659) jedes Format gesprengt hätte, wäre damit noch nicht ein Bruchteil der Evidenz zugänglich gemacht, da diese vorwiegend aus detaillierten Bildvergleichen besteht. Daher wurde, parallel zur inhaltlichen Arbeit eine Präsentationsform der Evidenz in COMPAGO entwickelt. Dieses Programm ermöglicht die digitale Präsentation beliebig grosser Bildbestände in Einzel- und Vergleichsansichten inklusive der für die wissenschaftliche Arbeit, notwendigen Kontextinformationen. Zu diesem Zweck wurden die ca. 250 als Mikrofilme vorliegenden Manuskripte hochaufgelöst gescant und in eine entsprechende Datenbank eingearbeitet. Somit kann die umfangreiche Evidenz für alle Thesen der Arbeit mit über 2500 Bildvergleichen im Internet zur Verfügung gestellt werden.

Kapitel III

WARUM ASTRONOMISCHE DIAGRAMME?

Diese Frage ist in zweifacher Hinsicht Gegenstand dieses Kapitels. Zum einen ist es die Frage nach dem Erkenntnisinteresse. Aus welchen Gründen erscheint die Untersuchung der Diagramm-Kollektion ein sinnvolles und ertragreiches wissenschaftshistorisches Unternehmen zu sein? Die Präsentation des Untersuchungsgegenstandes samt erster Informationen zum Entstehungs- und Verwendungskontext, sowie die Einordnung des Themas in den aktuellen Forschungsstand und nicht zuletzt die Explorierung des geplanten Forschungsunternehmens auf seine Machbarkeit hin sollen eine Antwort auf diese Frage liefern.

Eine Untersuchung hinsichtlich der Durchführbarkeit des Projektes soll auch Antwort auf die zweite Bedeutung der Kapitelfrage geben. Dies ist die Frage nach der Funktion der Diagramme im Sinne des Titels der Arbeit. Bei einer ersten Sichtung der Diagramme, ihrer Entstehungskontexte und Bedeutung sowie der Forschungsliteratur soll das Quellenmaterial daraufhin geprüft werden, welche Diagramme möglicherweise Antwort auf die Fragestellung geben könnten.

Ziel des Kapitels ist es, durch die Explorierung des Untersuchungsgegenstandes eine Fragestellung zu formulieren, welche dem zur Verfügung stehenden Quellenmaterial angemessen ist, sowie einen Aufbau der Arbeit zu skizzieren, der die Schritte umfasst, die zu einer befriedigenden Beantwortung der Fragestellung erforderlich sein werden. In den nächsten Abschnitten soll der für die Einordnung der Bilder in die historischen und theoretischen Zusammenhänge notwendige Kontext auf der Basis der aktuellen Forschungsliteratur dargestellt werden. Neben der grundlegenden historischen Einordnung ist dies vor allem die Vorstellung derjenigen Elemente des zeitgenössischen Hintergrundes, auf welche sich die Ausführungen dieser Arbeit stützen.

1 ENTSTEHUNGSKONTEXTE

1.1 DIE FRÜHMITTELALTERLICHEN KLOSTERSCHULEN

Vom Zerfall des römischen Reiches war auch das hoch entwickelte römische Schul- und Bildungswesen betroffen.¹ Nach dem Niedergang der klassischen Schulen und dem Prozess der Ent-Urbanisierung in Westeuropa übernahmen

¹Lundgreen (1980), S. 14.

die Klöster die Führung im Bereich der Alphabetisierung und der Bildung, da die Kirche zur Erfüllung ihrer religiösen Aufgaben auf ein Mindestmass an Bildung angewiesen war.² Durch die Bindung an den institutionellen Rahmen der Klöster veränderte sich der Charakter des Erziehungssystems grundlegend. Aus dem einheitlichen öffentlichen Bildungssystem des römischen Reiches mit dem Schwerpunkt auf Rhetorik und Grammatik wurde ein sehr eng auf die Ausübung der religiösen Praxis ausgerichtetes Netz von Klosterschulen, welches weder einheitlich organisiert war, noch einheitliche Lehrinhalte aufwies.³

Die aus wissenschaftshistorischer Sicht bedeutendste Konsequenz dieser stark interessengeleiteten Bildung, Erziehung und Wissenschaft war der zwiespaltene Umgang mit dem aus der Antike überkommenen klassischen Bildungsgut. Die heidnischen Klassiker wurden einerseits als Widerspruch zum heiligen Geist des Christentums empfunden.⁴ Andererseits war aber schon eine Ausbildung in Lesen, Schreiben und Grammatik nicht ohne den Rückgriff auf die Klassiker möglich. Daher entstanden Kompendien, in welchen das antike Wissen über die Welt kontrolliert und gebündelt weitergegeben werden konnte, wie die *Etymologiae* von Isidor von Sevilla, welche durch das gesamte Mittelalter hindurch eines der Hauptwerke der Lehre darstellten.⁵

Der Schwerpunkt der klösterlichen Ausbildung lag neben dem Schreiben und Lesen des Lateinischen, was beides zur Abhaltung einer Messe notwendig war, auf dem Gesangsunterricht für die kirchlichen Gesänge, sowie der Kalenderrechnung für die korrekte Ermittlung des Osterfestes und anderer beweglicher Festtage.⁶

Eine wichtige Zäsur für die Astronomiegeschichte des frühen Mittelalters waren die von Karl dem Großen inaugurierten Reformen des Bildungswesens: die sogenannte karolingische Renaissance.⁷ Um dem niedrigen Bildungsniveau des Klerus, vor allem in den ländlichen Gebieten, entgegenzuwirken, kam es unter seiner Aufsicht zur Etablierung eines regelrechten Lehrplanes mit Mindestanforderungen an die Priestererziehung.⁸ Der für die wissenschaftliche Ent-

²Dales (1994), S. 27.

³Lindberg (1994), S. 162.

⁴McCluskey (1998), S. 31.

⁵Sevilla (1911). Isidor von Sevilla lebte von ca. 560 bis 636.

⁶Graßhoff & Eastwood (2003a), S. 2.

⁷Der Begriff geht auf Raby (1953) zurück und hat sich neben den Bezeichnungen *Carolingian Revival* und *Karolingische Bildungserneuerung* durchgesetzt.

⁸Borst (1993), S. 58. Eine Diskussion der Bedeutung und der Auswirkungen des Dekrets zum Aufbau von Klosterschulen findet sich in Contreni (1995).

wicklung wichtigste Schritt war hierbei die Schaffung eines Literaturkorpus aus diversen in Vergessenheit geratenen antiken Schriften.⁹ Unter Alkuins Leitung wurden Manuskripte gesammelt, berichtigt und kopiert.¹⁰ Das Ergebnis war eine Verbreitung des antiken Wissensgutes in klerikalen Kreisen, die alles übertraf, was es diesbezüglich in den Jahrhunderten zuvor im lateinischen Westen gegeben hatte.¹¹

In Anlehnung an diese Schriften orientierte sich der neue Lehrplan formal an dem aus der Antike überlieferten Kanon der *Artes Liberales*. Doch beschränkte sich auch der Unterricht an den neu gegründeten Kloster- und Domschulen weiterhin oft auf Grammatik und Theologie, also die für die theologische Praxis relevanten Fächer.¹²

Wissenschaft bedeutete im frühen Mittelalter also in erster Linie Bereitstellung und Systematisierung des Wissens aus der Vergangenheit. Die Werke klassischer Autoren wurden kopiert und zum Teil mit Anmerkungen versehen. Im Zentrum aller Wissenschaft stand immer das Verständnis der Heiligen Schrift, wofür das weltliche Wissen die Voraussetzung schuf.¹³

1.2 ASTRONOMIE ZWISCHEN *Artes Liberales* UND COMPUTUS

Vor der karolingischen Bildungsreform bezog sich das astronomische Interesse einzig auf die Berechnung des Kalenders, bzw. der beweglichen Feste, und wurde im Rahmen einer Disziplin ausgeübt, die sich ausschliesslich mit diesen Fragen auseinandersetzte: dem Computus.¹⁴

Die Grundlage dieser Disziplin, die mit der Astronomie nur lose verbunden war, bildete das Buch von Beda *De temporum ratione*, eine nach den Möglichkeiten des zeitgenössischen Wissensstandes detaillierte und korrekte Darstellung aller Probleme der Zeitrechnung.¹⁵ Im Zentrum des Computus stand die Aufgabe, das Osterdatum nach den Regeln auszurechnen, welche vom Konzil von Nicea im Jahr 325 festgelegt worden waren. Dies war in erster Linie ein arithmetisches Problem, da es galt, die unvermeidlichen Brüche der per definitionem gegebene-

⁹Eastwood (2000a), S. 2.

¹⁰O’Croinin (1993), S. 11.

¹¹Eastwood (2000a), S. 2.

¹²Lundgreen (1980), S. 15.

¹³Lindgren (1992), S. 40.

¹⁴Borst (1990), S. 3.

¹⁵Beda (1529). Ein weiteres Lehrbuch der Komputistik war *De cursu stellarum* von Gregor von Tours. Tours (1885).

nen Mond- und Sonnenzyklen am Ende des Jahres miteinander in Beziehung zu setzen.¹⁶ Die Behandlung der Planeten fehlte im *Computus* nahezu vollständig.¹⁷

Mit der unfassenden Erweiterung des astronomischen Wissensstandes durch die Bildungsreformer am Hofe Karls wurden die Weichen für eine grundlegende Neubestimmung des Verhältnisses von *Computus* und Astronomie gestellt. Obwohl nun eine breitere Wissensbasis zum Verständnis der Himmelsbewegungen vorlag, spielten die Planeten für die Astronomen zu Beginn des 9. Jahrhunderts jedoch auch weiterhin eine Nebenrolle.¹⁸ Zwar hatten die Reformer eine Anhebung des astronomischen Wissensstandes angestrebt, dies jedoch nur, um das eigentliche Ziel, eine verbesserte Kalenderberechnung, zu erreichen.¹⁹ Dass das astronomische Interesse im Umfeld Karls des Großen sich vor allem auf Kalenderberechnung beschränkte, zeigt das Ringen um ein handliches Lehrbuch, das Karl von Alkuin verlangte und das dessen Schüler Hrabanus schließlich fertigstellte.²⁰ Wenn trotzdem auch für die Planetenastronomie eine neue Zeit anbrach,²¹ lag das daran, daß Karl der Große selbst die scharfe Trennung von Astronomie und Astrologie, wie sie Isidor von Sevilla aufgestellt hatte, aufhob. Er betrachtete die Planetenbewegungen nicht mehr nur als Gegenstand heidnischer, astrologischer Deutungen,²² sondern erwog die Möglichkeit, sie in die Kalenderberechnung mit einzubeziehen.²³

Entscheidend für die Entwicklung der Astronomie in den nächsten Jahrhunderten war die Wiederentdeckung vier spätantiker Werke: Exzerpte aus dem monumentalen naturhistorischen Werk *Historia Naturalis*²⁴ von Plinius dem Älteren, der Kommentar des Calcidius zu Platons *Timaios*,²⁵ Macrobius *In somnium Scipio-*

¹⁶Eastwood (1998), S. 7.

¹⁷Graßhoff & Eastwood (2003a), S. 2.

¹⁸Eastwood (2000a), S. 3.

¹⁹Borst (1990), S. 20.

²⁰Maurus (1979).

²¹Eastwood (1995), S. 217.

²²Aus dem Briefwechsel mit Karls mit Alkuin und anderen Gelehrten geht hervor, daß Karl auch ein starkes persönliches Interesse an der Astronomie hatte. Lohrmann (1993), S. 80.

²³Alle christlichen Zeitrechner hatten Zeitrechnung und Sternkunde voneinander getrennt, wie es die Bibel vorschrieb. Alles andere galt als Astrologie, bzw. Götzendienst. Siehe Borst (1990), S. 20f.

²⁴Plinius (1997).

²⁵Calcidius (1962).

nis²⁶ und das Überblickswerk über die sieben freien Künste *De nuptiis Philologiae et Mercurii* von Martianus Capella.²⁷

Diese Arbeiten übertrafen an Präzision und Wissensfülle alles, was das Frühmittelalter bislang gekannt hatte, auch wenn es sich bei ihnen wiederum um römische Zusammenfassungen des aus dem Griechischen bekannten Wissenskanon handelte.²⁸ Diese enzyklopädischen Kompendien vermittelten einen Eindruck der Arbeiten von Hipparchus und Ptolemaios, nicht jedoch die Methoden, mit denen sie zu ihren Ergebnisse kamen, bzw. die mathematische Form, in welcher sie ausgedrückt worden waren.

Auch wenn das astronomische Interesse von Fragen der Kalenderberechnung herrührte, war es der Platz der Astronomie unter den sieben *Artes Liberales*, welcher ihr zu dauerhafter Präsenz in der mittelalterlichen Bildungslandschaft verhalf. Das Konzept der *Artes Liberales* im Sinne eines klar umrissenen Bildungsprogramms stammt von den karolingischen Reformern, welche darin die nicht-theologische Bildung bündelten.²⁹ Es umfaßte ein *Trivium* genanntes Grundstudium mit den Fächern Grammatik, Rhetorik und Dialektik und ein *Quadrivium* genanntes Hauptstudium mit den Fächern Musik, Mathematik, Astronomie und Geometrie.³⁰ Alkuin selbst verlieh den sieben freien Künsten eine besondere Bedeutung, indem er sie als die sieben Stufen bezeichnete, die zur vollkommenen Weisheit (*perfecta scientia*) führen sollten.³¹ Die Aufwertung der freien Künste sowie die durch die vielen Gründungen von Kloster- und Kathedralschulen angeregten intellektuellen Aktivitäten waren die Voraussetzungen für ein geistiges Klima, in welchem sich die Beschäftigung mit astronomischen Fragen auch jenseits komputistischer Fragen als Selbstzweck etablieren konnte. Das Niveau der astronomischen Ausbildung variierte stark von Schule zu Schule.³² Von einem Kloster wie Fulda wissen wir, daß die Studentenpopulation zwischen 26 und 40 Prozent der totalen Population der Abtei ausmachte, was für einige Studenten die Möglichkeit ergeben haben könnte, Astronomie auch jenseits des Computus

²⁶Macrobius (1963).

²⁷Capella (1983).

²⁸McCluskey (1998), S. 122.

²⁹Lindgren (1992), S. 5.

³⁰Die erste Gesamtdarstellung des Stoffes der freien Künste stammt, wenn auch in leicht veränderter Zusammensetzung von Varro (116-127 v. Chr.) und wurde bis ins Frühmittelalter in verschiedenen Varianten nachgeahmt. Siehe Lindgren (1992), S. 30 f.

³¹McKitterick (1977), S. 18f.

³²Graßhoff & Eastwood (2003a), S. 6.

zu studieren.³³ Da sich in Fulda eine Vielzahl von Exzerpten von Autoritäten wie Plinius und Macrobius finden, die weit über komputistische Anforderungen hinaus gehen, lässt sich schließen, dass Hrabanus Maurus (780-856) seine Studenten zu weiteren astronomischen Studien ermuntert haben könnte.³⁴ Ein Magister eines ländlichen Klosters dagegen, der meist alle Fächer unterrichtete, wird in der Regel weder Sachverstand noch Interesse für astronomische Gedankenspiele gehabt haben.³⁵

1.3 THEMEN QUALITATIVER FRÜHMITTELALTERLICHER ASTRONOMIE

Für ein besseres Verständnis der folgenden Analysen meist frühmittelalterlicher Diagramme sollen hier die wichtigsten Themen und Fragestellungen und damit der Wissensstand der frühmittelalterlichen Astronomen überblicksartig vorgestellt werden. O. Pedersen bringt den Charakter dieser frühen Astronomie auf die Formel, daß man es eher mit Kosmologie denn mit mathematischer Astronomie im neuzeitlichen Sinne zu tun habe.³⁶ Die zur Zeit Karls erstellten handbucharartigen Kompendien enthielten tatsächlich wenig mathematische Grundlagen, auf denen die beschriebenen Sachverhalte beruhten. Nur einige wenige Versatzstücke der sphärischer Geometrie der Antike überlebten bis ins Mittelalter.³⁷ Dafür lieferten diese Textbücher aber eine ausgesprochen systematische und umfassende Beschreibung des Himmels und seiner Bewegungen, auch wenn es sich dabei, verglichen mit den griechischen Originalen, um ein bescheidenes Sortiment an kosmologischen Grundinformationen handelte.³⁸

DER KOSMOS

Die Kosmologie des Frühmittelalters, bzw. die der vier Enzyklopädisten, entsprach in ihren groben Zügen den griechischen Vorstellungen vom Aufbau der Welt. Diese besaß demnach eine Kugelgestalt, deren Achse die beiden Himmelspole verband.³⁹ Über den ganzen Himmel zog sich in Form eines kreisförmigen Bandes der Sternengürtel des Tierkreises. In ihm lag der Weg der Sonne durch die Sterne. Genaue Himmelskoordinaten waren unbekannt, Sternpositionen konn-

³³ Graßhoff & Eastwood (2003*a*), S. 6.

³⁴ Graßhoff & Eastwood (2003*a*), S. 8.

³⁵ Graßhoff & Eastwood (2003*a*), S. 6.

³⁶ Pedersen (1978), S. 307.

³⁷ Pedersen (1978), S. 305.

³⁸ Eastwood (1998), S. 15.

³⁹ Die Kugelform der Erde wurde von allen einflußreichen Astronomen von Beda, über Isidor von Sevilla bis Hrabanus Maurus vermittelt. Siehe Grant (1978), S. 268.

ten also nicht präzise definiert werden. Die äußerste Region der sphärischen Schale der Himmelskugel, das Firmament, enthielt alle anderen Fixsterne. Bezüglich der Himmelssubstanz gab es verschiedene Ansichten. Meist wurde von einer flüssigen Substanz gesprochen, mal in flüssigem, mal in gefrorenem Zustand. Insgesamt spielte diese Frage aber nur eine untergeordnete Rolle in der frühmittelalterlichen Kosmologie.⁴⁰ Das Universum war in verschiedenen große Kugelschalen unterteilt, welche die Erde umgaben, von den sieben Planetensphären bis zur äußersten Sphäre, der Fixsternsphäre. Der Sphärenaufbau der Welt war im Frühmittelalter zwar noch nicht so in den Mittelpunkt astronomischer Debatten gerückt wie im späteren Mittelalter, war aber bereits integraler Bestandteil der Kosmologie.⁴¹ Weiterhin wurde der Umfang der Erde berechnet und ihre Klimazonen sowie Kontinente auf ihr eingeteilt. Auch die gesamte Himmelsphäre wurde mit Hilfe der fünf parallelen Himmelskreise, dem Äquator und den Wende- und Polarkreisen, kartiert.

DIE PLANETEN

Da Sonne und Mond zu den Planeten gerechnet wurden, kannte das frühe Mittelalter sieben Planeten. Demnach umkreisten sie die Erde in unterschiedlich großen Bahnen durch den Tierkreis, wobei sie alle verschieden stark von der im wesentlichen von der Sonne vorgegebenen Bahn der Ekliptik abwichen. Einigkeit bezüglich der Anordnung der Planeten herrschte nur über die äußeren drei: Der Saturn bewegt sich auf der äußersten Umlaufbahn, Jupiter auf der nächsten, gefolgt von Mars. Diese Bestimmung beruhte auf der Annahme, daß alle Planeten sich mit einer gleichen, konstanten Geschwindigkeit bewegen und daher von der Dauer einer Erdumkreisung auf ihre Entfernung geschlossen werden konnte. Die inneren Planeten Venus und Merkur sowie die Sonne wurden unterschiedlich angeordnet, da sie dieselbe mittlere Geschwindigkeit aufwiesen, was eine eindeutige Bestimmung ihres Abstandes unmöglich machte. Die eigenwilligste Anordnung schlug Martianus Capella vor, indem er Venus und Merkur die Sonne umkreisen ließ, während diese wiederum die Erde umkreisten.⁴² Der Vorteil dieser Konstruktion lag darin, daß sie ein Phänomen erklärte, welches keiner der anderen bekannten Autoren deuten konnte: den Umstand, daß Venus und Merkur bei ihren Bahnen um die Erde im Gegensatz zu den anderen Planeten nicht jede

⁴⁰Lindberg geht sogar davon aus, daß Fragen nach der Substanz des Kosmos dem frühen Mittelalter völlig fremd waren. Siehe Lindberg (1994), S. 257.

⁴¹Eastwood (1998), S. 15.

⁴²Capella (1983), S. 324 (875).

beliebige Position zur Sonne einnehmen können, sondern sich von dieser nie weiter als 27, bzw. 47 Grad entfernen. Weiterhin bekannt waren die rückläufigen Bewegungen der Planeten, die Tierkreiszeichen, in denen die Planeten auf und untergehen, die Abweichungen von der Ekliptik, sowie einige besondere Phänomene, wie Oppositionen, Konjunktionen oder Sichtbarkeitsgrenzen.

Wegen ihres von den anderen Planeten abweichenden Erscheinungsbildes sowie aufgrund ihrer beeindruckenden Größe und der Tatsache, dass sie auch am Tage beobachtet werden können, erfahren die beiden „lichtbringenden“ Planeten, Sonne und Mond, bei allen Autoren eine besondere Behandlung.⁴³ Sie besaßen ein grundlegendes Verständnis von deren Bewegungen und wußten beispielsweise, daß Sonnen- und Mondfinsternisse in Abhängigkeit von den Größenverhältnissen der beteiligten Körper und den von ihnen geworfenen Schatten auftreten. Weiter versuchten sie, den Umfang des Mondes zu errechnen und beschrieben ausführlich Mondbahn und Mondphasen.

2 DIE PLANETENDIAGRAMME DES FRÜHMITTELALTERS

Zu jedem der vier lateinischen Exzerpte entstanden am Anfang des 9. Jahrhunderts Abbildungs-Traditionen, welche sich in den meisten Fällen bis in das 16. Jahrhundert verfolgen lassen.⁴⁴ Der Begriff *Abbildungs-Tradition* wird für die Gesamtheit der zu einem antiken Autor entstandenen Abbildungen verwendet. Die einmal entstandenen Abbildungen wurden im Zuge der extensiven Kopiertätigkeit in der Karolingischen Renaissance zusammen mit den Texten reproduziert und damit fester Bestandteil des Inhaltes der Manuskripte. Die wichtigsten Bildtypen dieser Traditionen sind im Anhang aufgeführt und beschrieben. In den folgenden Abschnitten werden einige grundlegende Eigenschaften dieser Diagramme skizziert. Den Abschluss dieses Abschnitts bildet eine Übersicht über die Gesamtzahlen der Bilder und Manuskripte sowie deren Verteilungen hinsichtlich der verschiedenen Bildtraditionen und ihrer Entstehungszeit.

2.1 BILD UND TEXT

Ein generelles Merkmal der frühmittelalterlichen Tradition der Planetendiagramme ist ihre Verbindung zu einem der aus der Spätantike überlieferten Texte. Die rund 30 Bildtypen entstanden alle sowohl in räumlicher Nähe zu einem der Texte, als sie auch in einem offenkundigen inhaltlichen Zusammenhang mit den Texten stehen.

⁴³Pouille (1982), S. 2204.

⁴⁴Graßhoff & Eastwood (2003a), S. 1.

DIE VERWENDUNG VON REFERENZWORTEN

Diese Verbindung ist in den meisten Fällen mit Hilfe von Referenzworten explizit in die Diagramme integriert. Fast alle der in den Abbildungen enthaltenen Schriftzüge lassen sich unmissverständlich einer bestimmten Passage des Textes, in dessen unmittelbarer Umgebung die Zeichnungen entstanden, zuordnen.⁴⁵

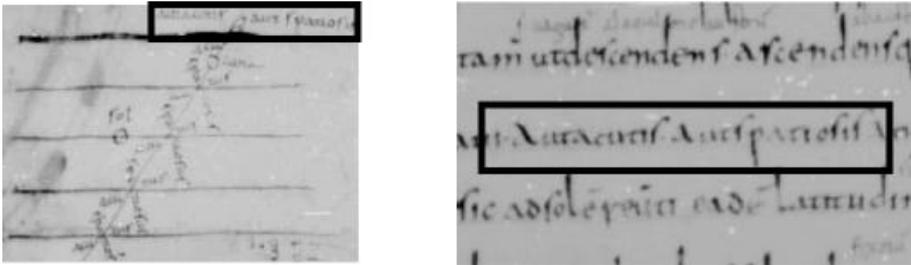


Abbildung III.1: Diagramme werden anhand von Referenzworten mit einer Textpassage verknüpft. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v.

Abbildung III.1 demonstriert dies an einem eindeutigen Beispiel: Auf der linken Seite ist das Diagramm mit den Schriftzügen *aut acutis* und *aut spatiosis* zu sehen, während auf der rechten Seite dieselben lateinischen Worte in der entsprechenden Textstelle markiert sind. Abbildung und Textpassage bedurften in diesem Fall der besonders deutlichen Verbindung, da die Abbildung nicht in direkter Nähe der entsprechenden Passage, sondern am Ende des Textes in einer Art Anhang plaziert waren. In dieser Deutlichkeit ist die Verbindung jedoch nicht in allen Fällen. Das Tierkreisordnungs-Diagramm der Macrobius-Tradition ist beispielsweise so mit einer Textstelle verbunden, dass sich alle im Bild enthaltenen Begriffe über einen längeren Abschnitt des Textes verstreut finden. Eine Besonderheit bei der Verbindung von Bildern und Text durch Referenzworte stellen die Bilder der Calcidius-Tradition dar: Hier wird die Referenz mit griechischen Buchstaben hergestellt, die sich sowohl in den Beschreibungen der Diagramme als auch in den Bildern selber finden (Siehe Abbildung III.3).⁴⁶

⁴⁵Ein detailliertes Beispiel hierfür findet sich in Eastwood (2000a), S. 10.

⁴⁶Für die Varianten der Referenz der Bildtypen im einzelnen siehe Graßhoff & Eastwood (2003b), S. 5ff.

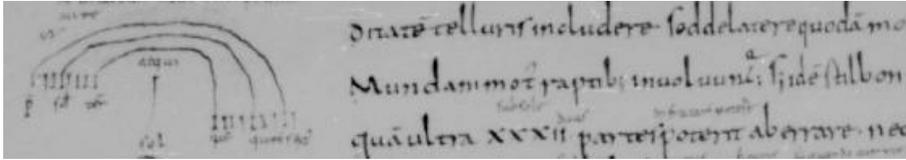


Abbildung III.2: Verbindung von Text und Bild in Form einer Marginalglosse.
Leiden UB Voss. F.48, f. 80v.

DAS BILD ALS GLOSSE

Bei der Anordnung der Diagramme zu den Texten kann man drei Varianten unterscheiden: Glosse, Integration und Anhang. Erstere besteht darin, dass eine Abbildung in Form einer schriftlichen Glosse an den Rand eines Textes gezeichnet wird. In diesen Fällen befindet sich das Bild in der Regel genau bei derjenigen Passage, mit welcher es inhaltlich in Verbindung steht. Abbildung III.2 zeigt dies am Beispiel eines Equinoctium-Diagramms aus dem 9. Jahrhundert. Eine weitere übliche Variante schriftlicher Glossen findet sich in den astronomischen Manuskripten als Bild-Glosse: die Interlinear-Glosse. Hier wurde das Bild an der entsprechenden Textestelle zwischen zwei Zeilen eingefügt. Die Verbindungsart von Bild und Text als Glosse findet sich beispielsweise im ältesten der überlieferten Capella-Manuskripte⁴⁷ sowie in der Regel bei den Venus- /Merkur-Diagrammen der Macrobius-Tradition.⁴⁸

INTEGRATION IN DEN HAUPTTEXT

Die häufigste Verbindung von Bild und Text ist die Integration der Bilder in den Haupttext. Das bedeutet, dass der Kopist schon während dem Kopiervorgang an den entsprechenden Stellen Platz liess und die Diagramme dort einfügte. Der grosse Vorteil für eine historische Interpretation ist hierbei, dass bei den so arrangierten Manuskripten keine Unsicherheit darüber besteht, wann die Bilder zu den Texten entstanden. Bei einer Integration der Bilder in den Text wurde entweder beim Schreiben eine gewisse Anzahl von Textzeilen ausgelassen, um anschließend in den Freiraum das Bild einzufügen, oder aber der Text wurde um das bereits gezeichnete Diagramm herum angeordnet. In Abbildung III.3 ist erstere

⁴⁷ Ausführlich diskutiert in Eastwood (2000a), S. 6.

⁴⁸ Eine beispielhafte Analyse findet sich in Eastwood (1986a), S. 198ff.

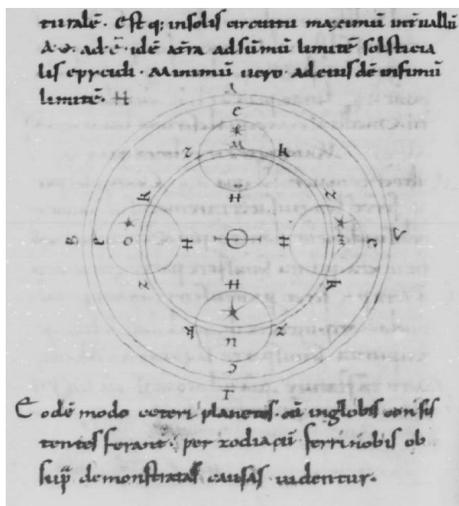


Abbildung III.3: Integration eines Diagramms in den Haupttext. Paris BN, Ms lat. 10195, f.100v.

der zwei häufig auftretenden Möglichkeiten der Integration zu sehen. Die Art der Verbindung mit dem Text wurde in den Reproduktionen meist beibehalten.

ANHANG

Eine weitere Besonderheit stellen die Diagramme der Capella-Tradition dar. Nachdem die vermutlich ersten Zeichnungen der meisten Bildtypen dieser Tradition als Marginalglossen entstanden waren, wurden sie noch im selben Manuskript am Ende des Textes auf einer halben Seite zusammengetragen. Diese Konstruktion, in welcher die kommentierenden Abbildungen die durch Referenzworte mit dem Text verbunden sind, am Ende desselben aufgeführt werden, entspricht im wesentlichen dem heute in wissenschaftlichen Arbeiten oft verwendeten Anhang. Die Kopisten der Diagramme griffen nur diese Art der Zusammenstellung der Zeichnungen auf, nicht aber die Marginaldiagramme. Ein Beispiel für diese Variante der Text-Bild-Verbindung wurde schon in Abbildung III.2 gegeben.

Eine inhaltliche Auswertung des Verhältnisses von Bild und Text kann an dieser Stelle noch nicht erfolgen. Ihr muss eine grundlegende Diskussion des Gehaltes der Bilder und seine Interpretation vorausgehen. Auf der Grundlage der

von Bruce Eastwood geleisteten Interpretationen der Bildtypen sowie der gerade schon konstatierten offensichtlichen Verbindung der Bilder mit den Texten, zu denen sie entstanden, kann jedoch jetzt schon festgehalten werden, dass der wichtigste Deutungshintergrund der Bilder in jedem Fall die zugehörige Textstelle sein wird. Dies bedeutet, dass eine Bestimmung der Funktion der Abbildungen vor allem auch eine Bestimmung des Verhältnisses von Bild und Text sein wird.

2.2 BILDVERÄNDERUNGEN

Die in dieser Arbeit behandelten Bildtraditionen sind im wesentlichen wiederholte Kopien derselben Vorlage. Über einige hundert Jahre hindurch wurden die Diagramme reproduziert und diese Kopien selbst wurden wieder Vorlagen für weitere Kopien. Das diese lange Folge von Reproduktionen nicht ohne Auswirkungen auf die Gestalt der Bilder blieb, ist kaum verwunderlich.

Ein Großteil der fehlerhaften Bildveränderungen machen natürlich Veränderungen aus, die auf Kopierfehler, Korruption der Bilder oder schlichtes Unverständnis der Kopisten zurückgehen.⁴⁹ Jeder kennt den Effekt der Flüsterpost,

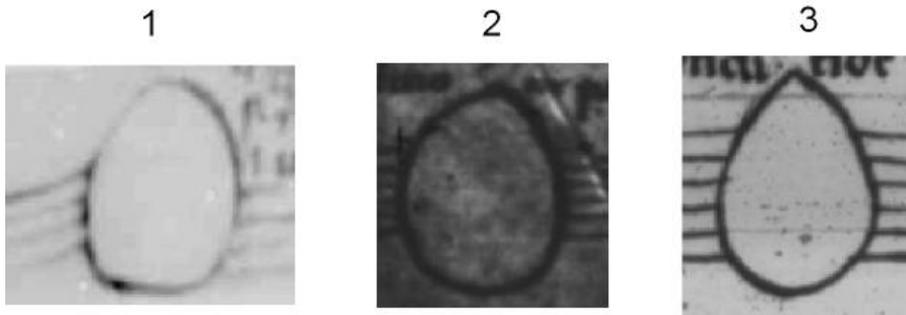


Abbildung III.4: Flüsterpost-Effekt am Beispiel der Ovalform. Von links nach rechts: Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Firenze BL San Marco 190, f. 102r; Vaticano BAV Urb. 329, f.139v.

⁴⁹Um einen solchen Fall handelt es sich beispielsweise bei einem grossen Teil der Änderungen der Calcidius-Diagramme. Kommt es zu erneuten Veränderungen der Bilder, handelt es sich in vielen Fällen entweder um Korruption und Fehler oder um Korrekturen dieser Fehler, indem die Diagramme dem diese exakt beschreibenden Text wieder angeglichen wurden. Graßhoff & Eastwood (2003a), S. 2.

welcher darin besteht, dass sich leichte Veränderungen in der Reproduktion einer Äußerung (sprachlich oder bildlich), im Verlauf von mehreren solcher Reproduktionen bis zur Unkenntlichkeit verändert. Wie in einem späteren Kapitel zu sehen sein wird (Vgl. Kapitel VI) trifft dies auch in einigen Fällen auf die Entwicklung der Diagramme zu. Insgesamt bleiben die einzelnen Bildtypen jedoch über die Jahrhunderte hinweg erstaunlich stabil in ihren Eigenschaften. Ein Beispiel für solch einen Flüsterposteffekt, hier über drei Generationen, findet sich in Abbildung III.4. Hier kann nachvollzogen werden, wie die Form eines sich nach oben verjüngenden Ovals in der ersten Kopie etwas spitzer gerät und sich in der Folgekopie zu einer betont spitzten Form verstärkt.

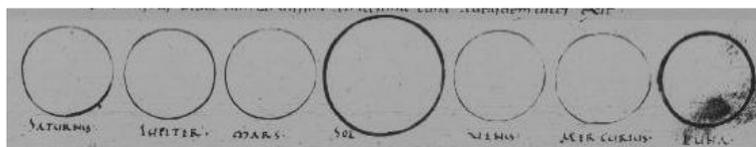
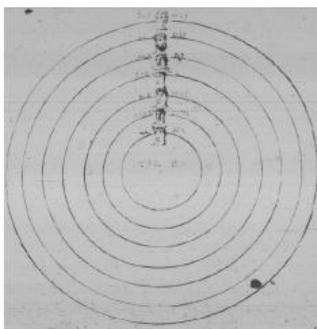


Abbildung III.5: Zwei Versionen des Planetenordnung-Diagramm. Monza BCapit. F.9.176, f.73r (oben); Oxford BL Canon.class. 279, f.33v (unten).

Neben diesen Akkumulationen von Ungenauigkeiten im Kopierprozess kann noch eine andere, für das Anliegen dieser Arbeit vielversprechendere Art der Bildveränderung, beobachtet werden. Diese Art der Modifikation von Bildern hat oft viel radikalerer Auswirkungen auf die Eigenschaften eines Diagramms und ist nicht auf Ungenauigkeit des Kopisten zurückzuführen. In Abbildung III.5 ist eine solche Änderung einer Abbildung nachvollziehbar. Die obere Zeichnung zeigt

die ursprüngliche Form des Abbildungstyps. Es handelt sich um ein Diagramm über die Ordnung der Planeten aus dem 9. Jahrhundert: Sieben Planetendarstellungen sind gemeinsam mit den Bezeichnungen der Planeten auf sieben konzentrischen Kreisen abgebildet. Im Folgebild darunter, das ebenfalls im 9. Jahrhundert entstand, sind zwar fast alle Elemente der Abbildung noch aufzufinden, die Gesamtstruktur des Bildes hat sich jedoch grundlegend verändert. Die Planeten sind nun mitsamt ihren Bezeichnungen in einer waagerechten Reihe angeordnet. Auf die Reproduktion der Kreise wurde verzichtet.

Variationen der gerade beschriebenen Modifikationsmöglichkeiten finden sich in fast allen Abbildungen. Kaum ein Bild gleicht einem anderen so stark, als dass man sie nicht auseinanderhalten könnte. Dieser Umstand ist für das Anliegen dieser Arbeit sehr wichtig, da nur dies die Möglichkeit eröffnet, dass gesamte Bildmaterial historisch zu interpretieren. Denn handelte es sich bei den Diagrammen eines Bildtyps nur um identische Kopien des Originals, wäre der größte Teil der Abbildungen historisch irrelevant.

Es gibt zwar noch keine systematischen Analysen dieser Veränderungen, Bruce Eastwood konnte aber in Einzelfällen aufzeigen, dass auch die in diesem Typ von Abbildungen auftretenden Modifikationen teilweise auf bewusster Reflektion beruhen.⁵⁰ Unter welchen Bedingungen das gesamte Bildmaterial mit den vielen Varianten der einzelnen Abbildungstypen tatsächlich Gegenstand einer systematischen historischen Analyse werden kann, wird das Thema in späteren Abschnitten der Arbeit sein.

GEOMETRIE

Bei den Planetenmodellen der spätantiken Autoren handelt es sich letztlich um noch ältere geometrische Modelle, wobei diese jedoch nur vage beschrieben werden. Diese oberflächliche Auseinandersetzung mit den antiken Originalen zeigt sich dann auch in den Diagrammen der mittelalterlichen Kopisten. So sind die zu den Texten entstandenen Diagramme nur qualitative Zeichnungen, jedoch keine geometrischen Konstruktionen. Als geometrische Konstruktionen im antiken Sinne können noch am ehesten Calcidius Diagramme bezeichnet werden. Diese sind zwar in der Sprache der Geometrie beschrieben, der Hintergrund, dem diese Terminologie entnommen war, fehlt jedoch in den Texten. Auch aus anderen Werken war eine solche Kenntnis der euklidischen Geometrie, in welcher das ptolemäische Modell ausgedrückt ist, kaum zu gewinnen. Während die erste lateinische Übersetzung des Euklid erst im 12. Jahrhundert zur Verfügung stand,

⁵⁰Siehe Eastwood (1995); Eastwood (1993); Eastwood (1992), Eastwood (1987).

konnte auf seine Geometrie über die Lehrbücher des Boethius teilweise schon früher zurückgegriffen werden.⁵¹ Bei diesen handelt es sich jedoch zum einen um Einführungen in die Geometrie auf einem relativ niedrigen Niveau. Zum anderen kann nicht gesagt werden, wie weitreichend das Verständnis für diese Schriften bei den frühmittelalterlichen Gelehrten bereits war.⁵²

Die geometrischen Grundlagen der mittelalterlichen Diagramme, die zu den Schriften von Plinius, Martianus Capella und Macrobius entstanden, wurden den Zeichnern im wesentlichen gemeinsam mit den astronomischen Inhalten der Schriften von vermittelt.⁵³ Insbesondere wurde durch diese Einführungen in die Grundlagen der Geometrie das Interesse für quantitative Messung erneuert. Sei es durch die Diskussion bei Macrobius, wie man den Sonnendurchmesser anhand einer sphärischen Sonnenuhr bestimmen könne oder die Schilderung der Möglichkeit, Zeit durch Bogenabschnitte einer kreisförmigen Planetenbahn auszudrücken und zu messen.⁵⁴

2.3 DIE DIAGRAMME IN ZAHLEN

Insgesamt sind aus dem frühen Mittelalter 659 Diagramme aus 246 Manuskripten erhalten und zugänglich. Sie befinden sich an über 150 Standorten, meist europäischen Bibliotheken, und wurden über einen Zeitraum von etwa 20 Jahren von Bruce Eastwood in Form von Mikrofilmen zusammengetragen.⁵⁵ Von den Manuskripten sind 57 der Calcidius-Tradition zuzuordnen, 103 der Macrobius-Tradition, 27 der Capella-Tradition sowie 59 der Pliniustradition.⁵⁶ Die Zahl der Abbildungen, die zu einem Bildtyp gehören, weist große Schwankungen auf: Sie liegt zwischen 3 und 58; die meisten Bildtypen umfassen zwischen 10 und 30 Exemplare. Der Zeitraum über den sich die Traditionen erstrecken, reicht vom 9. Jahrhundert, in dem die ersten Abbildungen der einzelnen Bildtypen entstanden, bis ins 15. Jahrhundert, in welchem die Traditionen mit der Erfindung des Buchdrucks schlagartig abbrachen. Abgesehen von den Zeichnungen zu den

⁵¹Siehe Folkerts (1970), S. 34.

⁵²Eine ausführliche und doch übersichtliche Darstellung der Präsenz der euklidischen Geometrie im frühen Mittelalter findet sich in Folkerts (1970), S. 9.

⁵³McCluskey (1998), S. 139.

⁵⁴Bei Capella steht das *Partes-Diagramm* in engem Zusammenhang mit dieser Passage (Vgl. Abschnitt 2). Eine detailliertere Diskussion der Rolle der Geometrie in der frühmittelalterlichen Planetentheorie findet sich bei McCluskey (1998), S. 139 ff.

⁵⁵Leider lässt sich nicht feststellen, in welchem Verhältnis sie zur Gesamtzahl stehen.

⁵⁶Das bedeutet nicht, dass alle Abbildungen dieser Tradition in Exzerpten von Calcidius-Texten zu finden sind. Ein Teil der Abbildungen wurde im Verlauf der Jahrhunderte in andere astronomische Texte übernommen.

Calcidius-Manuskripte wurden die meisten Abbildungen nicht in die Druckversionen übernommen. Bei der Verteilung der Manuskripte mit Diagrammen auf die ersten drei Jahrhunderten ist ein Anwachsen der Manuskript-Reproduktionen zu verzeichnen (35, 30, 63), welches im 12. Jahrhundert etwas zurückgeht (55). Aus den beiden folgenden Jahrhunderten sind deutlich weniger Kopien überliefert (19, 5), gefolgt von einer erstaunlich hohen Zahl an Reproduktionen im 15. Jahrhundert, welche noch einmal die Zahl der mit Diagrammen überlieferten Manuskripte aus dem 13. Jahrhundert erreicht (19).

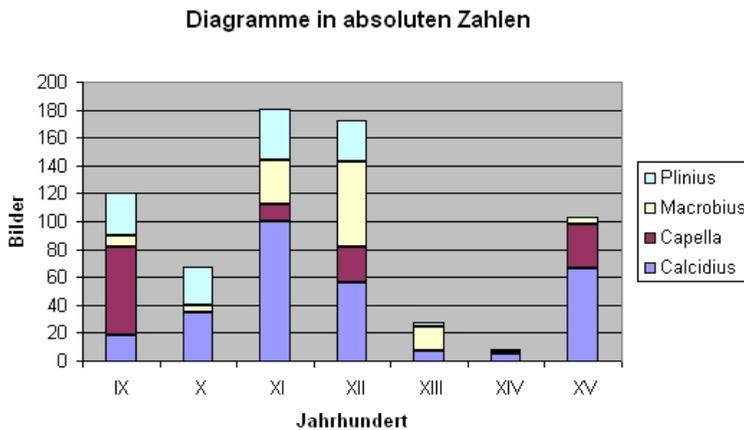


Abbildung III.6: Übersicht über die reproduzierten Diagramme nach Autoren.

Abbildung III.6 zeigt in einer Übersicht die Verteilung der Abbildungen der verschiedenen Traditionen über die Jahrhunderte in absoluten Zahlen. Dieser Darstellung ist zu entnehmen, dass die einzelnen Traditionen sich hinsichtlich der überlieferten Bilder sehr unterschiedlich entwickeln. Während die Calcidius-Tradition in den ersten drei Jahrhunderten zunimmt (18, 35, 100) und dann rapide abfällt (56, 7, 5, 66), setzt das Wachstum der Macrobius-Reproduktionen erst ein Jahrhundert später ein, reicht dafür jedoch auch bis ins 12. Jahrhundert (8, 5, 32, 61). Dagegen bleibt die Zahl der Reproduktionen der Manuskripte mit Abbildungen der Plinius-Tradition in den ersten vier Jahrhunderten etwa gleich (30, 27, 37) und geht in den letzten Jahrhunderten gegen null (3, 1, 0). Die Capella-Tradition verhält sich in gewisser Weise antizyklisch zur Calcidius- und

Macrobius-Tradition, da sie gleich im neunten Jahrhundert ihre stärkste Präsenz hat (64) und in den folgenden Jahrhunderten stark zurückgeht (0, 0, 32).⁵⁷

Im folgenden wird zu jeder Diagrammtradition ein Bildtyp beispielhaft abgebildet und beschrieben. Für die Abbildung und Besprechung der wichtigsten Bildtypen aus jeder Tradition sei auf den Anhang verwiesen.⁵⁸ Im Anhang ist zu den Beschreibungen der Bildtypen jeweils die Zahl der überlieferten Diagramme in Klammern hinter den Namen des Bildtyps gestellt.

2.4 VIER FRÜHMITTELALTERLICHE DIAGRAMMTRADITIONEN

DIE PLINIUS-TRADITION

DER TEXT

Dem monumentalen Werk Plinius des Älteren (23-79), der *Historia Naturalis*⁵⁹, sind einige der einflussreichsten astronomischen Exzerpte des frühen Mittelalters entnommen. In seinem 37-bändigen Werk verfasste Plinius einen umfassenden Bericht über das Wissen seiner Zeit in allen denkbaren Bereichen, vom Ackerbau bis hin zur Astronomie. Astronomische Inhalte sind in Buch II und Buch XVIII enthalten, wobei ersteres vorwiegend praktische Astronomie und meteorologische Themen behandelt. Im ersten Drittel des Buches II findet sich Plinius Abhandlung über die Planetenastronomie. Erste frühmittelalterliche Spuren seines Werkes wurden im Norden Englands schon zu Zeiten Bedas nachgewiesen, dessen astronomische Schriften sich stark auf Plinius stützen.⁶⁰ Eine Gruppe von vier Exzerpten mit astronomischen Inhalten war bereits im 8. Jahrhundert verbreitet, jedoch sind diese Schriften bis heute noch kaum untersucht worden. So ist über Besitzer und Entstehungsdaten hinaus bislang nichts bekannt, wie etwa das Ausmaß oder die Art ihrer Nutzung.⁶¹

Anders ist die Situation bei der Manuskripttradition, welche weitaus einflussreicher war und für diese Arbeit entscheidender ist, da zu diesen Exzerpten auch Diagramme entstanden. Es handelt sich um eine Tradition, die erst im 9. Jahrhundert einsetzte und sechs verschiedene Exzerpte in vielen Variationen umfasst,

⁵⁷Diese Zahlen sagen nichts über den ursprünglichen Bestand der im Mittelalter existierenden Manuskripte. Über die Schwierigkeiten, den Originalbestand an Exemplaren eines Textes abzuschätzen vgl. Hunger. (1988), S. 38.

⁵⁸Für eine vollständige Präsentation und Beschreibung aller frühmittelalterlichen Planetendiagramme sei auf den gerade erschienen Band Graßhoff & Eastwood (2003b) verwiesen.

⁵⁹Die verwendete Ausgabe in allen Zitaten und Referenzen, lateinisch und deutsch, ist Plinius (1997).

⁶⁰Albrecht (1992), S. 1008 ff. Beda lebte von ca. 673 – 735.

⁶¹Bischoff (1972).

wovon vier die Astronomie der Planeten zum Gegenstand haben. Alle sechs Exzerpte waren Teil von komputistischen Text-Kompendien, wie sie seit dem 9. Jahrhundert systematisch erstellt und verbreitet wurden. Diese Gruppe von Exzerpten wurde vor etwa 100 Jahren von Rück untersucht.⁶²

Erste explizite Referenzen auf Plinius *Historia Naturalis* sind schon aus dem Jahr 798 in Briefen von Alkuin an Karl den Grossen bekannt. Diese Briefe bewirkten, dass unter anderem im Kloster von Corbie die zu diesem Zeitpunkt schon weitverbreiteten Pliniuschriften für die Bibliothek des königlichen Hofes kopiert wurden.⁶³ Die vier astronomischen Exzerpte entstanden vermutlich im Vorfeld der astronomisch-komputistischen Konferenz 809 in Aachen.⁶⁴ Im Rahmen der Bildungsreform im Frankenreich wurden viele Bibliotheken gegründet, die sich am Vorbild der königlichen Bibliothek orientierten. Dies bewirkte, dass die Schriften in vielen Exemplaren über das gesamte Reich verteilt wurden.

Die in den hier überlieferten Textpassagen gebotene Beschreibung der antiken Astronomie entspricht zwar nicht dem in der Antike erreichten Niveau der mathematischen Astronomie, enthält jedoch eine Fülle an wertvollen Informationen. Da Plinius nicht für ein auf Astronomie spezialisiertes Publikum schrieb, ignorierte er die Tradition der mathematischen Astronomie. Er machte vielmehr den Versuch, einem Publikum, das sich nicht für komplexe mathematische Zusammenhänge interessierte oder diese gar nicht verstehen konnte, die wesentlichsten astronomischen Grundzüge nahezubringen. Die von ihm behandelten Themen sind zunächst die himmlischen und irdischen Sphären und die zu ihrer Abbildung verwendeten Kreise sowie die Bewegungen der Planeten von Westen nach Osten über den Tierkreis. Weiterhin beschäftigte er sich mit den rückläufigen Bewegungen der Planeten samt der harmonischen Intervalle ihrer Umlaufbahnen und der maximalen Elongation von Merkur und Venus von 22, bzw. 46° von der Sonne. Ebenso beschreibt er die Lokationen der planetarischen Apsiden im Tierkreis, also der Punkte, an welchen der Planet am weitesten von der Sonne entfernt ist. Der Inhalt der frühmittelalterlichen Exzerpte entspricht nicht exakt dem spätantiken Originaltext, da Plinius diesen zum besseren Verständnis neu gliederte.⁶⁵ So betonen die frühmittelalterlichen Kopisten dieser Texte beispielsweise die bewegende und lenkende Kraft der Sonnenstrahlen, ein Aspekt, welcher in den Texten von Beda oder Isidor nahezu vollständig ver-

⁶²Plinius (1888).

⁶³Eastwood (1986a)S. 199-201 und Bischoff (1965), S. 57.

⁶⁴Eastwood (1987), S. 165.

⁶⁵Eine detaillierte Beschreibung dieser Umstellungen findet sich in Plinius (1888), S. 34-43.

nachlässigt worden war. Diese Kraft wurde als dampfende Hitze verstanden, welche die regulären periodischen Stationen und rückläufigen Bewegungen der fünf Planeten bewirken sollte. Hiermit bot Plinius etwas, was in der zeitgenössischen Astronomie rar war: eine kausale Erklärung für miteinander verbundene Phänomene. In einigen frühmittelalterlichen Kompendien astronomischer Texte findet sich ein weiteres Thema: die Abweichung der Planeten von der Ebene der Ekliptik.⁶⁶ In der Bandbreite der von ihm behandelten Gebiete ebenso wie in der oberflächlichen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen ist er unter den im Frühmittelalter bekannten Enzyklopädisten einzigartig. Den zu diesem Zeitpunkt bekannten Texten von Isidor von Sevilla und Beda mit vergleichbarer Information sind seine Texte weit überlegen. Aus diesem Grund kam seinem Werk einer der stärksten Einflüsse auf die karolingische Planetentheorie zu.⁶⁷

DIE DIAGRAMME

Zu jedem der in den vier astronomischen Exzerpten des Plinius behandelten Aspekte der Planetenbewegungen entstanden am Beginn des 9. Jahrhunderts Diagramme. Daraus ergaben sich folgende vier Bildtypen: Diagramme über die Planetenordnung, über die Planetenintervalle, über die Apsiden, sowie über die Breitenabweichungen von der Ekliptik. Sie wurden vermutlich alle noch vor der Konferenz über Komputistik und Astronomie von 809 entworfen. Bei allen Diagrammen handelt es sich um klar verständliche Bilder der räumlichen Beziehungen der Planeten untereinander sowie zu ihrer Bahnen. Während des 9. Jahrhunderts führte die, verglichen mit anderen überlieferten Quellen, hohe Präzision der Exzerpte und ihre Autorität, die sie durch die Verbindung zu den königlich geförderten komputistischen Sammlungen erlangten, zur weiten Verbreitung der in ihnen enthaltenen Diagramme in anderen komputistischen Sammlungen. Bemerkenswert ist, dass diese Diagramme entstanden, ohne dass im Text, wie beispielsweise bei den Diagrammen des Calcidius, solche erwähnt oder beschrieben werden.⁶⁸

⁶⁶Die Texte der Exzerpte finden sich in Plinius (1888), S. 34-43. Ihr Inhalt wird diskutiert in Eastwood (1987), S. 143-148.

⁶⁷Nicht zuletzt basiert die Astronomie des führenden Namens der Geistesgeschichte des 9. Jahrhunderts, Johannes Scotus, weitgehend auf Plinius Planetenlehre. Vgl. Eastwood (2001), S. 297.

⁶⁸Eine Ausnahme stellt möglicherweise ein Diagramm dar, welches höchstwahrscheinlich aus dem 6. Jahrhundert stammt und Elemente der Planetenlehre des Plinius enthält. Eine direkte Verbindung zu den späteren Diagrammen konnte jedoch nicht aufgezeigt werden. Vgl. hierzu Eastwood (1983).

Das Breiten-Diagramm (40)

In diesem Diagramm sind dreizehn konzentrische Kreise gleichen Abstandes angeordnet. Sie stellen die Einteilung des Bandes der Ekliptik in zwölf Grad dar, wie sie im Text an der entsprechenden Stelle beschrieben ist. Zwischen dem innersten und äußersten Kreis befinden sich sechs weitere, exzentrisch um das Zentrum des Bildes gelegte Kreise sowie eine sich um den mittleren der konzentrischen Kreise schlängelnde Wellenlinie. Jedem der exzentrischen Kreise und der Wellenlinie ist ein Planetenname sowie die Darstellung eines Planeten, des Mondes oder der Sonne zugeordnet. Den von einem exzentrischen Kreis durchlaufenen Abständen zwischen den konzentrischen Kreisen entspricht in diesem Bild die Gradzahl der Breitenabweichung des betroffenen Planeten. Die Wellenlinie beschreibt in diesem Fall die Bahn der Sonne, welche Plinius zufolge zu beiden Seiten der Ekliptik nur um je einen halben Grad abweicht. Die maximale Abweichung von 6 Grad zu beiden Seiten kommt dem Mond sowie der Venus zu.

DIE DIAGRAMME ZU CAPELLAS *De nuptiis*

DER TEXT

Das Werk über die sieben freien Künste *De Nuptiis Philologiae et Mercurii*⁷² des Martianus Capella entstand zwischen 410 und dem Ende des 5. Jahrhunderts.⁷³ Da es die einzige lateinische Darstellung der im Mittelalter bekannten Zusammensetzung der *Artes Liberales* war, diente es den Karolingern als Vorlage bei ihren Reformen des Bildungswesens. *De Nuptiis* hatte eine ganz andere Geschichte im karolingischen Europa als beispielsweise der Text des Plinius, auf welchem es zu großen Teilen beruht.⁷⁴ Außer zwei kurzen Paraphrasen von Capella über die Größe der Erde und die Abmessungen des Mondes in einer Computus-Textsammlung wurde Capella nie systematisch exzerpiert, sondern immer sein ganzes Buch kopiert.⁷⁵ Er erreichte als letzter der vier Lateiner eine nennenswerte Verbreitung, eroberte aber dann um so schneller einen Spitzenplatz als Schulbuch im mittelalterlichen Lehrbetrieb.⁷⁶ Im Gegensatz zu den anderen lateinischen

⁷²Im folgenden mit *De Nuptiis* abgekürzt. Alle Zitate und Referenzen im folgenden beziehen sich für den lateinischen Text auf die Ausgabe Capella (1983) und den englischen Text auf Capella (1977).

⁷³Shanzer argumentiert für ein Datum in den 470ern oder später. Siehe Shanzer (1986), S. 21-8. Zur Frage der Datierung siehe auch Eastwood (1993).

⁷⁴Eastwood (1993), S. 169.

⁷⁵Eastwood (1993), S. 169.

⁷⁶McCluskey (1993), S. 153.

Texten wurde sein Werk wohl von Beginn an eher als Fortgeschrittenenlektüre, denn als Anfängertextbuch verwendet.⁷⁷ Insgesamt sind aus dem 9. Jahrhundert mindestens 17 Manuskripte des gesamten Buches *De Nuptiis* und vier des Buches VIII erhalten, viele davon mit Glossen oder Diagrammen versehen.⁷⁸ Capellas Astronomie hatte einige Vorzüge, welche den anderen verfügbaren Texten fehlten: Er verzichtet auf allgemeine Begriffe und geometrische Modelle, die dem frühmittelalterlichen Astronom ohnehin unverständlich waren, und bietet statt dessen konkrete Daten und die Ergebnisse einfacher arithmetischer Berechnungen. Doch außer einer, wenn auch unvollständigen, Beschreibung der himmlischen Sphäre sowie ungenauen Referenzen auf die exzentrischen Kreise aller Planeten, außer Merkur und Venus, bietet er tatsächlich kein geometrisches Modell. Seine Informationen sind zum Teil widersprüchlich und irreführend.⁷⁹ Seine Sphärenastronomie ist vor allem konkrete qualitative Beschreibung und füllt die erste Hälfte von Buch VIII. Die zweite Hälfte handelt von der Sonne, dem Mond und den fünf Planeten, wobei die Behandlung der fünf Planeten genauso viel Platz einnimmt wie die des Mondes.

Die wichtigste Abweichung von allen anderen bekannten Autoren bezieht sich, wie schon erwähnt, auf die Bahnen der inneren Planeten, Merkur und Venus. Capella erklärt, aus unidentifizierter Quelle, die besondere Erscheinung der beiden Planeten, indem er ihre Bahnen, die er Epizyklen nennt, streng zirkumolar anordnet. Ihm zufolge haben Venus und Merkur ihre Bewegungsformen aufgrund der Kraft der Sonnenstrahlen, welche sie davon abhält, ihrem Einfluss ganz zu entfliehen, wie dies die äußeren Planeten tun, die den Sonneneinfluss nur zur Konjunktion fühlen und danach in weiter entfernte Bereiche ihrer Umlaufbahnen entfliehen. Den Gedanken, dass die Sonnenstrahlen Einfluss auf die Bewegungen der Planeten haben, übernimmt Capella von Plinius.⁸⁰

DIE DIAGRAMME

Die Geschichte der Diagramme zu Buch VIII von *De Nuptiis* beginnt im ersten Drittel des 9. Jahrhunderts mit einem Manuskript aus Nordfrankreich.⁸¹ Nachdem der Zeichner zunächst einzelne Diagramme glossenartig an den Rand der

⁷⁷Eastwood (1993), S. 169.

⁷⁸Leonardi (1959), S. 462.

⁷⁹Beispielsweise gibt Capella falsche Konstellationen neben dem Tierkreis an oder er nennt die Längen der Tage und Nächte an den Sonnenwenden, sagt aber nichts darüber, wann diese stattfinden.

⁸⁰Plinius (1888), Buch 18, S. 59.

⁸¹Ms Leiden Universiteitsbibliotheek ms. Voss. lat. F.48, f. 92v.

entsprechenden Textstellen gezeichnet hatte, wurden sie im selben Manuskript auf einer der letzten Seiten zusammen mit Diagrammen zu anderen im Buch behandelten Künsten vereint.⁸² Diese Diagramme wurden dann in der Regel als Gruppe reproduziert, so dass die Capella Tradition im wesentlichen aus Kopien des Dekalogs besteht.⁸³

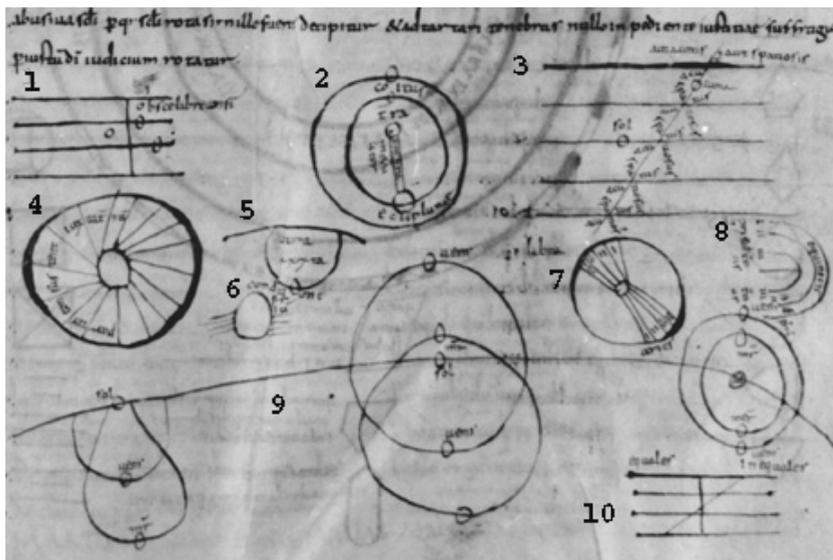


Abbildung III.8: Dekalog (Capella-Tradition). Leiden Universiteitsbibliotheek, ms. Voss. lat. F.48, f. 92v.

Die astronomischen Diagramme befinden sich im unteren Drittel von Abbildung III.8. Fast alle sind durch Referenzworte eindeutig mit bestimmten Textpassagen verbunden und stellen teilweise eine sehr innovative Art und Weise

⁸²Es konnte noch nicht geklärt werden, ob die glossenartigen Diagramme und die auf der Seite vereinten Diagramme aus derselben Hand stammen. Siehe dazu Eastwood (2000a), S. 11.

⁸³Im folgenden wird auf diese Seite, Gerd Grasshof folgend, nur noch als „Dekalog“ verwiesen. Eine gründliche Studie über die Geschichte des Dekalogs liegt vor. Siehe hierzu Eastwood (2000a), S. 1-28.

der Kommentierung eines Textes dar.⁸⁴ Die Tradition der Capella-Diagramme umfasst 116 Abbildungen aus 27 Manuskripten. Die Numerierung der Typbeschreibungen entspricht den Zahlen in der Abbildung des Dekalogs (Vgl. Abb. III.8)

DIE MACROBIUS-TRADITION

DER TEXT

Der Autor des *Commentarii in somnium Scipionis* war ein hoher römischer Staatsbeamter, welcher als einer der wenigen in seinem Jahrhundert noch im Besitz einer, wenn auch schon reduzierten, griechischen Bildung war. Er gehört unter anderem durch sein Hauptwerk, die Übersetzung und Kommentierung des *Commentarii* von Cicero, zu den wichtigsten Vermittlern antiken Geistesgutes an das abendländische Mittelalter, welches durch ihn in vielfacher Hinsicht mitgeprägt worden ist.⁸⁵ Die erhaltene handschriftliche Überlieferung, soweit sie bisher bekannt ist, gibt wohl kein zuverlässiges Bild von der tatsächlichen Verbreitung seiner Texte.

Macrobius ist einer der wenigen Autoren, deren Spuren sich über Boethius, Isidor und Beda in lückenloser Folge bis in das Hochmittelalter verfolgen lassen. Der nachweisbare Gebrauch der astronomischen Exzerpte aus seinem Werk beginnt, gemeinsam mit dem der Plinius-Exzerpte, zu Beginn des 9. Jahrhunderts. Der Gebrauch der Macrobius-Exzerpte in den frühen Jahrhunderten des Mittelalters ist bislang jedoch kaum erforscht. Die Rezeption der Macrobiustexte zu astronomischen Zwecken begann vermutlich, als ein gelehrter Mönch Karl dem Grossen auf dessen Anfrage die Entstehung von Sonnenfinsternissen erklären musste und zu diesem Zweck grosszügige Exzerpte aus den bis zu diesem Zeitpunkt nur auf der britischen Insel bekannten Macrobiusschriften anfertigte.⁸⁶ Der Inhalt des Textes ist eher kosmologischer denn astronomischer Natur. Die Passagen, zu denen die Diagramme entstanden, beschreiben die Bahn der Planeten durch den Tierkreis und in welchem Tierkreiszeichen diese zum Zeitpunkt der Erschaffung der Welt standen. Weiterhin wird hier behandelt, in welcher Reihenfolge die Planeten zwischen Erde und der Tierkreissphäre angeordnet sind.

⁸⁴Hier sei insbesondere auf eine kürzlich erschienene Studie über die Capella-Tradition verwiesen: Eastwood (2000a)S. 9ff. Zur Interpretation der Capella-Diagramme sowie deren Rezeption im 16. Jahrhundert vgl. auch Liess (1999).

⁸⁵Die hier verwendete Ausgabe ist für den lateinischen Text Macrobius (1963) und für den englischen Macrobius (1990).

⁸⁶Darauf weist ein Brief aus dem Jahr 811 von Dungal an Karl den Grossen hin. Vgl. hierzu Eastwood (1994), S. 120.

DIE DIAGRAMME

Die Tradition der Diagramme zu Macrobius-Texten hat zwei Vertreter. In den Haupttext eingefügt und mit 79 überlieferten Exemplaren stark vertreten sind die Diagramme über die Ordnung der Planeten standardmäßiger Teil der Macrobiustexte geworden. Der andere Diagrammtyp, Abbildungen über die Bewegungen von Venus und Merkur, wurde in der Regel am Rand der Texte in Form einer Glosse gezeichnet. Interessant ist, dass sich eine verwirrende Angabe des Textes in beiden Diagrammen wiederspiegelt findet: die Tatsache, dass Macrobius zwei verschiedene Varianten zur Plazierung der Sonne innerhalb der Planetenordnung beschreibt. In beiden Fällen führte dies zur Entstehung unterschiedlicher Diagramme zu demselben Text.⁸⁷ Die Tradition der Macrobius-Diagramme umfasst 118 Diagramme aus 103 Manuskripten.

Das Tierkreisordnung-Diagramm (79)

Dieser Diagrammtyp hat folgenden Aufbau (Abbildung III.9): Die Abbildung wird begrenzt durch zwei konzentrische Kreise mit geringem Abstand, zwischen denen gegen den Uhrzeigersinn in regelmäßigem Abstand die Buchstaben A bis M platziert sind. Zwischen den Buchstaben befinden sich die Namen der zwölf Tierkreiszeichen. Innerhalb der Begrenzungskreise befinden sich weitere sieben oder auch acht konzentrische Kreise, welche jeweils denselben Abstand zueinander haben wie auch die beiden äußeren Kreise. Zwölf Geraden in regelmäßigem Abstand verbinden den innersten und den äußersten der Kreise. In den so entstandenen Feldern sind unter dem Tierkreisnamen des Widders die Planetennamen aufgezählt; im Zentrum des Bildes befindet sich die lateinische Bezeichnung für die Erde.

Diese Rahmenkonstruktion existiert in mehreren Varianten. Die grössten Unterschiede finden sich in der Anordnung der Planetennamen. Diese sind entweder nach der sogenannten *Ägyptischen Ordnung*, welche auch Martianus Capella beschrieb, mit Saturn-Jupiter-Mars-Sonne-Venus-Merkur-Mond oder in der von Plinius erwähnten *Caldäischen Ordnung* mit Saturn-Jupiter-Mars-Venus-Merkur-Sonne-Mond angeordnet. Beide Varianten werden im Text des Macrobius beschrieben. Weiterhin gibt es drei Varianten zur Plazierung der Planetennamen relativ zu den Tierkreiszeichen.⁸⁸ Entweder sind sie in einer Reihe unter dem

⁸⁷Vgl. hierzu die Arbeiten von Bruce Eastwood Eastwood (1986a), S. 198 f. sowie Graßhoff & Eastwood (2003b), S. 28.

⁸⁸Zu diesen existieren noch verschiedene Mischvarianten, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann. Vgl. hierzu Graßhoff & Eastwood (2003b).

Tierkreiszeichen des Widders angeordnet, oder, ausgehend vom Widder, in einer absteigenden Reihe bis hin zur Waage plaziert.⁸⁹ Die dritte Variante wäre eine Mischform, in welcher beide Varianten kombiniert wurden.

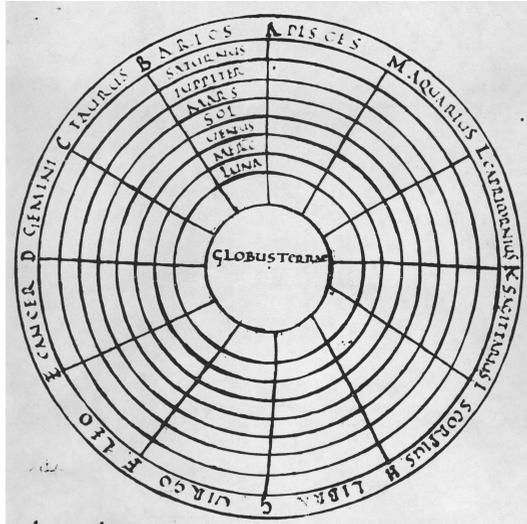


Abbildung III.9: Tierkreisordnung-Diagramm. Bern, Burgerbibliothek, cod. 347, f.9r.

DIE CALCIDIUS-TRADITION

DER TEXT

Über Lebenszeit und -umstände des Calcidius ist wenig bekannt. Der wohl um das Jahr 400 in Italien lebende Gelehrte⁹⁰ übersetzte einen Teil von Platons *Timaios* ins Lateinische und fügte diesem einen umfangreichen Kommentar hinzu, welcher insbesondere die komplexen kosmologischen Probleme des *Timaios* erläuterte. Dieser Übersetzung samt Kommentar kommt in der westeuropäischen Geistesgeschichte eine besondere Stellung zu, da es in den frühmittelalterlichen Jahrhunderten der einzige verfügbare platonische Dialog in lateinischer Sprache war. Während aus dem 9. und 10. Jahrhundert nur je drei Exemplare des Werkes überliefert sind, nahm die Zahl in den darauffolgenden Jahrhunderten stark zu.

⁸⁹ Auch die Zuordnung der einzelnen Planeten zu Tierkreiszeichen ist Thema des Textes.

⁹⁰ Das lässt sich anhand seiner genutzten Quellen sowie durch indirekte Hinweisen innerhalb seines Werkes annehmen. Vgl. P), S. 34.

Die weiteste Verbreitung fand das Werk im 12. Jahrhundert. Für die Astronomiegeschichte jedoch viel interessanter sind die vielen Exzerpte astronomischen Inhalts aus dem 9. und 10. Jahrhundert, deren erste Exemplare um das Jahr 800 in der königlichen Bibliothek gefertigt wurden.⁹¹ Aus dieser Zeit stammt die erste nachweisbare Verwendung der astronomischen Textstellen.

Der erste Teil der Calcidius-Exzerpte ist der Astronomie gewidmet. Er bietet eine gut lesbare und nützliche, qualitative Einführung in hellenistische Modelle der Sternen- und Planetenbewegungen, sowie Kommentare über deren Relevanz für Platons Lehren der kosmischen und astronomischen Ordnung. Die Passagen, zu denen Diagramme entstanden, behandeln die variierende Länge der Jahreszeiten, die als epizyklisch verstandenen Bewegung von Planeten, sowie die gebundenen Elongation der inneren Planeten Venus und Merkur.⁹²

DIE DIAGRAMME

Obwohl der Text die Konstruktion der Diagramme explizit zum Gegenstand hat, sind solche erst ab dem neunten Jahrhundert nachgewiesen. Auch wenn mathematische Argumente nicht Bestandteil der Abhandlung von Calcidius sind, führt er mit Hilfe der Terminologie der geometrischen Astronomie aus, wie die Bilder zu konstruieren sind. Alle diese Konstruktionen haben die Verwendung von Exzentrern oder Epizykeln bei der Beschreibung der Planetenbewegung zum Gegenstand.⁹³ Sie gehören zu den stabilsten der Diagrammtypen des Frühmittelalters, welche im Verlauf der vielen Kopiervorgänge am wenigsten Veränderungen unterworfen waren. Die Calcidius-Tradition umfasst 290 Diagramme aus 57 Manuskripten.

Das Jahreszeitenlänge-Diagramm (46)

Das Diagramm besteht aus zwei konzentrischen Kreisen, zwischen denen entgegen dem Uhrzeigersinn die zwölf Tierkreiszeichen plaziert sind, beginnend bei 12 Uhr mit dem Widder. Zwei Geraden teilen den Innenraum des Diagramms in vier gleich grosse Teile, welche je drei Tierkreiszeichen enthalten. An den Punkten, an welchen die Geraden den Tierkreis teilen, sind vier griechische Buchstaben plaziert, ein weiterer Buchstabe findet sich im Zentrum des Bildes am

⁹¹Eastwood (1994), S. 121.

⁹²Mit maximaler Elongation ist die grösstmögliche Entfernung der Planeten zur Sonne gemeint.

⁹³Ein Exzenter ist ein Kreis, dessen Mittelpunkt nicht mit dem Beobachterstandort zusammenfällt. Ein Epizykel ist ein kleiner Kreis, dessen Mittelpunkt auf einem grösseren Kreis liegt, wobei sich beide Kreise bewegen.

Schnittpunkt der Geraden. Innerhalb der vier entstandenen Felder finden sich Angaben über die Länge der Jahreszeiten. Insgesamt stimmt das Diagramm mit seiner Beschreibung im Text des Exzerptes überein. Der Zweck des Bildes ist es, zu zeigen, dass die vier Teile des Tierkreises vier unterschiedlich lange Teile des Jahres enthalten und gibt diese Längen an.

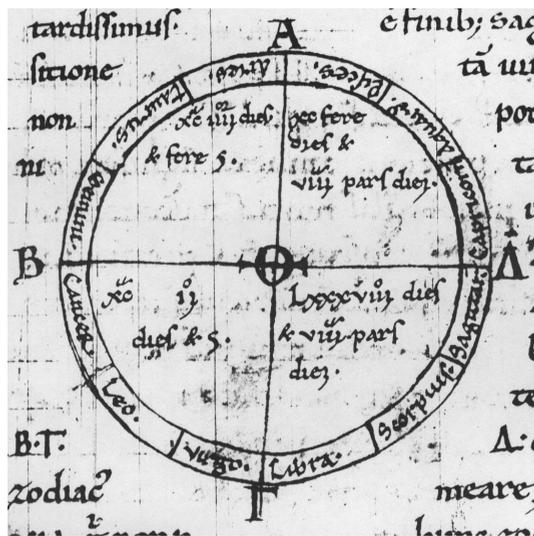


Abbildung III.10: Jahreszeitenlänge-Diagramm. Leiden Universiteitsbibliotheek, Ms. BPL 64, f.75v.

3 FORSCHUNGSKONTEXT

ASTRONOMIEGESCHICHTE

Obwohl das Thema der frühmittelalterlichen astronomischen Abbildungen schon seit ca. zwei Jahrzehnten Gegenstand wissenschaftshistorischer Arbeiten ist, ist der Forschungsstand immer noch übersichtlich. Das hat vor allem damit zu tun, dass auf diesem Gebiet der Astronomiegeschichte von Beginn seiner Bearbeitung bis heute die meisten substantiellen Beiträge von Bruce Eastwood stammen. Von seinen zahlreichen Publikationen werden im folgenden einige herausgegriffen.

Das Forschungsfeld der frühmittelalterlichen Planetendiagramme wurde von Bruce Eastwood mit einem Thema eröffnet, welches bis heute einen zentralen Stellenwert in der Debatte um die Einschätzung der Abbildungen bezüglich ihrer Innovationskraft und ihres Einflusses auf die europäische Geistesentwicklung hat: der Heliozentrismus im Diagrammtyp der *Drei-Versionen-Diagramme* (Vgl. Abschnitt 2) der Capella-Tradition. Den Einfluss auf die spätere Entwicklung der Astronomie war das Thema des 1980 erschienenen Aufsatzes *Kepler as a historian of science*.⁹⁴ Diskutiert wird hier der Versuch Keplers, den Plagiatstreit zwischen Ursus (1551 – 1600) und Tycho de Brahe (1546 – 1601) zu entscheiden, indem er die Capella-Diagramme als mögliche unabhängige Quelle für ein sogenanntes geo-heliozentrisches Modell der Planetenbewegung anführt.

Die Forschungen zu diesem Bildtyp werden in dem mittlerweile als klassisch für dieses Arbeitsgebiet zu nennenden Artikel *The chaster path of venus* von 1982 weiter vertieft, indem Eastwood auf der Grundlage einer profunden Kenntnis der europäischen Geistesgeschichte die Entstehungsgründe für die drei in diesem Bild enthaltenen Varianten der heliozentrischen Bewegung der inneren Planeten nachzeichnet.⁹⁵

In den folgenden Jahren rückte eine andere der vier Bildtraditionen in das Blickfeld: die Tradition der Plinius-Diagramme. Spielte diese schon eine entscheidende Rolle in der Argumentation um den Einfluss des frühmittelalterlichen Denkens auf das 16. Jahrhundert, wurde sie den 80er-Jahren Gegenstand mehrerer eingehenderer Untersuchungen, wie etwa *Plinian astronomy in the middle ages and renaissance*⁹⁶ von 1986 oder *Plinian astronomical diagrams in the early middle ages* von 1987.⁹⁷ Wichtige Erträge dieser Arbeiten betreffen die von Eastwood detailliert untersuchten beachtlichen Veränderungen, welchen diese Diagrammtypen unterworfen waren, sowie den Einfluss der Plinius-Tradition auf die anderen Bildtraditionen, bzw. das astronomische Denken der Zeit allgemein.

Nach diesen wissenschaftshistorischen Tiefenbohrungen an einzelnen Punkten der Tradition der Planetendiagramme folgten in den nächsten Jahren Studien, welche das Gebiet als ganzes untersuchten. In Arbeiten wie *The astronomies of Pliny, Martiannus Capella and Isidore of Seville in the Carolingian world*⁹⁸, *Latin planetary*

⁹⁴Eastwood (1980).

⁹⁵Eastwood (1982).

⁹⁶Eastwood (1986b).

⁹⁷Eastwood (1987).

⁹⁸Eastwood (1993)

*studies*⁹⁹ oder *Astronomy in christian latin europe, C. 500-c. 1150*.¹⁰⁰ werden Grundzüge der Epoche der frühmittelalterlichen Astronomie, die bis dahin weitgehend als Terra Incognita gelten musste, als ganzes nachgezeichnet. Im Spiegel der Diagramme konfrontiert Eastwood die traditionelle Sicht auf das Frühmittelalter als eine Epoche ohne jede wissenschaftliche Aktivität und Innovation, mit einem Bild dieser Zeit, welches von wissenschaftlicher Neugier und Forschungsaktivität geprägt ist.

Auch zu den anderen beiden Bildtraditionen, der Calcidius- und Macrobius-Tradition, erscheinen in dieser Zeit Arbeiten, in welchen diese erstmals wissenschaftshistorisch ausgeleuchtet werden. Zu nennen wäre hier beispielsweise der Aufsatz *The astronomy of Macrobius in Carolingian Europe: Dungal's letter of 811 to Charles the Great*¹⁰¹, in welchem die Anfänge der Macrobius-Tradition Gegenstand sind, sowie der Artikel *Calcidius's commentary on Plato's Timaios in latin astronomy of the 9th to 11th centuries*¹⁰², in welchen Merkmale und Entwicklung dieser Tradition von geometrischen Zeichnungen mit den anderen Traditionen kontrastiert werden.

Der Bogen schliesst sich zu den Anfängen der Auseinandersetzung mit den bildhaften Spuren des astronomischen Frühmittelalters in den beiden letzthin erschienenen Publikationen Eastwoods: Den Artikeln *Astronomical images and planetary theory in Carolingian studies of Martianus Capella* und *Johannes Scottus Eriugena, sun-centred planets, and Carolingian astronomy*.¹⁰³ Während ersterer den äusserst fruchtbaren Versuch macht, nicht nur einzelne Abbildungen zu untersuchen, sondern Züge einer Entwicklung innerhalb einer Tradition anhand von einzelnen augenfälligen Bildveränderungen zu skizzieren, hat letzterer den mittelalterlichen Umgang mit den antiken Texten am Beispiel des Capella-Kommentars von Johannes Scotus Eriugena zum Gegenstand.

Die vorliegende Arbeit verdankt diesen grundlegenden Arbeiten Eastwoods sehr viel. Ohne seine Ergebnisse bezüglich der Bedeutung der Diagramme, den Nachweis ihrer innovativen Umgangsweise mit den antiken Textinhalten sowie die fundierte Aufarbeitung des Entstehungskontextes der Bilder wäre eine systematische Analyse aller Bilder und Bildveränderungen nicht denkbar. Nicht zuletzt

⁹⁹Eastwood (1995)

¹⁰⁰Eastwood (1997). Weiter zu nennen wäre hier: Eastwood (1998).

¹⁰¹Eastwood (1994)

¹⁰²Eastwood (1999).

¹⁰³Eastwood (2001).

ist die entscheidende Vorbedingung für das Unternehmen dieser Arbeit die von ihm über Jahrzehnte hinweg geleistete Sammlung aller Diagramme.

Diese Arbeit hat das Anliegen, die Arbeiten Eastwoods, welche Einzelbilder und kleine Gruppen von Bildern zum Gegenstand hat, durch die Aufarbeitung des Bildmaterials, wie sie in diesem Kapitel skizziert wurde, zu ergänzen. Hierdurch hofft der Autor in der Lage zu sein, die Thesen Eastwoods bezüglich der wissenschaftlichen Funktion der Bilder anhand einer Untersuchung des Gesamtbestandes zu ergänzen.

An weiteren für das Thema dieser Arbeit besonders relevanten Arbeiten seien die Studien von Arno Borst und Stephen McCluskey genannt. Während Borst mit seinen Arbeiten zum Computus und dem Beginn der Rezeption der spätantiken Autoren in der Karolingerzeit fundierte Kenntnisse des theoretischen und praktischen Umfeldes liefert, in welchem sich die Planetenastronomie entwickelte,¹⁰⁴ bietet McCluskey, insbesondere mit seiner kürzlich erschienenen Monographie *Astronomies and cultures in early medieval Europe*, eine bislang unübertroffene Übersicht über die verschiedenen astronomischen Kontexte des frühen Mittelalters.¹⁰⁵ Ein Überblick über die Geschichte des Computus in der Zeit vom 5. - 9. Jahrhundert findet sich in McCluskey (1993).

DAS BILD IN DER WISSENSCHAFTSGESCHICHTE

Trotz der zunehmenden Diskussion über die Natur von Bildern in Kunsttheorie, Kunstgeschichte und Philosophie, erwachte die Neugier für wissenschaftliche Abbildungen nur langsam. Zu den ersten vereinzeltten Arbeiten, welche auf die Notwendigkeit einer kritischen Reflexion des Mediums Bild in der Wissenschaftsgeschichte hinwiesen, gehören die Artikel von M. Rudwick und E. S. Ferguson. Rudwick wies am Beispiel der Geologiegeschichte als einer der ersten auf ein starkes Mißverhältnis zwischen starken visuellen Komponenten der Originalquellen einerseits und der im besten Fall dekorativen Rolle, welche sie in den Arbeiten über die Quellen einnahmen, andererseits hin. Für ihn ist dies ein Indiz für eine „hierarchy of our educational institutions, where visual thinking is simply not valued as highly as verbal or mathematical dexterity.“¹⁰⁶ Ferguson deutete in seinem provokativen Artikel am Beispiel der Technologiegeschichte ebenso deutlich auf die Schlüsselrolle hin, welche die Visualisierung in der Wissenschaft-

¹⁰⁴Vgl. Borst (1990), Borst (1993) und Borst (1999)

¹⁰⁵McCluskey (1998).

¹⁰⁶Rudwick (1976), S. 150.

sentwicklung spielen kann.¹⁰⁷ Da die Literatur bis heute ein beträchtliches Ausmaß angenommen hat,¹⁰⁸ soll im folgenden anhand ausgewählter Beiträge ein Überblick über zentrale Themen und Debatten gegeben werden. Abgesehen von einem ersten Teil, welcher der Renaissance gewidmet ist, handelt es sich um eine Einteilung nach systematischen Gesichtspunkten. Der besondere Stellenwert der Renaissance-Kunst ergibt sich daraus, daß sich eine kritische Diskussion über die Rolle von Abbildungen in der Wissenschaft vor allem an der Kunst der Renaissance entwickelte.

IM ZENTRUM DER DEBATTE: DIE RENAISSANCE-KUNST

Ein Grund für das besondere Interesse am 15. und 16. Jahrhundert ist die weitgehend geteilte Ansicht, die moderne wissenschaftliche Illustration begründe sich erst durch die Zwillingerfindung von Buch- und Bilddruck im 16. Jahrhundert und dem damit einhergehenden Bruch zwischen einer mittelalterlichen „Manuskriptkultur“ und einer neuzeitlichen „Druckkultur“.¹⁰⁹ Zeitgleich mit dem Gebrauch von Druckerpressen mit beweglichen Metalltypen, die eine wiederholte Produktion einzelner Worte ermöglichte, wurden auch Techniken für die Herstellung von Holzschnitten und Gravierungen erfunden.¹¹⁰ Erst jetzt war es möglich, Bücher mit Text und Bildern herzustellen. Aufbauend auf den grundlegenden Arbeiten von E. Eisenstein¹¹¹ und W. Ivins¹¹² über den Druck als Schlüsselwende für westliches Denken und Kultur, die den Druck als epochemachendes Ereignis, insbesondere auch für die Wissenschaften, betrachten, bezeichnen Autoren wie M. Kemp und B. S. Hall den Druck als den Beginn der modernen wissenschaftlichen Illustration.¹¹³

Ausgangspunkt der Debatte um den Einfluß der Renaissance-Kunst auf die wissenschaftliche Entwicklung der frühen Neuzeit ist der in diesem Zusammenhang als klassisch zu bezeichnende Aufsatz Panofskys *Artist, scientist, genius: notes on the „renaissance dämmerung“*.¹¹⁴ Abgesehen davon, daß er selbst seine These in späteren Veröffentlichungen weiter ausarbeitete, daß nämlich „some achievements

¹⁰⁷Ferguson (1992), S. 835.

¹⁰⁸Siehe u. a. die Sammelbände Ruse (1991), Lynch (1990b) und Baigrie (1996)

¹⁰⁹Über den Begriff der modernen wissenschaftlichen Illustration siehe Blum (1993), S. 9. Zum Einfluss von Buch- und Bilddruck vgl. Hall (1996), S. 5. Über den „Bruch der Kulturen“ siehe Hall (1996), S. 6.

¹¹⁰Topper (1996), S. 220.

¹¹¹Eisenstein (1969), S. 19-89.

¹¹²Ivins (1953).

¹¹³Kemp (1996), S. 4.

¹¹⁴Panofsky (1962), S. 121-182.

of the arts made vital contributions to the progress of the sciences“, wurde sein Ansatz von verschiedenen Autoren aufgegriffen und weiterentwickelt. Eine der ersten Reaktionen auf die These Panofskys stammt von Giorgio de Santillana, welcher im Sinne Panofskys im selben Jahr „direct contributions of art in the rendering of observed reality“ feststellte.¹¹⁵ Eine dezidierte Gegenposition aus dieser Zeit stammt von H. Brown, der 1960 in *The renaissance and historians of science* erwiderte, Bilder hätten für die Wissenschaften nichts zu bedeuten, da visuelle Aussagen immer intuitiv und subjektiv und somit per definitionem unwissenschaftlich seien.¹¹⁶

Ein zweiter Schwerpunkt der Debatte entwickelte sich um die Frage nach den Einflüssen neuer Darstellungstechniken auf die technologische Entwicklung des 16. und 17. Jahrhunderts. Die durch Fergusons oben erwähnten Artikel ange-stoßene Diskussion ist keine kunsttheoretisch orientierte Debatte, sondern eine explizit wissenschaftshistorische. Mit dieser Verengung der Fragestellung geriet die bedeutendste Wissenschaft jener Epoche, die Mechanik, in das Zentrum der Debatte. In der Eisenstein-Ivins-These¹¹⁷ wurde die These Panofskys auf den Druck ausgeweitet. Den maßgeblichen Einfluß auf die Akzeptanz von Bildern habe, so Eisenstein und Ivins, das Zusammenwirken von Druck und Naturalismus gehabt: „Exactly repeatable pictorial statements made themselves felt in western scientific development“.¹¹⁸ Der Grund für die enorme Aufmerksamkeit, welche die Renaissance in diesem Zusammenhang erfährt, ist die Debatte über den Einfluß der Renaissancekunst des 15. und 16. Jahrhunderts auf die wissenschaftliche Revolution des 16. und 17. Jahrhunderts, die von Beginn an zentrale Bedeutung in der Diskussion um die Funktion von Bildern in der Geschichte der Wissenschaften hatte. Die beiden Positionen, welche bis heute in unterschiedlichen Varianten die Diskussion bestimmen, sind die Postulierung der Renaissance-Kunst als notwendige Voraussetzung für die folgende wissenschaftliche Revolution auf der einen und die Negierung eines solchen kausalen Zusammenhangs auf der anderen Seite. Erstere hatte zuerst Ferguson in seinem provokativen Artikel formuliert, indem er auf die Schlüsselrolle hingewiesen hatte, welche die Visualisierung in den Denkprozessen der frühneuzeitlichen Er-

¹¹⁵Santillana (1960), S. 28.

¹¹⁶Beispielsweise in Brown (1960), S. 27; „interesting, disconnected statements about the world in general, inexact, subjective, asking the use of intuition, special insights, do not count as science even if they are impressive and present exciting interpretations of phenomena.“

¹¹⁷Eisenstein (1969), S. 18.

¹¹⁸Eisenstein (1979), S. 184.

finder spielte.¹¹⁹ Die weitverbreitete Annahme, alles technologische Wissen sei von der Wissenschaft geleitet, sei laut Ferguson Folklore, welche die maßgebliche Funktion nicht-wissenschaftlicher Faktoren, wie nonverbaler, visueller Prozesse, außer acht lasse.¹²⁰ An Beispielen von der Renaissance bis in die Gegenwart belegt er, daß diese Visualisierungen oft wissenschaftliche Funktionen haben, die über eine bloße Veranschaulichung weit hinaus gehen. So konnte er zeigen, dass Wissenschaftler neue Entwicklungen zunächst zum Teil nicht auf eindeutige verbale Beschreibungen reduzieren konnten und sie diese daher erst bildlich zu Papier brachten. Auf dieses Potential von Visualisierungen zielte auch der frühe Artikel B. Halls *The technological illustrations of the so-called 'Anonymous of the Ilussite wars'*¹²¹, in welchem er technische Erfindungen untersucht, von denen lediglich Zeichnungen angefertigt wurden, wie etwa Erfindungen Leonardo da Vincis. Bezogen auf diesen Aspekt visuellen Denkens in der Technologie fand die bislang prominenteste Runde der Auseinandersetzung des von Panofsky begonnenen Streits statt: die Edgerton-Mahoney-Debatte.

Edgerton folgt Panofsky in seinem Artikel *The Renaissance artist as quantifier*¹²² dahin gehend, dass der Naturalismus nicht nur eine deskriptive Sprache geschaffen habe, sondern dass darüber hinaus die Entwicklung einer neuen Art des Sehens eng verbunden sei mit der wissenschaftlichen Revolution. Die Linearperspektive sei eine Vorbedingung für den Erfolg der wissenschaftlichen Revolution im 17. Jahrhundert gewesen: „The new pictorial techniques were a prerequisite for the new science of mechanics and for the world-machine described by that mechanics“.¹²³ Er lehnt sich damit an Koyrés allgemeine Feststellung an, daß die Essenz der wissenschaftlichen Revolution in der Geometrisierung der Natur gelegen habe. Das gilt laut Edgerton auch für die Akzeptanz eines euklidischen Raumes als Rahmen, in welchem dreidimensionale Objekte plaziert werden müssen. Durch diese These wird der Künstler ein „Quantifizierer“, welcher der Welt eine mathematische Ordnung des Raums überstülpt, ähnlich der Mathematisierung der Physik während des 17. Jahrhunderts.¹²⁴

Mahoney greift die Thesen Edgertons in *Diagrams and dynamics: mathematical perspective on Edgertons thesis*¹²⁵ mit dem Gegenargument an, der „artist-scientist“

¹¹⁹Ferguson (1992), S. 48.

¹²⁰Ferguson (1992), S. 52.

¹²¹Hall (1979).

¹²²Edgerton (1980).

¹²³Mahoney (1985), S. 199.

¹²⁴Edgerton (1980), S. 204ff.

¹²⁵Mahoney (1985).

und der „scientist-quantifier“ hätten nichts miteinander zu tun. Die Mechanik spiele zwar eine zentrale Rolle in der wissenschaftlichen Revolution, man müsse aber strikt zwischen Maschinendesign in 17. Jahrhundert und der Wissenschaft der Mechanik trennen. Er zieht damit eine klare Linie zwischen zwei Arten der Quantifizierung, von denen eine zu den mathematischen Wissenschaften führt und die andere zur dreidimensionalen Raumdarstellung.¹²⁶ Die relevante Mathematisierung war die Entwicklung neuer mathematischer Formen wie Infinitesimalrechnung und symbolischer Algebra. Diese Mathematik wachse zwar aus der geometrischen Methode der Griechen heraus, sei aber abstrakter und somit weniger darstellbar durch Zeichnungen.¹²⁷ Beispielhaft nennt Mahoney Galileis Hebelgesetz aus dessen *Discorsi*, Huygens *Derivation of the mathematical curve of a pendulum*, oder Newtons erstes Theorem seiner *Principia* über die Zentrifugalkraft.¹²⁸ Er sieht eine klare Entwicklung zu immer abstrakteren Argumentationen, zu immer weniger Vertrauen in die physische Erscheinung der Dinge, hin zu größeren Anforderungen an das mathematisch trainierte innere Auge des Geistes.

Bis heute ist diese Diskussion lebendig, auch wenn es sich meist um Wiederholungen der bekannten Standpunkte mit leichten Variationen handelt, wie etwa in Edgertons letzter Veröffentlichung *The heritage of Giotto's geometry: art and science on the eve of the scientific revolution*.¹²⁹ Die Untersuchung des Einflusses der neuen Darstellungsarten beschränkt sich nicht auf die Mechanik und die Kunst des Maschinenbauens. Gegenstand zahlreicher weiterer Arbeiten sind vor allem die Anatomie und Astronomie, in welchen Bilder traditionell eine besondere Rolle spielen.¹³⁰ Und natürlich gibt es eine Vielzahl an Einzelstudien zu weiteren Wissenschaften in anderen Epochen. Da aber nur der kleinste Teil der Literatur vom historischen Gegenstand her etwas mit dem Thema dieser Arbeit zu tun hat,¹³¹ soll stattdessen versucht werden, der erfassten Literatur einige systematische Fragen bezüglich des Verhältnisses von Bild und Theorie zu stellen.

¹²⁶Mahoney (1985), S. 200.

¹²⁷Mahoney (1985), S. 26.

¹²⁸Mahoney (1985), S. 203.

¹²⁹Edgerton (1991).

¹³⁰Ein aktueller Beitrag, in dem die beiden Wissenschaften verglichen werden, stammt von Kemp (1996).

¹³¹Gemeint sind Veränderungen qualitativer astronomischer Diagramme.

WAS IST EINE WISSENSCHAFTLICHE ABBILDUNG ?

Was kann als wissenschaftliche Abbildung bezeichnet werden und fällt damit in den Zuständigkeitsbereich der Wissenschaftsgeschichte?¹³² Eine klare Antwort auf diese Frage ergibt sich aus der herangezogenen Literatur nicht. Orientiert man sich an den untersuchten Gegenständen in wissenschaftshistorischen Arbeiten, so zeigt sich eine zunehmende Ausweitung des Begriffs wissenschaftlicher Abbildungen. Bis vor etwa zehn Jahren galt das Interesse vor allem illustrativen Endprodukten, also gedruckten oder gezeichneten Illustrationen, die explizit einem bestimmten Text zugeordnet waren. Murdoch beispielsweise definiert in seiner Sammlung wissenschaftlicher Abbildungen das für ihn relevante Material als jenes, welches zum Verständnis der Wissenschaft notwendig ist. Gemeint sind alle Abbildungen, die einen wissenschaftlichen Text begleiten, sei es ein mathematisches Diagramm, eine Pflanzendarstellung oder ein abstraktes Diagramm einer Theorie.

Neueren Arbeiten aus den letzten Jahren erweist sich dieser Rahmen als zu eng. Die Bandbreite der Artefakte wird immer weiter. Hinzugezogen werden alle Arten von Notizbüchern und Arbeitsbüchern.¹³³ Alles „Gekritzelt“¹³⁴ eines Wissenschaftlers gilt hier als Artefakt, von Feldzeichnungen in der Naturgeschichte bis hin zu geometrischen Diagrammen in Laborbüchern und anderen konzeptuellen Schemata in visueller Form.¹³⁵ Dazu gehören Galileis Diagramme und Notizen über die Berechnungen der parabolischen Projekttilbewegung in seinen Arbeitspapieren über Bewegung ebenso wie Leonardos Skizzen für ein Kugellager oder Darwins Diagramm des Baums der Naturevolution in seinem Notizbuch.¹³⁶ In diesem Zusammenhang gehört auch die Problematik der Gedankenexperimente, deren Rolle verstärkt von Wissenschaftshistorikern studiert und betont werden, da diese oft mit Diagrammen, Notizen oder anderen Artefakten des wissenschaftlichen Denkens verbunden sind.¹³⁷ Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass es keine kanonisierte Definition wissenschaftlicher Illustration gibt, sondern dass diese von Skizzenbüchern, Bildern, Zeichnungen über Drucke, Modelle, Arbeitsbücher bis hin zu Notizbüchern, Denkdigrammen oder Ideengekritzelt viele Formen haben können.

¹³²Zur Diskussion Kunst und Wissenschaft siehe Topper (1996).

¹³³Topper (1996), S. 236.

¹³⁴Topper (1996), S. 236.

¹³⁵Gooding (1989).

¹³⁶Topper (1996), S. 236.

¹³⁷Topper (1996), S. 237.

TEXT UND BILD

Ein grundsätzliches Problem, welches auch in der Fachliteratur immer wieder aufgeworfen wird, ist die Frage nach dem Verhältnis einer wissenschaftlichen Abbildung zum Text, dem sie zugeordnet ist. Einigkeit herrscht darüber, dass ein solches Verhältnis besteht und dass wissenschaftliche Abbildungen grundsätzlich im Zusammenspiel mit Texten erscheinen.¹³⁸ Ob das Bild den Text erhelle oder dieser umgekehrt das Bild, so schreibt Knight in einer der frühesten Arbeiten über diese Problematik, spiele keine Rolle. Fest stehe, dass Bilder immer in einem klar definierten Kontext stünden.¹³⁹ Für Martin Kemp ergibt sich aus diesen Gedanken eine grundsätzliche Theoriebeladenheit wissenschaftlicher Illustrationen. Es handele sich hierbei, so führt er u. a. in Kemp (1990) aus, um eine komplexe Interaktion von Vorwissen und automatischer Erwartung des Betrachters sowie illustrativer Techniken des Zeichners. Theoriebeladenheit wird hier als der Deutungshintergrund verstanden, vor welchem ein Bild entsteht und dessen Kenntnis für ein Verständnis des Bildes notwendig ist. Die Existenz von selbsterklärenden Bildern, welche ohne einen solchen „Text“ im Hintergrund zu verstehen wären, wird ausgeschlossen.¹⁴⁰ Ein Bild sei also nach bestimmten Konventionen aufgebaut. Die Art dieser Konventionalität ist ein viel diskutierter Punkt in der Literatur.¹⁴¹ Handelt es sich hier um visuelle Sprachen, die erlernt werden müssen und beim Erstellen der Bilder und dem Lesen derselben vorausgesetzt werden? Darstellungskonventionen in naturalistischen Abbildungen in der prähistorischen Archäologie untersucht S. Moser.¹⁴² Der Umstand, daß der Leser nur durch den Text in die Bedeutung und den Bezugsrahmen der Illustration eingeweiht ist, gilt auch für naturalistische Abbildungen, die den Anspruch haben, die Natur möglichst unverfälscht wiederzugeben. Paul Hulton wies schon 1985 darauf hin, daß auch nach der Natur gemalte Bilder nicht ohne Konventionen der Darstellung auskommen.¹⁴³ Die Konventionalität beginne, so Blum, schon mit einem historischen abendländischen Konsens über die Bedeutung einer bestimmten Platzierung von Linien und Strichen auf einer Seite.¹⁴⁴ Dazu gehören die Bedeutungen, die wir den Bezeichnungen hoch und niedrig oder groß und klein

¹³⁸Siehe hierzu Varga (1989), Tongiorgi (1988) und Burchmore (1986).

¹³⁹Knight (1985), S. 112.

¹⁴⁰Topper (1996), S. 247.

¹⁴¹Zum Verhältnis von wissenschaftlicher Repräsentation und Objektivität siehe Daston (1992).

¹⁴²Moser (1996).

¹⁴³Hulton (1985). Siehe hierzu auch Nickelsen (1999).

¹⁴⁴Blum (1993), S. 3.

geben, die angenommene Überlegenheit von regulären gegenüber irregulären Formen und von Symmetrie gegenüber Asymmetrie.¹⁴⁵ Durch die Historizität der Bezugsrahmen, welche die Bedeutung im Bild konstruieren, bekommen auch Bilder und ihre Interpretationen eine historische Dimension. Auch wenn die beiden Ebenen von Bild und Text immer aufeinander angewiesen sind, kann sich ihr Verhältnis doch durch Deutungsverschiebungen auf die verschiedenste Weise ändern: Wie D. Hassig es ausdrückt, können sie miteinander korrespondieren, in Konflikt geraten, sich weiter entwickeln oder sich gegenseitig ausschließen. Daraus ergibt sich ein wichtiger Aspekt, der u. a. von Hassig und Manion¹⁴⁶ ausgeführt wird, dass Bilder trotz der Abhängigkeit vom Text nicht die reine Wiederholung des Textinhaltes seien¹⁴⁷, sondern unabhängig von diesem operieren können. Sei es, dass sie ihn ergänzen, indem sie seinen Inhalt weiterausführen, ihn präzisieren, oder, wie gerade schon angedeutet, ihm sogar widersprechen.¹⁴⁸ Daraus ergeben sich hohe Anforderungen an den Interpreten. M. Lynch zeigte anhand der Monddarstellung, daß dies sogar für Photos gilt, wenn sie als wissenschaftliche Abbildungen verwendet werden.¹⁴⁹

DIE FUNKTION WISSENSCHAFTLICHER ABBILDUNGEN

Da sich nur wenige Veröffentlichungen explizit mit der Funktion wissenschaftlicher Abbildungen befassen, kann hier nur zusammengetragen werden, was sich an Bemerkungen aus Arbeiten, insbesondere von J. Murdoch, M. Kemp, R. Arnhem und E. Tuftte ergab. Kommen wir zunächst zur am häufigsten vorkommenden Funktion: die Illustrierung eines Textes im wortwörtlichen Sinne, indem der Inhalt des Textes durch die visuelle Verdoppelung veranschaulicht wird. Beispielsweise wird in der Abbildung eine geometrische Figur ausgeführt, die im Text beschrieben wird. Das Interesse der genannten Autoren gilt jedoch vor allem Funktionen, die über die bloße Veranschaulichung hinausgehen. Für J. Murdoch beispielsweise ist die visualisierende Verdoppelung nur eine von drei Funktionen, die er unterscheidet. Kriterium der Unterscheidung ist bei ihm die Art der Verbundenheit mit einem Text.¹⁵⁰ Die eben erwähnte Art der Illustration ist

¹⁴⁵Blum (1993), S. 3.

¹⁴⁶Manion (1991); Hassig (1995), S. 18.

¹⁴⁷Carruthers und Yates widersprechen dem mit der These, dass es sich bei wissenschaftlichen Abbildungen, wenigstens bis zum Beginn der frühen Neuzeit, ausschließlich um Erinnerungshilfen handele. Carruthers (1990), Yates (1966).

¹⁴⁸Bal (1989), S. 291.

¹⁴⁹Lynch (1990a), Lynch (1991).

¹⁵⁰Murdoch (1984), S. XI.

demnach die am meisten vom Text geformte Variante: die Darstellungen abstrakter Konzeptionen, Lehrsätze oder Theorien. Die Funktion dieses Typs sei eine schlichte Verdoppelung des sprachlich ausgedrückten Sachverhalts.¹⁵¹ Als am wenigsten abhängig von Text bezeichnet er die Diagramme mit der Funktion von „Feldführern“, worunter er im wesentlichen botanische und zoologische Darstellungen versteht, welche beobachtbare Objekte darstellen. Hier befinde sich der eigentliche Gehalt im Bild, während dem Text lediglich eine kommentierende und beschreibende Funktion zukommt. Eine Zwischenstellung nehmen, so Murdoch weiter, Darstellungen ein, welche astronomische und mathematische Texte begleiten, da sie zwar direkt aus dem Text hervorgehen, diesen jedoch oft erst verständlich machen. In diese Typologisierung scheinen sich M. Kemps Ausführungen zu seiner Analyse der Rolle der Bilder in der Astronomie und Anatomie des 16. Jahrhunderts nahtlos einzufügen. Was Murdoch die Feldführer-Funktion nennt, ist bei Kemp die Funktion, den Betrachter durch eine „rhetoric of reality“,¹⁵² durch den Gebrauch wiedererkennbarer Zeichen zu überzeugen. Die Funktion der dritten bei Murdoch genannten Gruppe von Diagrammen, die Bereitstellung zusätzlicher theoretischer Informationen in astronomischen oder mathematischen Texten, nennt Kemp die „rhetoric of irrefutable precision“.¹⁵³ Gemeint ist die Aufgabe des Diagramms mittels visualisierter Daten zu argumentieren, seien es Planetenpositionen oder Zahlen.

E. Tufte untersucht in seinem Buch *The Display of quantitative information* zwar ausschließlich Darstellungen quantitativer Information, also visualisierte Tabellen, er sei aber trotzdem erwähnt, da es eine der wenigen Untersuchungen ist, in der eine Reihe von Bildern systematisch auf ihre wissenschaftliche Funktion hin untersucht wird.¹⁵⁴ Das Ergebnis seiner Analyse aller Arten von quantitativen Diagrammen ist, dass die Funktion eines gelungenen Diagramms die Kommunikation von Ideen sein, und zwar mit einem solchen Grad an Klarheit, Präzision und Effektivität, wie er in schriftlicher Form nicht zu erreichen wäre. Richtig ausgeführt könne ein solches Diagramm viel Information auf wenig Platz kohärent darstellen, verschiedene Informationen vergleichen und diese auf unterschiedlichen Ebenen präsentieren, von einem breiten Überblick bis hin zu einzelnen Details.¹⁵⁵

¹⁵¹Murdoch (1984), S. XI.

¹⁵²Kemp (1996), S. 43.

¹⁵³Kemp (1996), S. 89.

¹⁵⁴Tufte (1997).

¹⁵⁵Tufte (1997), S. 13.

Zum Schluß sollen noch zwei Arbeiten genannt werden, die demonstrieren, daß jenseits der bisher angeführten, rein historisch interessanten Fällen, die epistemologische Funktion von Bildern in der Wissenschaft auch heute noch relevant ist. Am Beispiel der Funktionsweise der Feynman-Diagramme zeigt Schweber, daß qualitative Diagramme in der Physik bis heute ihren Platz haben und, wie in diesem Fall der Visualisierung von Raum-Zeit-Prozessen, unverzichtbar sein können.¹⁵⁶ Bei J. R. Brown ist der Aktualitätsbezug insofern gegeben, als er zu dem Schluß kommt, dass es möglich sei, bestimmte mathematische Beweise mittels einer Zeichnung durchzuführen, ohne „mathematische“ Ergänzung durch Zahlen.¹⁵⁷ Eine Typologisierung der Funktionsarten wissenschaftlicher Abbildungen mit klaren Konturen ergibt sich aus der erfaßten Literatur nicht.

Veränderungen in wissenschaftlichen Abbildungen

Aus der Feststellung der Historizität wissenschaftlicher Bilder und ihren Deutungshintergründen und den dadurch entstehenden Verschiebungen der beiden Ebenen gegeneinander ergibt sich das für den Historiker wohl spannendste Problem: Veränderungen und Entwicklung von wissenschaftlichen Bildern. Entsprechend der Fragestellung der Arbeit sind nicht Veränderungen von Darstellungsarten und Techniken gemeint, sondern solche Veränderungen, die eine bestimmte Abbildung im Verlauf wiederholter Reproduktion erfährt. Dies gilt vor allem für die Zeit vor der Erfindung des Drucks, aber nicht ausschließlich, wie unter anderem die Studie von K. Nickelsen über Veränderungen botanischer Abbildungen des 17. Jahrhunderts zeigt.¹⁵⁸ Auch Hoeniger kommt zu dem Schluß, dass auch nach dem Aufkommen des Naturalismus im 16. Jahrhundert die meisten botanischen und zoologischen Zeichnungen noch Kopien anderer Abbildungen seien.¹⁵⁹ Wieder haben wir die Situation, daß das historische Interesse an diesen offensichtlich Entwicklungen bislang kaum über die bloße Feststellung solcher Modifikationen in Randbemerkungen hinausgeht. Ein Grund dafür wird das schon von Plinius formulierte Dilemma sein, daß die manuelle Reproduktion

¹⁵⁶Schweber (1986).

¹⁵⁷Brown (1996), S. 251.

¹⁵⁸Nickelsen (1999).

¹⁵⁹Hoeniger (1985), S. 145-6. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch eine Arbeit von Ashworth, in welcher er nachweist, daß Albrecht Dürers (1471-1528) Abbildung eines Nashorns 200 Jahre lang die Vorlage fast aller Nashorn-Abbildungen auch in zoologischen Handbüchern war. Ashworth (1985), S. 46.

von Abbildungen äußerst fehleranfällig ist. Für den Historiker waren sie dadurch bislang scheinbar unbrauchbar und dadurch uninteressant. Denn selbst wenn der Historiker von der Möglichkeit intendierter Modifikationen überzeugt ist, ist ihm der Zugang durch die zu überwindende Hürde der Unterscheidung von Fehlern und bewußter Veränderung stark erschwert.¹⁶⁰ Selbst J. Murdoch, als einer der besten Kenner wissenschaftlicher Abbildungen aller Epochen, beschränkt seinen Beitrag zu diesem Thema auf die Bemerkung, derartige Veränderungen seien offensichtlich teilweise bewußte Versuche, das Kopierte zu verändern. Trotzdem finden sich in einer Reihe von Arbeiten Hinweise auf gemeinsame Merkmale solcher auf Reflexion beruhender Änderungen. Fast alle Autoren, die diesen Gegenstand diskutieren, sind sich darüber einig, dass diese Art von Bildern eine historische Entwicklung von anfänglich individuellen Darstellungen zu Typen durchmachen.¹⁶¹ Der Grund für die Entwicklung der Darstellung zu typischen Eigenschaften, in denen alle Variationen verschwunden sind, liegt, darin stimmen Hall und J. Maienschein überein, in einer zunehmenden Einsicht in die zugrundeliegenden Strukturen.¹⁶²

Über Veränderungen anderer Arten äußern sich der eben genannte E. Tufte sowie R. Arnheim. Auch wenn sie sehr unterschiedliche Abbildungstypen untersuchen, kommen beide zu dem Ergebnis, daß Veränderungen immer mit einer Zunahme von Effizienz verbunden seien. Tufte spricht in seiner Untersuchung aufeinanderfolgender Reproduktionen desselben Diagrammtyps von einer Verbesserung des „Daten-Tinte-Verhältnisses“, welches entweder durch die Eliminierung von „Zeichenmüll“ oder die Integration neuer Elemente erreicht werde.¹⁶³ Obwohl es sich nicht wirklich um eine historische Analyse handelt, so ist es doch interessant zu sehen, daß R. Arnheim bei Versuchen mit lebenden Personen zu ganz ähnlichen Ergebnissen kam. Eine Gruppe von Versuchsteilnehmern hatte die Aufgabe mittels einer Erstellung von Diagrammfolgen die ideale Visualisierung eines abstrakten Begriffs darzustellen. Ein optimales Ergebnis wurde aus der Sicht der Versuchteilnehmer entweder durch die Eliminierung redundanter Information oder die Ergänzung des Diagramms durch notwendige Information erzielt.¹⁶⁴

¹⁶⁰Hassig (1995), S. 18.

¹⁶¹Siehe hierzu Kemp (1996); Hall (1996); Kemp (1990). Eine Ausnahme ist Sargent (1991), welche die zunehmende Abstraktion in Frage stellt.

¹⁶²Hall (1996); Maienschein (1991).

¹⁶³Tufte (1997), S. 107.

¹⁶⁴Arnheim (1996), S. 120.

4 DIE BEDEUTUNG DER DIAGRAMME

Nach dieser ersten Annäherung an die Fragestellung des Kapitels durch die Explorierung einiger historischer Entstehungskontexte der zur Debatte stehenden Diagramme soll die Leitfrage des Kapitels in diesem Abschnitt direkter ins Visier genommen werden. Dies soll in zwei Schritten geschehen: Auf eine Diskussion darüber, was der Gegenstand der Abbildungen ist, soll die Frage nach möglichen Funktionen der Diagramme folgen. Denn eine Beantwortung der Frage des Zweckes der Bilder erfordert die vorangegangene Klärung ihres Gehaltes als unabdingbare Voraussetzung für eine fruchtbare Auseinandersetzung mit den Motiven ihrer Schöpfer und Kopisten. Nur wer weiss, was die Bilder darstellen, kann Aussagen darüber machen, mit welchem Ziel sie produziert wurden.

4.1 DER BILDGEHALT

Nach der Lektüre der im vorangegangenen Kapitel gegebenen Beschreibungen der einzelnen Diagrammtypen und ihrer Bedeutung mag es verwundern, an dieser Stelle eine grundsätzliche Problematisierung des Gehaltes der Bilder zu finden. Diese unreflektierte, überblicksartige Einführung in den Gehalt der Bilder hatte jedoch nur den Zweck, dem Leser die Diagrammtypen sowie die von ihnen behandelten Abbildungen überblicksartig vorzustellen. Eine eingehendere Auseinandersetzung mit dem Gehalt der Bilder zeigt jedoch, dass dieser sich einem heutigen Interpreten nicht so unmittelbar erschliesst, wie man es angesichts der meist sehr simplen Abbildungen zunächst vermuten würde. Wie gerade schon angedeutet, ist es jedoch eine Grundvoraussetzungen für eine Erforschung der Entstehungsgründe der Abbildungen, ihren genauen Inhalt feststellen zu können. Nur so kann man hoffen, das Verhältnis des Bildgehaltes zum zeitgenössischen astronomischen Wissen, zum theoretischen Gehalt des zugehörigen Textes oder zu leicht unterschiedlichen Varianten desselben Bildes ausreichend präzise zu bestimmen. Im folgenden sollen verschiedene Aspekte der Bildbedeutung, welche im vorliegenden Diagrammmaterial immer wieder auftreten, beispielhaft diskutiert werden. Ziel ist es hierbei, zu erörtern, welche Schwierigkeiten sich dem Interpreten des 20. Jahrhundert stellen und welche methodischen Konsequenzen diese fordern.

4.2 KÖRPER UND BAHNEN

Der Anfang soll mit einem Diagramm gemacht werden, welches im 9. Jahrhundert an einem unbekanntem Ort entstand. Es steht bei einer Textstelle in einem

astronomischen Manuskript von Plinius, in welcher die Ordnung der Planetenbewegungen von der Erde aus beschrieben wird (Vgl. Abbildung III.11):

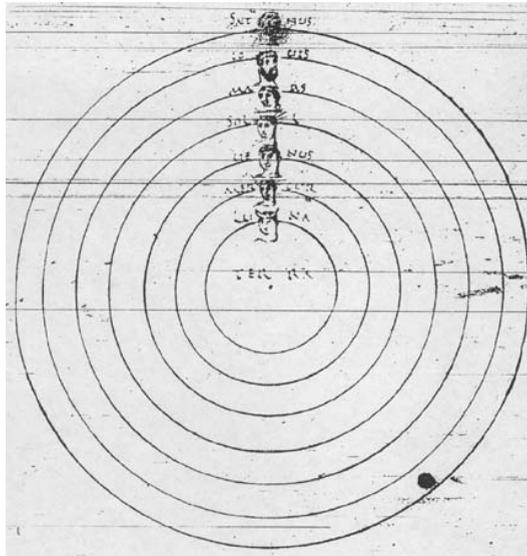


Abbildung III.11: Planetenordnung-Diagramm (Plinius-Tradition). Monza Biblioteca Capitolare, Ms. F.9.176, f.70v.

Plinius ordnet hier jedem Planeten eine um die Erde laufende Bewegung zu, deren Laufbahnen unterschiedlich weit von der Erde entfernt sind.¹⁶⁵ Vor

¹⁶⁵Die englische Übersetzung dieser Stelle lautet: „Saturn is the highest of these and therefore looks the smallest and revolves in the largest circle and in thirty years at the least returns to its starting point. Jupiter’s circle is below and therefore faster in motion, revolving in twelve years. Third is Mars glowing like fire because of the proximity of the sun and completing its orbit in about two years. Then the course of the sun is divided into 360 parts, but five and one-fourth days are added yearly in order for observation of the shadows of the sun [with a sundial] to return to the initial position; and so an intercalary day is added every fourth year for the calculation of the seasons to coincide with the course of the sun. Below the sun travels the huge planet called Venus, which shifts its course back and forth; it passes through the whole zodiac in 348 days, never extending more than 46° from the sun. Next to it in the circle below is Mercury, with a similar pattern but not as much size or power, which orbits in nine days less, sometimes rising before the sun, sometimes shining after sunset, and never withdrawing more than 22° from it. Therefore the pattern of these [two] planets is distinctive and not like those [upper planets] previously mentioned, for those are

haben, sowie die Tatsache, dass die zweite Abbildung Eigenschaften aufweist, welche sich in keinem anderen Bild dieses Diagrammtyps finden.¹⁶⁶ Einige der Abweichungen vom ersten Diagramm stellen die Interpretation der verwendeten graphischen Mittel, wie sie im ersten Fall vorgenommen wurde, in Frage. Denn bei genauem Hinsehen zeigt sich, dass das Bild nicht sieben, sondern acht konzentrische Kreise enthält, einen mehr als es Planeten gibt. Auch die Zuordnung von Planeten zu Bahnen ist nicht so einfach möglich wie im ersten Fall, da die Planetendarstellungen nicht auf den Kreisen plaziert sind, sondern dazwischen. Die Interpretation der Kreise als Bahnen von Körpern im Sinne von einzelnen,

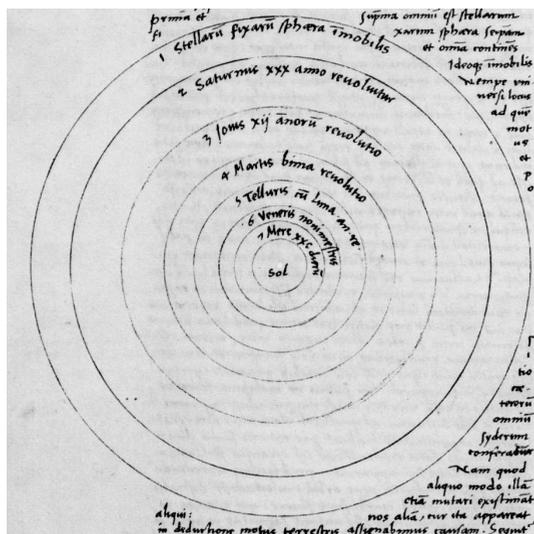


Abbildung III.13: Seite aus dem Manuskript von Kopernikus zu *De revolutionibus orbium coelestium*. Aus: Kopernikus (1965) S. 9v.

von einem kugelförmigen Planeten durchlaufenen Punkten in einem leeren Raum greift hier offensichtlich nicht. Und doch scheint die am ersten Bild etablierte Lesart der Bildeigenschaften dem heutigen Leser so selbstverständlich, dass er hier wohl eher eine auf fehlenden Sachverstand oder mangelnde Aufmerksamkeit des Kopisten zurückzuführende fehlerhafte Wiedergabe des Originals annehmen

¹⁶⁶Zur Frage, mit welcher Sicherheit diese Kopierbeziehung bestimmt werden kann, siehe Kapitel V, in welchem diese Frage ausführlich diskutiert wird.

würde, als dass er eine alternative Deutung des Bildes in Betracht ziehen würde.¹⁶⁷

Dass dies erstens ein voreiliger Schluss und eine Übertragung anachronistischer Vorstellungen auf die astronomische Theorie des Frühmittelalters ist, und dass zweitens die richtige Interpretation des diskutierten Bildes keineswegs trivial ist, zeigt ein weiteres Diagramm über die Ordnung der Planeten aus dem 16. Jahrhundert. Es handelt sich um nichts geringeres, als um die vermutlich erste Darstellung des heliozentrischen Weltbildes in der handschriftlichen Ur-Version von Kopernikus *De Revolutionibus*. Der Leser wird erstaunt sein, auch in diesem, einige Jahrhunderte später von so prominenter Hand gezeichneten Bild eine ähnliche Verwendung der graphischen Darstellungsmittel zu finden, wie sie im zweiten der mittelalterlichen Abbildungen enthalten war. Auch hier sind die Planetennamen zwischen den konzentrischen Kreisen platziert, von denen es einen mehr als Planeten im Bild gibt.¹⁶⁸

Der Hintergrund für die schwer verständliche Konstruktion von Kreisen und Planetendarstellungen, wie sie sich bei Kopernikus und dem mittelalterlichen Diagramm finden, sind bestimmte mittelalterliche kosmologische Vorstellungen über den Aufbau des Himmels. Gemeint ist die aus der Antike stammende und das ganze Mittelalter hindurch bis ins 16. Jahrhundert präsenste Vorstellung, dass die Himmelskugel aus ineinander geschachtelten Kugelschalen besteht, den sogenannte Sphären, an welchen die Planeten befestigt sind.¹⁶⁹ Die Bewegung der Planeten entsteht in dieser Konstruktion dadurch, dass die zwar materiellen aber durchsichtigen Kugelschalen sich unterschiedlich schnell bewegen, und mit ihnen also auch die Planeten. Diese Ansicht war auch für den Erfinder des modernen heliozentrischen Weltbildes noch selbstverständlich. Für die entsprechenden Diagramme ergibt sich vor diesem theoretischen Kontext eine andere Interpretation der graphischen Mittel, die zur Darstellung der Ordnung der Planeten verwendet

¹⁶⁷ Auch wenn es im Falle eines so einfachen Diagramms äusserst unwahrscheinlich erscheint, dass ein Kopist, welcher das Bild mit einiger Sorgfalt kopiert (siehe die sorgfältig gezeichneten Kreise und Planetendarstellungen) sich in einem so signifikanten Merkmal des Diagramms wie der Anzahl der Kreise, die noch dazu der Zahl der Planetendarstellungen entspricht, zu ver zählen.

¹⁶⁸ Interessanterweise gibt es ein Diagramm, welches den Beweis enthält, dass die richtige Interpretation der Zeichnung auch einem Interpreten des 16. Jahrhunderts nicht selbstverständlich war. Bei der ersten gedruckten Reproduktion des Diagramms von Kopernikus bestanden offensichtlich ähnliche Deutungsschwierigkeiten bezüglich der konzentrischen Kreise, wie sie der heutige Betrachter hat: Auch hier sind die Planeten teilweise den Bahnen und nicht den Zwischenräumen zugeordnet. Genaueres hierzu findet sich in Graßhoff et al. (2002), S. 34.

¹⁶⁹ Für eine detailliertere Beschreibung der Sphärentheorie vgl. Grant (1996), S. 271 ff.

wurden: Die Kreise sind demnach die Grenzen der Sphären, zwischen denen sich die Planeten bewegen, was auch erklärt, warum die Planeten in diesen Abbildungen nicht auf, sondern zwischen den Kreisen plziert sind. Planetendarstellungen sind hier nicht als physische, abgeschlossene Körper zu denken, welche sich durch den leeren Raum bewegen, sondern als leuchtende Punkte, eingebettet in das Material der Kugelschalen.

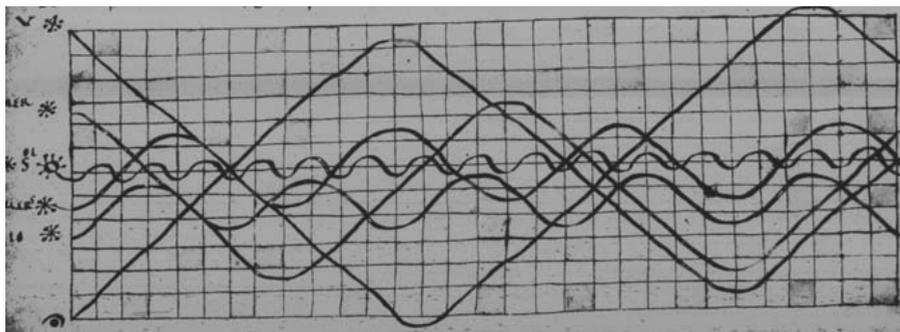


Abbildung III.14: Breiten-Diagramm (Plinius-Tradition). Oxford BL Canon.class. 279, f.33v.

Bereits an diesem Beispiel zeigt sich, dass die Interpretation selbst der einfachsten und selbstverständlich erscheinenden Eigenschaften der Diagramme oft alles andere als trivial ist. Nur eine äusserst sorgfältige Analyse der verwendeten graphischen Mittel sowie ihrer Bedeutung wird in der Lage sein, die Diagramme vor dem Hintergrund des theoretischen Wissens der Zeit korrekt zu interpretieren.

4.3 BEOBACHTUNG UND MESSUNG

Ebenfalls auf vertrautem Terrain fühlt sich der Betrachter bei dem Diagramm in Abbildung III.14. Gerade ein Interpret mit astronomischem Vorwissen wird bei dieser Abbildung nicht mit Schwierigkeiten bei der Interpretation rechnen. Es scheint sich offensichtlich um ein sehr frühes Exemplar eines Diagrammtyps zu handeln, der aus der Wissenschaft heute nicht mehr wegzudenken ist. Gemeint ist eine funktionale Abbildung eines Prozesses an einer Zeit-Achse. Hinzu kommt bei dieser Abbildung, dass sie einem Historiker, der mit den Grundlagen der beobachtenden Astronomie vertraut ist, sehr bekannt vorkommen wird (Abbildung

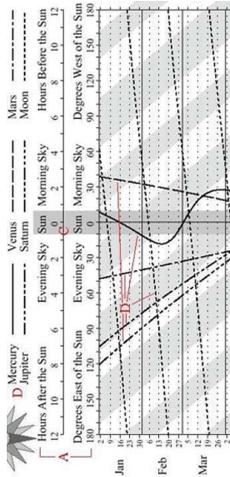


Abbildung III.15: Standard-Diagramm über die Elongation der Planeten. Die Abweichungen der Planeten von der mittleren Sonnenbahn werden in Grad (Y-Achse) und verteilt über das Jahr (X-Achse) dargestellt abgebildet.

III.15).¹⁷⁰ Kommen wir zuerst zur letzteren. Wir erkennen auf der linken Seite (Legende) die Zuordnung von Planeten zu den einzelnen kurvenförmigen Bahnen im Diagramm, welche vor dem horizontalen Raster der Zeitwerte (X-Achse) abgebildet sind. Die vertikale Verteilung der Bahnpunkte (Y-Achse) gibt die Abstände der Planeten von der in der Mitte des Diagramms liegenden Sonnenbahn in Grad an, wie aus der Beschriftung der vertikalen Achse hervorgeht. Da sie die Referenzbahn für die anderen Planetenbahnen darstellt, ist die Sonnenbahn deutlich hervorgehoben (grau unterlegt).

Betrachtet man nun das mittelalterliche Diagramm, fällt zuerst die verblüffende Ähnlichkeit der beiden durch mehr als 1000 Jahre getrennten Abbildungen auf. Auch hier werden die Planetenbahnen vor einem regelmässigen Koordinatenraster von links nach rechts abgebildet. Auch in diesem Bild wird den Bahnen auf der linken Seite ein Planet zugeordnet (Ven=Venus, Sol=Sonne etc.),

¹⁷⁰Es handelt sich um eine Standard-Abbildung über die Längen-Elongation der Planeten von der Sonne. Sie ist einer Web-Seite für Hobby-Astronomen entnommen: <http://www.enteract.com/ddellutr/astro/expplc.htm>. Die Drehung des Diagramms um 90 Grad erfolgte, um die Ähnlichkeit der beiden Bilder zu unterstreichen.

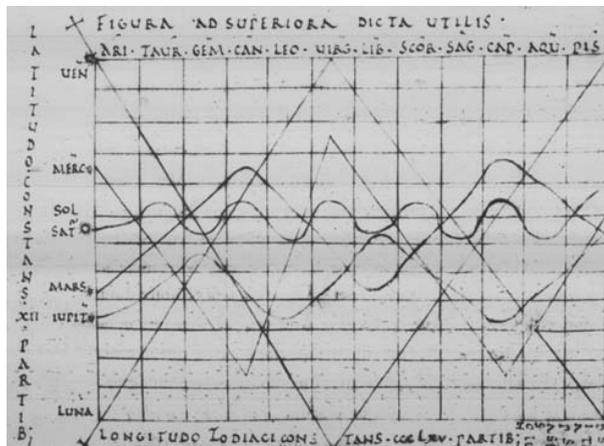


Abbildung III.16: Diagramm über die Breitenabweichungen der Planeten. Cambridge TrinColl. R.15.32, f.3v.

ebenso wie auch hier die Sonnenbahn als Referenzgrösse hervorgehoben zu sein scheint (Man beachte die Gestaltung der Sonne.), welche ebenfalls in der Mitte des Diagramms waagrecht von links nach rechts führt (von kleinen Auf- und Abbewegungen abgesehen). Es handelt sich also offenkundig um ein Diagramm zur Darstellung der Abweichungen der Planetenbahnen von der mittleren Sonnenbahn.

Da diese Art der Darstellung heute vor allem in der praktischen Beobachtung von Planeten Verwendung findet, würde der Interpret wahrscheinlich schon aufgrund dieser Sachlage vermuten, dass dieses Diagramm auf Beobachtungsdaten beruht. Überzeugen davon würde ihn schliesslich die Variante dieses Bildtyps, wie sie in Abbildung III.16 zu sehen ist. Der wesentliche Unterschied zum ersten Diagramm, welches etwa zwei Jahrhunderte vor dem zweiten entstand, ist die modifizierte Gestaltung der Kurven, die das Diagramm durchziehen. Diese haben nicht mehr alle eine Zick-zack-Form, sondern die im mittleren Bereich des Diagramms verbliebenen sind nun wellenförmig gezeichnet. Diese Veränderung wird dem heutigen Betrachter nicht nur keine Schwierigkeiten bei der Interpretation bereiten, sondern ihm darüber hinaus ein deutlicher Hinweis sein, dass diese Abbildungen von praktischen, beobachtenden Astronomen hergestellt

wurden. Denn die Kurvenform, die der heutige Betrachter als Abstände der Planeten von der mittleren Sonnenbahn identifizieren wird, entspricht den tatsächlich zu beobachtenden Werten bei den gut zu beobachtenden Planeten viel eher als die Zickzack-form. Und gerade bei diesen Planeten ist im neuen Diagramm die Wellenform eingeführt. Bei den Planeten, welche sich soweit von der mittleren Sonnenbahn entfernen, dass sie bei ihren weitesten Entfernungen nicht mehr zu beobachten sind, wird die Zick-Zack-Bahn beibehalten. Hier scheint demnach offensichtlich eine gut nachvollziehbare Verbesserung der Darstellung von Beobachtungsdaten vorzuliegen.

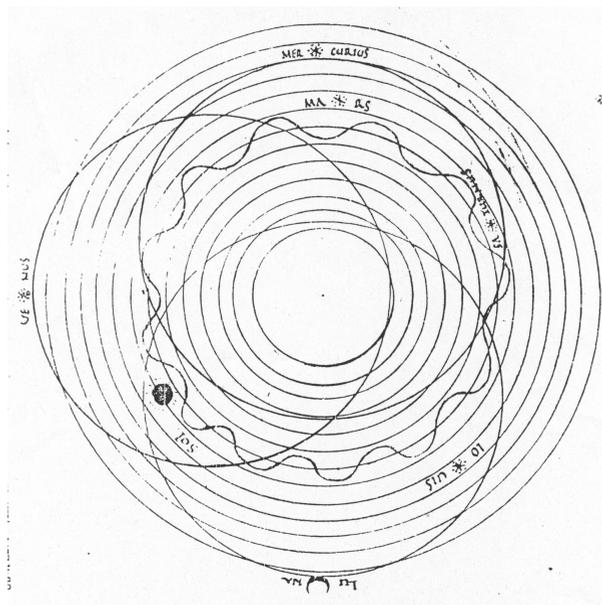


Abbildung III.17: Breiten-Diagramm (Plinius-Tradition). Bern Burgerbibliothek cod. 347, f.25r.

Dies sieht zunächst wie ein überraschender Fund bezüglich der bis heute umstrittenen Frage danach aus, welche Art von Himmelsbeobachtungen im frühen Mittelalter vorgenommen wurden. Ein Studium der anderen Bildtypen der Pliniustradition zeigt jedoch auch in diesem so eindeutig scheinenden Fall,

welche Vorsicht bei der Übertragung von heutigen theoretischen Vorstellungen und Begriffen auf mittelalterliche Zusammenhänge geboten ist.

Bruce Eastwood konnte zeigen, dass dieser Diagrammtyp sich aus einem Vorläuferdiagramm entwickelte, welches im wesentlichen denselben Gehalt hatte, mit dem Unterschied, dass die Kurven statt vor parallelen Geraden vor konzentrischen Kreisen abgebildet wurden (Siehe Abbildung III.17). Die Interpretation dieses Diagramms enthüllt eine ganz andere Sicht auf die Eigenschaften des rechteckigen Folgediagramms. Vor dem Hintergrund der Textstelle, zu welcher das Bild entstand, wird deutlich, dass der Gegenstand zwar sehr wohl Planetenbahnen sind, wenn auch ganz andere, als in der obigen Interpretation angenommen. Im kreisförmigen Diagramm stellen die Kurven die Breitenabweichungen der Planetenbahnen von der Ekliptik dar und nicht die Längenabweichungen von der mittleren Sonnenbahn, wie zuerst angenommen. Diese werden relativ zu einem Band von 6 Grad zu beiden Seiten der Ekliptik abgetragen, die entweder als Kreise oder mit Hilfe der 13 Geraden dargestellt werden. Die Sonnenbahn spielt hier als Referenzbahn keine Rolle. Die Angaben darüber, welcher Planet wie viel Grad des Bandes durchläuft, stammen aus dem Text und nicht aus der Beobachtung, wie man zunächst annehmen könnte und die oben konstatierte teilweise Modifikation der Planetenbahnen von Zickzack-Formen zu Wellenformen stellt demnach keine Verbesserung der Darstellung von Messdaten dar.

So zeigt sich auch in diesem Fall, dass es unabdingbar für eine fruchtbare Analyse der Ursachen für die Entstehung und Veränderung der Abbildungen ist, einen methodisch gesicherten Weg der vollständigen Erfassung des graphischen Gestaltungsmittel eines Bildes sowie einer sachgemässen Bestimmung von deren Bedeutung zu finden.

5 DIE FUNKTION DER BILDER

Warum entstanden die astronomischen Diagramme des Frühmittelalters? Nach dem die historischen Bedingungen ihrer Entstehung skizziert und die Frage nach ihrem Gehalt diskutiert wurde, ist es Zeit, sich der eigentlichen Fragestellung des Kapitels, die nicht zuletzt auch die Fragestellung der Arbeit ist, zuzuwenden. Aus einer Untersuchung des historischen Kontextes von Entstehung und Gebrauch der Bilder wird sich auf diese Frage, wie im ersten Teil des Kapitels deutlich wurde, keine zufrieden stellende Antwort gewinnen lassen können. Zu dürftig ist die Quellensituation, um auch nur die grössten Anhaltspunkte zuverlässig erschliessen zu können. Bleibt die Befragung der Diagramme selbst, inwieweit

ihr Gehalt Aufschluss über die Frage nach ihrer Funktion geben kann. Dass die zentrale Vorbedingung hierfür eine methodisch gesicherte Erschliessung des Bildgehaltes ist, konnte im vorangegangenen Abschnitt beispielhaft veranschaulicht werden.

Bleibt die eigentliche Frage dieses Kapitels zu klären: Wie ist es möglich, aus den Abbildungen selbst, eine sachgemässe Interpretation ihres Gehaltes vorausgesetzt, Erkenntnisse über die wissenschaftliche Funktion der Diagramme zu gewinnen? In einem ersten Schritt sollen in diesem Sinne verschiedene Kandidaten für mögliche Funktionen betrachtet werden, von denen die meisten in der Forschungsliteratur an Einzelabbildungen diskutiert und nachgewiesen sind. Bei den hier zur Debatte stehenden Studien handelt es sich durchgehend um Arbeiten, welche einzelne oder wenige Abbildungen zum Gegenstand haben.

5.1 SYNOPSIS

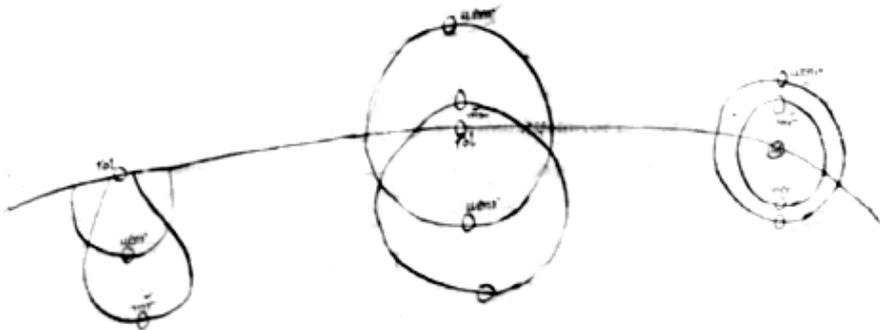


Abbildung III.18: Drei-Versionen-Diagramm (Capella-Tradition). Leiden Universitätsbibliothek, ms. Voss. lat. F.48, f. 92v.

Die wohl am häufigsten formulierte These bezüglich der Funktion der frühmittelalterlichen Planetendiagramme ist die Synthese von Eigenschaften verschiedener theoretischer Ausführungen zu einem Thema in einem synoptischen Diagramm. In seinem für die Geschichte der mittelalterlichen Planetenastronomie als klassisch zu bezeichnendem Aufsatz *The chaster path of Venus* hat Bruce Eastwood diese These an einem eindrucklichen Beispiel demonstriert (Siehe Abbildung III.18). Das Diagramm entstand zu Beginn des 9. Jahrhunderts, vermutlich in

einem im heutigen Frankreich liegenden Kloster am Ende eines Manuskriptes mit einem astronomischen Exzerpt aus Martianus Capellas *De Nuptiis*, zusammen mit verschiedenen anderen Diagrammen. Es steht im Zusammenhang mit einer Textestelle, welche, im Gegensatz zu den anderen im frühen Mittelalter bekannten Autoren, die Bewegung der inneren Planeten um die Sonne beschreibt.

Wie in Abbildung III.18 zu sehen ist, besteht das Diagramm eigentlich aus drei Diagrammen, welche durch eine bogenförmige Linie verbunden sind. Es handelt sich um drei Varianten der Bewegungen der inneren Planeten um die Sonne, wobei die verbindende Linie die Sonnenbahn darstellt, auf der sich die Sonne um die Erde bewegt (von rechts nach links): einmal in unterschiedlich grossen, konzentrischen Bahnen, einmal als sich schneidende Kreisbahnen gleicher Grösse und einmal in Form von an der Sonnenbahn hängenden Tropfen. Die Tatsache, dass der Zeichner der Diagramme verschiedene Varianten möglicher Bahnanordnungen für die inneren Planeten zeichnete ist als solches nicht verwunderlich, handelt es sich doch bei der entsprechenden Textstelle um eine äusserst missverständliche, undeutliche Beschreibung dieser Bahnen. Interessant ist vielmehr, dass die drei verschiedenen Konstruktionen verschiedenen bekannten Autoritäten zu diesem Thema zugeordnet werden: Beda, Plinius dem Älteren und Martianus Capella. Die Zuordnung findet nicht in der kombinierten Version über die drei Varianten, sondern in drei mit den drei Versionen identischen Einzeldiagrammen an anderen Stellen des Textes statt.¹⁷¹ Der Zeichner der Abbildung, welche die erste ihres Typs ist,¹⁷² versuchte offensichtlich die Angaben anderer Autoren zu den Bewegungen der inneren Planeten mit der bei Capella erwähnten Zirkumsolarität zu verbinden.¹⁷³ Das Resümee Eastwoods bezüglich der Funktion dieses Bildes ist dann auch entsprechend, dass diese darin besteht, zur Klärung eines unverständlichen Sachverhaltes in einer synoptischen Sicht die Angaben anderer Autoritäten hinzuzuziehen, um zu einem kohärenten Bild des Kosmos und seiner Bestandteile zu gelangen.

5.2 KLÄRUNG DES TEXTGEHALTS

Bei dem in Abbildung III.19 gezeigten Bild liegt der funktionale Schwerpunkt laut Eastwood auf einem anderen Aspekt: Hier geht es weniger um die bewusste synoptische Darstellung verschiedener Aspekte zu einem Thema, sondern dar-

¹⁷¹Eine genaue Beschreibung der Einzeldiagramme sowie deren Zuordnung zu drei Autoren findet sich in Eastwood (2000a), S. 6 f.

¹⁷²Vgl. Eastwood (2000a), S. 9.

¹⁷³Eastwood (2000a), S. 4 ff.

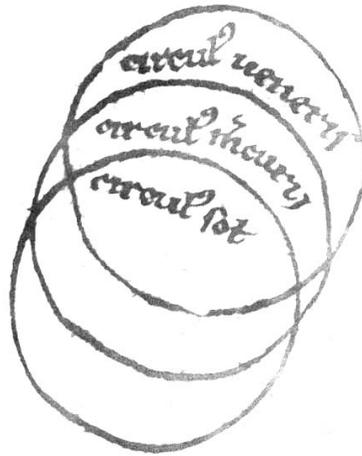


Abbildung III.19: Venus/Merkur-Diagramm (überlagert). Leiden Universiteitsbibliotheek, Ms. BPL 168, f.35v.

um, eine korrekte, in sich stimmige Interpretation eines Textes zu entwickeln. Abbildung III.19 entstand im 11. Jahrhundert zu einer Passage eines Macrobius-Exzerptes, welche ebenfalls die Anordnung der Planeten um die Erde behandelt. Zwei Ordnungen werden hier diskutiert: die *Caldäische Ordnung*, welche die inneren Planeten oberhalb der Sonne plaziert und die *Ägyptische Ordnung*, welche Venus und Merkur unterhalb der Sonne anordnet.¹⁷⁴ Der Zeichner des Diagramms scheint der Ansicht gewesen zu sein, dass dies kein Widerspruch sein müsse, und entwickelte in seinem Diagramm eine Interpretation des Textes, welche beiden Ordnungen gerecht wird: Die Bahnen von Sonne, Merkur und Venus sind hier in einer Reihe von unten nach oben so angeordnet, dass sie sich schneiden und doch einen gemeinsamen Innenraum haben, um den sie sich bewegen (für Erde und Mond). Dadurch ergibt sich, dass die Bahnen von Venus und Merkur teils oberhalb und teils unterhalb der Sonnenbahn zu liegen kommen und beiden im Text erwähnten Ordnungen Rechnung getragen wird.¹⁷⁵

¹⁷⁴Vgl. hierzu Graßhoff & Eastwood (2003b), S. 23.

¹⁷⁵Vgl. hierzu auch die Beschreibung dieses Bildtyps in Anhang 1.

Funktion des Diagramms ist es in diesem Fall, so Eastwood, den Gehalt eines Textes, der ohne das Bild unklar ist, zu klären. Es geht hier also weder darum, den Textgehalt mit anderen Texten in Beziehung zu setzen, noch ihn durch zusätzliche Informationen zum verhandelten Sachverhalt (Beobachtung) zu ergänzen, sondern es soll zunächst nur geklärt werden, was der Inhalt des Textes ist, unabhängig, ob dieser Inhalt richtig oder falsch ist, bzw. in welchem Bezug er zu anderen Texten steht.

Eine Funktion, von welcher oft die Rede ist, ist ebenfalls unter den Aspekt der Klärung einzuordnen: die Didaxe.¹⁷⁶ Denn ob eine schlüssige Interpretation des Textes entwickelt wird, um ihn Studenten begreiflich zu machen, oder um die eigenen Schwierigkeiten zu lösen, wird im bildlichen Ergebnis nicht zu unterscheiden sein.

5.3 KORREKTUR

Neben diesen beiden Kandidaten für Diagrammfunktionen, welche an Einzelfällen entwickelt und häufig von Arbeiten verschiedenster Art über das frühe Mittelalter, bzw. piktorale Quellen in der Wissenschaftsgeschichte aufgegriffen werden, ist noch eine weitere Funktion von Bildern denkbar. Vorstellbar wäre zum Beispiel, dass ein Diagramm den Text, zu dem es entsteht, an einer bestimmten Stelle korrigiert. Sei es, dass ein Zeichner persönlich ein anderes Verständnis des Textes hat, sei es, dass die Korrektur zu einem Zeitpunkt vorgenommen wird, an welchem die wissenschaftliche Entwicklung, etwa durch den ab dem 11. Jahrhundert einsetzenden Wissenstransfer aus dem Arabischen, in einer Weise fortgeschritten ist, so dass bestimmte in den alten Texten enthaltene Aussagen sich als falsch erwiesen haben.

Ebenfalls denkbar ist die Korrektur des Textes aufgrund von neuen Beobachtungsdaten. Wenn etwa bestimmte Angaben über Periodizitäten oder Bahnverläufe im Text sich aufgrund neuer Messungen nicht als korrekt erweisen, wäre es vorstellbar, dass diese anhand von Diagrammen in die Kommentierung des Textes eingehen, wenn sich das Diagramm als das geeignete Medium dafür erweist.

¹⁷⁶Graßhoff & Eastwood (2003*a*), S. 19.

6 KONSEQUENZEN

6.1 BILDTHEORIE

Die wissenschaftliche Verwendung der astronomischen Abbildungen im frühen Mittelalter ist aus dem wenigen, was an hierfür relevanten Quellen aus dieser Epoche zur Verfügung steht, kaum zu rekonstruieren. Das ergab die Skizzierung der Entstehungskontexte der Bilder. Es bestehen weder gesicherte Kenntnisse darüber, wer die Zeichnungen wo und in welchem institutionellen Rahmen produzierte, noch über ihre Verwendung, sei es bei der Entstehung der ersten Abbildung eines Typs oder bei der Herstellung von Reproduktionen zu einem späteren Zeitpunkt.

Somit ist man bei der Rekonstruktion der wissenschaftlichen Funktion der Bilder, zu welchem Zeitpunkt auch immer, auf die Analyse des Bildgehalts selber verwiesen. Wie schwierig und fehleranfällig eine solche Interpretation der graphischen Gestaltungsmittel im Einzelfall ist, konnte im Abschnitt über die Bedeutung der Bilder an verschiedenen Beispielen demonstriert werden.

Als eine erste Konsequenz der vorangegangenen Abschnitte für die Fragestellung der Arbeit folgt hieraus die Notwendigkeit einer methodisch reflektierten Herangehensweise bei der Interpretation der Diagramme, welche eine präzise Erfassung der verwendeten graphischen Darstellungsmittel und des wissenschaftlichen Gehaltes sicherstellt. Gefordert ist hier eine theoretisch fundierte Methode zur Interpretation wissenschaftlicher Abbildungen, welche in der Lage ist, die zum Teil sehr feinen inhaltlichen Unterschiede der Bilder präzise zu erfassen und sie somit einer historischen Interpretation zugänglich zu machen.

6.2 DIE NOTWENDIGKEIT DES GESAMTMATERIALS

So interessant die Diagnosen bezüglich der Funktion der Diagramme in dem untersuchten Einzelfällen sind, bleiben sie doch in ihrer Aussagekraft auf den jeweiligen Einzelfall beschränkt. Allgemeine Aussagen über die Funktionen der Diagramme erlauben sie nicht. Der Grund dafür ist, dass die Analyse von Einzelbildern in dreifacher Hinsicht nicht ausreichend repräsentativ ist, um Aussagen von grösserer Tragweite über die wissenschaftliche Funktion der Abbildungen zu legitimieren.

UNGENÜGENDE DATENBASIS

Zunächst einmal ist die Zahl der untersuchten Abbildungen von 1-10 Abbildungen, wie sie bislang vorliegen, schlicht zu klein, um bei einem überlieferten Bildbestand von etwa 700 Diagrammen aus fünf Jahrhunderten Schlüsse über den

Einzelfall hinaus zu ziehen. Dies gilt umso mehr, als die schon aus den wenigen Einzelstudien sich ergebende Bandbreite an konstatierten Funktionen der Bilder zeigt, dass eine so begrenzte Fallmenge nicht geeignet ist, über den Einzelfall hinaus Aussagen über die Funktionen der Abbildungen in der Astronomie des frühen Mittelalters zu machen.

AUSNAHMEN BEVORZUGT

Hinzu kommt, dass die Tragweite der Ergebnisse solcher Einzelstudien zusätzlich dadurch eingeschränkt wird, dass bei diesen verständlicherweise solche Abbildungen im Vordergrund stehen, die bezüglich ihrer Bedeutung und Funktion dem Wissenschaftshistoriker am vielversprechendsten zu sein scheinen. Das Interesse richtet sich hier in der Regel nicht auf möglichst repräsentative Abbildungen, sondern auf solche, die aufgrund ihrer Entstehungszeit, ihres auffälligen Gehaltes oder ihrer Einzigartigkeit wegen sich von der Masse der Abbildungen abheben. Eine Abbildung wird Gegenstand einer historischen Analyse, weil sie die erste ihres Typs ist, weil sie offensichtlich eine Synthese aus zwei unterschiedlichen Abbildungen darstellt oder schlicht, weil sie in ihrer Art einzigartig ist. Eine Untersuchung mit dem Anspruch auf generelle Aussagen über die Verwendung der Diagramme muss jedoch das Augenmerk insbesondere auf die Abbildungen lenken, welche typisch für den Abbildungsbestand sind.

SYSTEMATISCHE EINSEITIGKEIT

Die wohl einschneidendste Einschränkung der Repräsentativität der Arbeiten über eine oder einige wenige Abbildungen ist die Tatsache, dass auf diese Art der grösste und interessanteste Teil der Diagramme systematisch ausgeschlossen wird. Denn die existierenden Untersuchungen einzelner Diagramme und ihrer Funktionen beschäftigen sich in den meisten Fällen eher mit Diagrammtypen denn mit Einzeldiagrammen, da sie ausser acht lassen, dass zu jedem Diagrammtyp eine Vielzahl von Varianten existieren, welche sich meist leicht voneinander unterscheiden. Zu diesen Änderungen der meist nur ungenau datierten Diagramme ist dem Historiker der Zugang jedoch solange verwehrt, wie er nicht in der Lage ist, die Kopien einzuordnen in Kopierverhältnisse, welche die Identifizierung einzelner Kopierschritte ermöglichen.

6.3 HISTORISCHE ABHÄNGIGKEITEN

Ohne eine solche Etablierung genealogischer Strukturen im Diagrammmaterial ist eine Untersuchung der Diagramme auf die Untersuchung einzelner Bildtypen beschränkt, da es für den Historiker in den meisten Fällen keinen grossen

Unterschied macht, welches der Diagramme eines Typs er analysiert. Die Unterschiede zwischen den Diagrammen und damit die Einzeldiagramme werden erst interessant, wenn sie im Zusammenhang mit ihrer Vorlage gesehen werden können, von der sie kopiert wurden. Systematische Aussagen über die wissenschaftliche Funktion der Diagramme über das gesamte Frühmittelalter hindurch sind erst möglich, wenn das gesamte Diagrammmaterial in die Untersuchung einbezogen werden kann, was wiederum eine Rekonstruktion der historischen Abhängigkeitsverhältnisse voraussetzt. Eine notwendige Bedingung für eine solche Untersuchung ist es also, dass eine ausreichende Menge an solchen historischen Abhängigkeitsverhältnissen etabliert werden kann, um eine repräsentative Quellenbasis über das gesamte frühe Mittelalter hindurch zu gewinnen.

An einem Beispiel kann dies verdeutlicht werden.

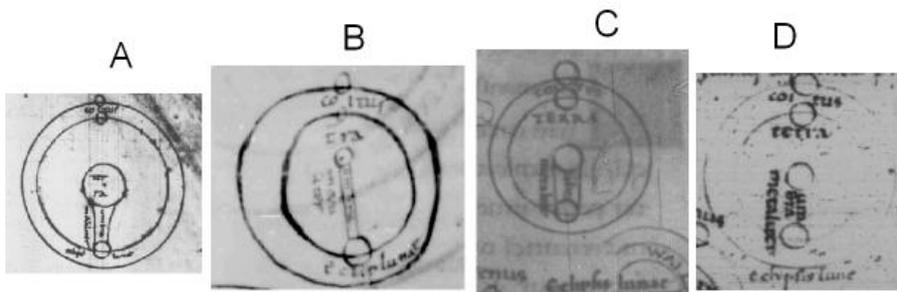


Abbildung III.20: Vier Varianten des Eclipsis-Diagramms. Von links nach rechts: Paris BN 8671, f. 84r; Leiden UB Voss. F.48, f. 79r; Venezia BN XIV.35, f. 143r; Firenze BL Plut. 51.13, f. 128 v.

Es handelt sich in Abbildung III.20 um vier Varianten eines Diagrammtyps. Sie unterscheiden sich nur unwesentlich: Auf zwei konzentrischen Kreisen sind vertikal vier kleine Kreise angebracht, ergänzt durch einen kleinen Kreis in der Mitte des Bildes. Dieser ist wiederum durch zwei Geraden verbunden mit dem kleinen Kreis direkt unter ihm. Gegenstand der Abbildungen ist die Entstehung von Finsternissen. Die Abbildungen sind nur sehr ungenau datiert: A und B stammen aus dem 9. Jahrhundert, die Abbildungen C und D aus dem 15. Jahr-

hundert. Es ist also sowohl möglich, dass die Zeichnungen jeweils aus demselben Jahrhundert in einem Kopierverhältnis stehen, als auch die später entstandenen Abbildungen von den früheren abstammen können, als auch ein Mischfall aus beiden Varianten möglich ist. Weiterhin ist ungeklärt, in welche Richtung der Kopierprozess verlaufen ist.

Einer der kleinen Unterschiede zwischen den Bildern ist zum Beispiel die Form der Geraden in Bild A sowie der fehlende Schriftzug *eclipsis lunae* in Abbildung C. Bis auf weiteres sind jedoch drei der vier Bilder für eine wissenschaftshistorische Analyse unbrauchbar, da die Unterschiede nicht in ein Verhältnis zum Bildgehalt gesetzt werden können, solange die Kopierbeziehungen nicht geklärt sind. Das gilt insbesondere für die vielen kleinen Abbildungsänderungen, welche noch dazu oft aus demselben Jahrhundert stammen. Je nach dem, welches Bild von welchem abstammt, bekommt jede Änderung eine andere Bedeutung. Erst

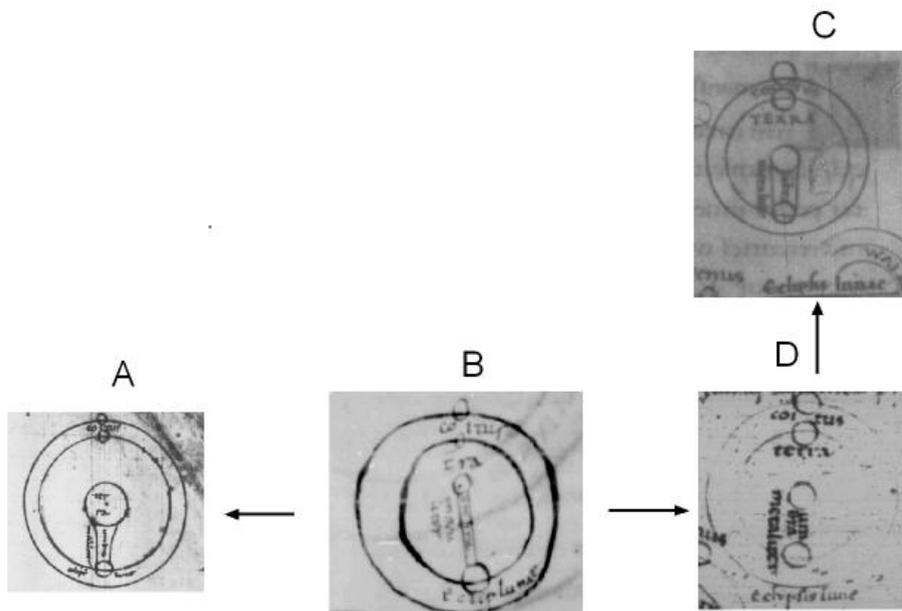


Abbildung III.21: Kopierrelationen der vier Eclipsis-Diagramme. Die Pfeile stehen für Kopierbeziehungen (Pfeil=Kopierrichtung).

durch die Kenntnis der genealogischen Relationen zwischen den Zeichnungen, wie sie beispielhaft in Abbildung III.21 vorgenommen wurde, können alle vier Abbildungen zum Gegenstand der historischen Analyse werden. Auf der Grundlage der Kopierrelationen kann beispielsweise der Umstand, dass Abbildung A die Geraden in der Vorlage durch geschwungene Linien ersetzt, historisch interpretiert werden.

6.4 KORRUPTION UND INTENTION

Sieht man sich die zweite der beiden erwähnten Unterschiede in den Bildern an, ergibt sich ein weiteres Problem, welches gelöst werden will, bevor eine historische Analyse der wissenschaftlichen Verwendungsweise der mittelalterlichen Abbildungen in Angriff genommen werden kann. Denn bei der Integration des Schriftzuges *eclipsis lunae* in ein darunterliegendes Diagramm über die saisonabhängigen Tageslängen handelt es sich offensichtlich um einen Fehler des Kopisten. Sei es aufgrund von Unkenntnis des Diagrammgehaltes, sei es durch Unaufmerksamkeit: Der Kopist verwechselte aufgrund der Nähe zu einem weiteren Diagramm, zu welchem Bild der Schriftzug gehört.

Für eine Untersuchung der wissenschaftlichen Funktion der Bilder, wie sie in dieser Arbeit vorgesehen ist,¹⁷⁷ sind jedoch nur solche Bildveränderungen interessant, welche bewusst von einem Zeichner vorgenommen wurden. Daher müssen im Gegensatz zu intendierten Änderungen, welche das Ergebnis einer inhaltlichen Auseinandersetzung mit der Bedeutung eines Bildes sind, Bildmodifikationen, die auf Fehler oder Korruption beruhen, aussortiert werden.

Dies ist eine weitere Anforderung an eine Arbeit mit der genannten Fragestellung: eine methodisch reflektierte Unterscheidung intendierter Bildveränderungen von solchen, die das Ergebnis von Fehlern oder Unkenntnis des im Bild verhandelten Sachverhaltes sind.

7 FRAGESTELLUNG UND AUFBAU DER ARBEIT

Hieraus ergibt sich für die Arbeit eine zweigeteilte Fragestellung:

- (i) Lassen sich methodische Verfahrensweisen finden, die es ermöglichen, das zur Verfügung stehende Bildmaterial für die historische Analyse in den folgenden Hinsichten zu bearbeiten:

¹⁷⁷Gemeint ist eine Herangehensweise, welche nur bewusst durchgeführte, intendierte Veränderungen untersucht. Selbstverständlich wären auch andere Ansätze denkbar, wie etwa eine Erkundung des mittelalterlichen Denkens anhand einer Analyse der Fehler.

- Rekonstruktion der historischen Abhängigkeiten unter den Abbildungen (Kopierbeziehungen).
 - Unterscheidung intendierter Bildveränderungen von Fehlern oder Korruption des Materials.
 - Nachvollziehbare Präsentation des umfangreichen Evidenzmaterials für die Ergebnisse der Arbeit (Elektronische Publikation).
- (ii) Welchen Gehalt und welche wissenschaftlichen Funktionen hatten die astronomischen Diagramme des Frühmittelalters? Dazu gehören die Fragen:
- Was leisteten die Bilder bei ihrer Auseinandersetzung mit den antiken Texten im Gegensatz zum Medium der Schrift?
 - Waren auch die unzähligen Kopien eines Bildtyps noch Gegenstand inhaltlicher Auseinandersetzung mit den Diagrammen?
 - Ist es möglich eine historische Entwicklung der wissenschaftlichen Verwendungsweise der Bilder über den Untersuchungszeitraum von etwa 400 Jahren zu zeichnen?

Damit ergibt sich folgender Aufbau für die Arbeit:

- Im Anschluss an dieses einführende Kapitel folgt zunächst die Vorstellung der Evidenz-Präsentation in Form einer speziell zu diesem Zweck entwickelten elektronischen Publikationform. Neben der Darstellung der technischen Seite des Programms wird hier eine Einführung in die verschiedenen Eigenschaften des Programms sowie seine Handhabung gegeben.
- Nun folgt die Entwicklung eines Verfahrens zur Rekonstruktion von Kopierrelationen innerhalb einer Gruppe von Reproduktionen eines Bildtyps. Den meisten Raum nimmt hierbei die theoretische Begründung des methodischen Vorgehens sowie die Darstellung von dessen praktischer Umsetzung anhand von Beispielen ein. Am Ende des Kapitels folgt die Auswertung der Anwendung des Verfahrens auf das Untersuchungsmaterial.
- Das nächste Kapitel ist der letzten zu bewältigende Etappe vor der eigentlichen historischen Bildinterpretation gewidmet: der Unterscheidung von unintendierten Kopierfehlern oder Veränderungen, welche auf Materialmängel bzw. Schäden zurückzuführen sind von solchen Änderungen, die

bewusst und mit einer bestimmten Intention ausgeführt wurden. Auf die Darstellung der methodischen Überlegungen, auf welche das Verfahren basiert, folgen die Ergebnisse der Anwendung desselben auf alle im vorigen Kapitel etablierten einzelnen Kopierschritte.

- Im sechsten Kapitel laufen die in den vorangegangenen Teilen der Arbeit verfolgten Fäden zusammen. Nun steht ein Katalog von einzelnen intendierten Veränderungsschritten aus sechs Jahrhunderten zur Auswertung zur Verfügung. Nachdem eingangs die im zweiten Kapitel geforderte bildtheoretisch begründete Methode der Interpretation wissenschaftlicher Abbildungen erörtert und eingeführt wird, folgt die Analyse des Gehalts und der Funktion der Diagramme. Ziel ist es hier, auf der Grundlage einer systematischen Analyse des Bildgehaltes aller zur Verfügung stehenden Bildtypen grundlegende Funktionen der Bilder zu identifizieren.
- Im siebten Kapitel folgt die Analyse der Abbildungsveränderungen. Die Leitfrage ist hierbei, ob es möglich ist, aufgrund der etablierten Veränderungsschritte Erkenntnisse über den Umgang mit den Bildern in den Jahrhunderten nach ihrer Entstehung zu gewinnen. Anschliessend wird eine Differenzierung der gewonnenen Erkenntnisse über die Motive der Veränderungen bezüglich ihrer Verteilung über den Untersuchungszeitraum vorgenommen. Ziel ist es hierbei, eine historische Entwicklung der Auseinandersetzung mit den Abbildungen in der Zeit vom 9. bis 13. Jahrhundert zu zeichnen.

Kapitel IV

DAS PROBLEM DER EVIDENZ UND COMPAGO

1 ABBILDUNGEN ALS QUELLENMATERIAL

Das vorangegangene Kapitel ergab, dass die für das Projektziel notwendige Aufarbeitung des Bildmaterials drei Schritte umfasst:

- (i) Die Etablierung der Kopierbeziehungen unter den Diagrammen eines Bildtyps, wobei ein Bildtyp alle zur Verfügung stehenden Kopien eines bestimmten Bildes umfasst.
- (ii) Die Unterscheidung von intendierten und theoretisch reflektierten Bildveränderungen von unbeabsichtigten Veränderungen, die auf Korruption, Unverständnis des Kopisten oder fehlerhaftes Kopieren zurückzuführen sind.
- (iii) Die Untersuchung aller intendierten Veränderungen hinsichtlich der Kriterien, nach denen sie vorgenommen wurden.

Arbeiten, deren Gegenstand die Untersuchung eines so umfangreichen Bildmaterials ist, sind in den Geisteswissenschaften bislang nicht üblich. Ein Grund dafür ist die Schwierigkeit, die Evidenz für die erzielten Forschungserträge in angemessener Form zu präsentieren. Schon alleine die Präsentation der etwa 700 Einzelabbildungen sprengten den Rahmen dessen, was in herkömmlicher Form als Anhang präsentiert werden könnte. Und damit wäre in diesem Fall auch noch nicht viel gewonnen, da im Verlauf der Arbeit an dem Projekt immer deutlicher wurde, dass der wesentliche Teil der Evidenz für die hier angestrebten Ergebnisse in Bildpaaren bestehen würde, welche unter verschiedenen Aspekten verglichen werden. Das bedeutet, dass den Hunderten von Abbildungen, bzw. Tausenden von Abbildungspaaren (2688), welche im Rahmen der Arbeit verglichen und besprochen werden, Erläuterungen und Kontextinformationen beizustellen sind, da die Bilder, wenn sie isoliert präsentiert werden, wenig aussagekräftig sind. Die oft minimalen, aber doch relevanten Modifikationen sind ohne eine vergleichende, erläuterte Gegenüberstellung der Diagramme nicht zu erfassen.

Damit ergab sich die Bereitstellung einer Präsentationsform, welche dieses Problem der Bereitstellung der Evidenz in einer ausreichend übersichtlichen und umfassenden Form löst, als integraler Bestandteil der Arbeit.¹

Es ermöglicht durch die Nutzung digitalisierter Quellen den Zugriff auf einen ungleich grösseren Bestand an Dokumenten als herkömmliche wissenschaftliche Publikationsformen. Das gesamte Quellenmaterial der als Mikrofilm-Sammlung vorliegenden Eastwood-Collection wurde zu diesem Zweck mit einem Mikrofilm-Scanner gescannt (ca. 40 000 Manuskriptseiten). Damit werden erstmals grosse, systematisch zusammengestellte Bestände von Abbildungen in methodisch befriedigender Form als Quellenmaterial nutzbar.²

Die Anforderung an das zu entwickelnde Programm war es, grosse, systematisch zusammengestellte Bestände von Abbildungen in methodisch befriedigender Form als Quellenmaterial nutzbar zu machen. Dabei geht es nicht nur darum, die Quellen als solche öffentlich zugänglich zu machen, sondern das Programm muss zudem verschiedene, für die Fragestellung des Projektes unabdingbare Werkzeuge zu ihrer Bearbeitung bereitstellen:

- Die Bilder müssen sowohl in einer Einzelansicht aufzurufen sein, als auch in einem Vergleichsbildschirm, der die direkte Gegenüberstellung zweier Bilder erlaubt. Verschiedene Zoom-Funktionen und Skalierungstools müssen die eingehende Untersuchung auch kleinster Details ermöglichen.
- Zusätzlich zur Bildpräsentation sind Textfelder für analysierende und erklärende Kommentare erforderlich.
- Für bestimmte Fragestellungen relevante Bildaspekte müssen markierbar sein, damit in kommentierenden Erläuterungen auf diese Bezug genommen werden kann.

¹Das Programm wurde gemeinsam mit Kärin Nickelsen und Prof. Gerd Grasshoff im Rahmen des vom Schweizer Nationalfonds geförderten Projektes *Geschichte, Gehalt und Veränderungen wissenschaftlicher Abbildungen* unter der Leitung von Prof. Gerd Grasshoff entwickelt, in welchem auch diese Arbeit entstand. An der Programmierung waren Daniel Engler, Robert Gordesch und Christian Luginbühl beteiligt. Der Einstieg in das Programm erfolgt über die Internet-Seite: <http://penelope.unibe.ch/docuserver/compago/index.html>.

²Vergleiche auch das zweite Dissertationsprojekt im Rahmen des SNF-Projektes *Geschichte, Gehalt und Veränderungen wissenschaftlicher Abbildungen* über botanische Abbildungen. Eine detaillierte Einführung kann von der Homepage von COMPAGO mit dem Button *Botanikprojekt* aufgerufen werden.

Bevor im einzelnen beschrieben wird, wie die Evidenz für die verschiedenen Arbeitsschritte in den Bildschirmen von COMPAGO nachvollzogen werden können und welche Funktionen dabei zur Verfügung stehen, wird in den folgenden beiden Abschnitten der Zusammenhang von COMPAGO und DIGILIB sowie die technische Realisierung der für COMPAGO relevanten Komponenten erläutert.

2 COMPAGO UND DIGILIB

Das Programm COMPAGO³ stützt sich weitgehend auf die Technologie, welche im Rahmen des umfassenden Projektes zum Aufbau einer digitalen Bibliothek zu Themen der Wissenschaftstheorie und -geschichte, der DIGITAL DOCUMENT LIBRARY entwickelt und genutzt wird.⁴ Mit dieser sollen ein nachhaltiges und umfassendes Archiv digitaler Quellen aufgebaut sowie Techniken und Arbeitsmittel bereitgestellt werden, die eine dauerhafte und vielseitige Nutzung der Quellen ermöglichen.⁵ Hauptanliegen ist es hier, die Nutzung von Dateien, die sowohl unterschiedliche Formate haben, als auch von verschiedener Qualität und Grösse sind, über das Internet in einer Oberfläche verfügbar zu machen.

Die technische Lösung dieses Problems ist die zentrale Programmkomponente DIGILIB. Diese ermöglicht unter Verwendung von Standardschnittstellen den Aufruf digitalisierter Quellen verschiedenster Art über das Internet. COMPAGO bedient sich bei der Darstellung und Bearbeitung von Abbildungen (z. B. beim Markieren einzelner Bildpunkte) der Technik von DIGILIB.

Die in dieser Arbeit verwendeten Graustufenbilder setzen zwei nur schwer zu vereinbarende Anforderungen an ein Programm zu ihrer Darstellung und Bearbeitung voraus: Einerseits sind die Bilder in einer möglichst hohen Auflösung zu speichern, um die Untersuchung auch feinsten Details zu ermöglichen; andererseits ist die Dateigrösse zu minimieren, um eine hohe Übertragungsgeschwindigkeit bei begrenzter Speicherkapazität auf der Client-Seite aufrecht zu erhalten. DIGILIB löst das Problem folgendermassen: Die teils sehr grossen Bilder im JPEG-Format werden dem Nutzer nicht direkt übermittelt, sondern der Aufruf der Dokumente erfolgt indirekt, indem das Programm die Dateien individuell auf die passende Grösse umrechnet. Je nach Abfrage wird entweder eine niedriger

³Dieses Kapitel basiert zu grossen Teilen auf der umfassenden Einführung in das Programm und seine Nutzung. Vgl. Graßhoff et al. (2001).

⁴Die DIGITAL DOCUMENT LIBRARY entsteht am Lehrstuhl für Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftstheorie der Universität Bern in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin.

⁵Für eine ausführliche Beschreibung des Projektes siehe Graßhoff et al. (2001), S. 21 ff.

aufgelöste Variante des Bildes vom Server an den Client übertragen oder ein entsprechend kleinerer Bildausschnitt in einer höheren Auflösung.

Standardmässig werden die Graustufenbilder zunächst als Gesamtansicht aufgerufen, deren Skalierung sich nach dem Format des Browser-Fensters richtet. Möchte man eine bestimmte Stelle des Bildes in höherer Auflösung betrachten, sendet DIGILIB einen entsprechenden Befehl an den Server. Dieser kopiert den gewünschten Bereich aus dem Originalbild, skaliert ihn auf eine für den Nutzer sinnvolle Auflösung und schickt den so bearbeiteten Bildausschnitt zurück. Das System auf der Seite des Bildbetrachters muss daher mit dem System der Datenübertragung auf der Seite des Servers eng kooperieren. Dem Nutzer bleibt der komplexe Zusammenhang zwischen den einzelnen technischen Komponenten weitgehend verborgen: Er bedient lediglich die Buttons auf der Nutzeroberfläche. Diese erzeugen Befehle, die an den Server übertragen werden, der seinerseits das aktuell geladene Bild erkennt und nach Bedarf eine neue Kopie der Vorlage berechnet und zurück an den Client schickt. Da auf diese Weise nicht die grossen Originalbilder, sondern nur Dateien sehr begrenzte Grösse über das WWW verschickt werden, sind die technischen Anforderungen auf Nutzerseite gering: Ein Standard-Browser auf einem durchschnittlich leistungsfähigen Computer genügt, um Bilder wie auch Texte mit grosser Effizienz abfragen und betrachten zu können.

Ein weiterer Vorzug von DIGILIB ist die Möglichkeit von anderen Dokumenten oder Programmen auf einzelne Quellenseiten zuzugreifen. Dazu stellt DIGILIB eine spezielle Referenzfunktion bereit, die Internetadressen erzeugt, welche die gewünschte Text- oder Bilddatei spezifizieren. Diese Internetadressen können als Link in andere Dokumente und Programme eingefügt werden. Auch Verweise auf bestimmte Ausschnitte einer Seite sind möglich, wenn diese zuvor in DIGILIB oder COMPAGO definiert wurden. Die zusätzliche Information wird ebenfalls über die entsprechende Internetadresse (URL) definiert. Der Aufruf der URL über das Internet wird von dem Documentserver beantwortet, indem er *on the fly* eine Ansicht des DIGILIB Bildschirms generiert, in dem das gewünschte Dokument erscheint.

3 TECHNISCHE REALISIERUNG

Das System der DIGITAL DOCUMENT LIBRARY, wozu auch COMPAGO gehört, ist also hybrid organisiert: Die Verwaltung der Datenbestände und ihre effiziente Aufbereitung erfolgt auf Seiten des Servers, während die individuelle

Bearbeitung der Bilder und die daraus resultierenden Zusatzinformationen ausschliesslich auf der Client-Seite verbleiben.

SERVER

Die Bilddateien werden auf einem Unix-Rechner verwaltet. Dabei werden die Vorzüge eines Reiser-Filesystems genutzt, das mehrere Festplatten logisch zusammenführt und für den Nutzer als eine einzige Platte erscheinen lässt. Auf dem Rechner ist ein Apache-Webserver installiert, der Java-Servlets betreiben kann. Die Bearbeitung der Bilddateien erfolgt direkt auf dem Server. Das Servlet erfüllt dabei folgende Aufgaben:

- (i) Der Server erhält vom Client die Information über die Grösse des Fensters, in welches ein hoch aufgelöstes Bild skaliert werden soll. Das Servlet führt die Skalierung auf das entsprechende Format durch und erzeugt in weniger als einer Sekunde ein passendes Bild geringer Dateigrösse (weniger als 100 KB), das an den Client übertragen wird.
- (ii) Neben der Skalierungsfunktion besitzt das Servlet die Fähigkeit, Bildteile auszuschneiden und – ebenfalls skaliert – an den Client zu übergeben. Es benötigt dazu Informationen über das (rechteckige) Feld, das aus dem Bild herausgeschnitten werden soll. Dieses Feld definiert der Client nach seinen Wünschen.
- (iii) Weitere Funktionen des Servers, die noch zu implementieren sind, betreffen die Verwaltung von Zugriffsrechten. Mit diesen soll sicher gestellt werden, dass die Verteilung von Bilddateien nach unterschiedlichen Berechtigungsstufen erfolgt.

Die meisten Zusatzdaten, wie etwa die Koordinaten der Bildmarkierungen, sind individuell und müssen auch dann nicht zentral verwaltet werden, wenn sie als weltweite Publikation anderen Nutzern zugänglich gemacht werden sollen. Über verschiedene Kommunikationswege (Verteilung von Textdateien, Zugang zu WWW-Seiten mit entsprechenden Links) lassen sie sich hinreichend einfach verbreiten und verwalten.

CLIENT

Alle Bildbetrachtungs- und Verwaltungsfunktionen auf der Seite des Clients erfolgen im Browser. Zugrunde gelegt werden die internationalen Standards des

DHTML und Javascript, die derzeit in bester Annäherung mit dem Netscape-Browser erreicht werden. Wir haben unsere Entwicklung deshalb zunächst auf diese Plattform ausgerichtet.⁶

Die Grösse des Bildausschnitts, die angeforderte Gesamtgrösse des Bildes sowie die Koordinaten eventueller Markierungen werden nicht zentral verwaltet. Diese Informationen können über die URL des Bildaufrufs gespeichert werden. Der Nutzer startet eine HTML-Seite, die mit Javascript-Programmen ausgestattet ist. Diese können die entsprechende URL erzeugen und auswerten und damit den Bildausschnitt und die Markierungen des Bildes festlegen und reproduzieren. All diese Informationen bleiben somit vollständig auf der Seite des Clients. Sie werden in den URLs eindeutig gespeichert und können somit in jedes andere Programm integriert werden, das zur Verwaltung von URLs in der Lage ist.

BILDFORMATE

Für bitonale Grafikdateien verwendet DIGILIB das GIF-Format und für die innerhalb von COMPAGO vor allem betroffenen Graustufenbilder das JPEG-Format. Eine Reihe von Tests zeigten, dass die Informationsverluste, die bei der Kompression der Bilder durch das JPEG-Format entstehen, für unsere Zwecke toleriert werden können. Die Verluste müssen abgewogen werden gegenüber den Grenzen des Speichervermögens eines File-Servers. Grundsätzlich wurde aber die Entscheidung für ein bestimmtes Bildformat davon abhängig gemacht, eine möglichst nachhaltige Speicherung der digitalen Quellen zu erreichen. Die Dateigrösse eines Einzelbildes liegt im komprimierten JPEG-Format zwischen 1.5 und 5 MB.⁷

4 DIE BILDSCHIRME VON COMPAGO

Die gesamte Evidenz für jeden einzelnen Bildvergleich kann mit COMPAGO nachvollzogen werden. Dazu kann jede Abbildung mit Kontextinformationen über die Entstehungszeit, die bibliographischen Referenzen sowie zum Werk und zu der Textstelle, zu welcher es entstand, aufgerufen werden. Es wurden über 1500 Beschreibungen von Bildvergleichen angefertigt sowie etwa 25 000 Datenbankeinträge getätigt und in das Programm eingespeist. Wie der Leser dieser Arbeit Zugang zu diesen Informationen findet, welche Möglichkeiten ihm

⁶Optimale Performanz bieten derzeit Netscape-Versionen ab 4.5. Eine Erweiterung des Systems auf die gängigen anderen Browser-Technologien einschliesslich der Möglichkeit von WWW-Zugriffen über PDAs sind geplant.

⁷Weitere Technische Details finden sich im Anhang A.

das Programm bietet, neben dem Nachvollzug der Evidenz selbstständig das Bildmaterial unter verschiedensten Kriterien zu erkunden, wird in den folgenden Beschreibungen der einzelnen Bildschirme des Programms und ihrer Funktionen erläutert.

4.1 DER BILDVERGLEICH – DIE ZENTRALE FUNKTION DES PROGRAMMS

Der überwiegende Teil der Evidenz für die Thesen der vorliegenden Arbeit besteht aus Bildpaaren, welche unter verschiedenen Hinsichten miteinander verglichen werden. Eine wesentliche Motivation für die Entwicklung des Programms war es daher, eine Möglichkeit zu schaffen, zwei Abbildungen in einem Bildschirm vergleichend analysieren zu können. Dabei ist es wichtig, den Zugriff zu allen relevanten Informationen sowohl zu den Bildern selbst als auch speziell zum Bildvergleich zu haben (vgl. Abb. IV.1). Der Vergleichs-Bildschirm ermöglicht genau dies: Bildpaare und die entsprechenden Erläuterungen zum Vergleich übersichtlich zu präsentieren. Ein Bildpaar kann hinsichtlich verschiedener Aspekte verglichen werden, ohne dass der Bildschirm gewechselt werden muss oder die zur Verfügung stehenden Vergleichsaspekte aus dem Blick geraten. Die Zoom-Funktionen stehen auch für den Bildschirm *compare* zur Verfügung, so dass ohne Mühe auch einzelne Bilddetails in beliebiger Auflösung verglichen werden können. Für die eigenständige Bearbeitung oder die Erstellung von Referenz-URLs (Internetadressen) besteht die Möglichkeit, jedes der Bilder in einem neuen Fenster zu öffnen. Im folgenden wird beschrieben, wie man ein zu vergleichendes Bildpaar auswählt, wie der Compare-Bildschirm aufgebaut ist und welche Funktionen er bietet.

Den grössten Raum nehmen die zwei Fenster ein, in denen die beiden Bilder aufgerufen werden. Zwischen den Bildern befindet sich die Buttonleiste mit den Bearbeitungs- und Navigationsbuttons. Im unteren Drittel der Ansicht sind drei Textblöcke zur Erläuterung der Bildveränderungen nebeneinander angeordnet.

Die Bildvergleiche lesen sich immer von links nach rechts. Auf der linken Seite befindet sich das Bild, welches dem rechten als Vorlage diente. Die Bilder werden in einer Grösse geladen, die an das Format des Browsers angepasst ist. Damit gewinnt man zunächst einen Überblick über das Diagramm.

Über den Bildern befinden sich ihre Bezeichnungen. Es handelt sich um dieselben Bildnamen wie in den Stammbäumen, was einen problemlose Wechsel zwischen den beiden Ansichten ermöglicht (vgl. Abb. IV.2). In den meisten Bildern finden sich rote, nummerierte Markierungen, die auf bestimmte zu vergleichende Eigenschaften der Bilder verweisen. In der Regel sind die Markie-

Bildbezeichnung

Calcidius 244

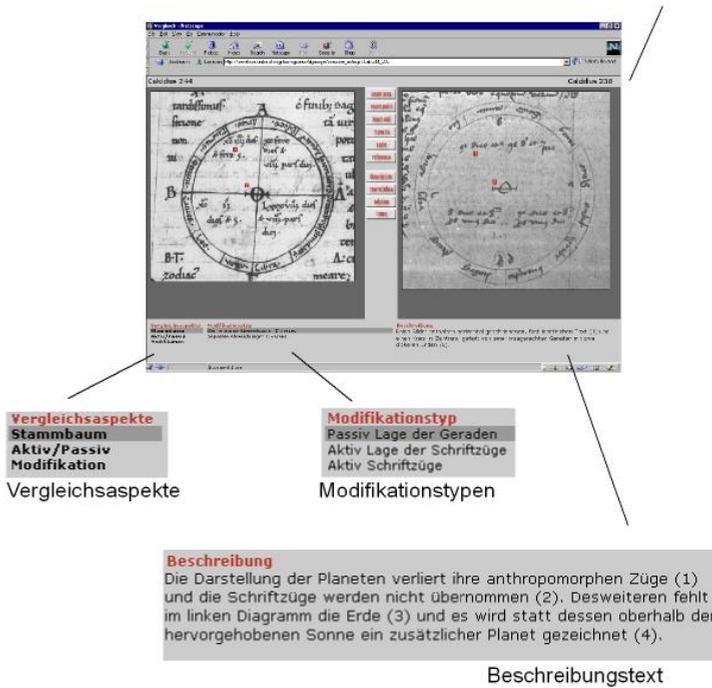


Abbildung IV.1: Übersicht über den Vergleichs-Bildschirm.

rungsnummern in beiden Bildern vertreten. Ein zu vergleichendes Element ist also zu identifizieren, indem dieselbe Zahl in beiden Bildern gesucht wird (vgl. Abb. IV.6).

Die drei Textblöcke im unteren Bildschirmbereich gewährleisten zusammen mit den Markierungen der Bilder, dass ein Bildvergleich ohne Mühe und im Detail nachvollzogen werden kann.

ASPEKTWAHL

Im Feld *Vergleichsaspekte* unten links im Bildschirm können verschiedene Aspekte ausgewählt werden, unter denen die beiden zur Untersuchung stehenden Bilder verglichen werden sollen (vgl. Abb. IV.3). Durch Anklicken wird einer von diesen aktiviert und dabei dunkel unterlegt, damit zu jedem Zeitpunkt ersichtlich ist,

Calcidius 244

Abbildung IV.2: Die Bilder sind in allen Bildschirmen konsistent mit denselben Bezeichnungen versehen.



Abbildung IV.3: Die drei Vergleichsaspekte.

welcher Aspekt gerade untersucht wird. Die möglichen Aspekte entsprechen den bereits genannten Teilschritten des Projektes. So können die Bilder je nach Interesse unter dem Aspekt der Kopierbeziehungen, des Aktiv/Passiv-Modus oder der inhaltlichen Bedeutung von Modifikationen verglichen werden.

MODIFIKATIONSTYP



Abbildung IV.4: Für jeden Vergleichsaspekt werden verschiedene Modifikationstypen angezeigt.

Die Navigation zwischen den einzelnen Vergleichsaspekten und Unteraspekten ist hierarchisch von links nach rechts aufgebaut. Ist ein Vergleichsaspekt ausgewählt, erscheinen im Fenster rechts daneben die unter diesem Aspekt relevanten Veränderungen (vgl. Abb. IV.4). Die Einträge im Feld Modifikationstyp geben jeweils die Ausprägung des Aspekts an sowie eine Kurzbeschreibung des

betroffenen Bildelements. In Abbildung IV.4 ist dies beispielhaft zu sehen: Mit *aktiv* oder *passiv* wird zuerst die jeweilige Art des Vergleichsaspekts benannt, dann folgt ein dazugehöriges graphisches Element wie etwa „Lage der Geraden“.

BESCHREIBUNG

Jedem *Modifikationstyp* wird im rechten Fenster eine knappe Beschreibung der veränderten Bildelemente zugeordnet. Diese Texte erläutern die Bedeutung der Bildveränderung für den jeweils in Frage stehenden Aspekt. Im Fall der Kopierbeziehungen etwa muss nicht nur gezeigt werden, dass sich ein bestimmtes Bildelement verändert hat, sondern es muss darüber hinaus nachgewiesen werden, warum diese Veränderung für den Nachweis einer Kopierbeziehung zwischen den beiden Abbildungen relevant ist.

Beschreibung

Die Darstellung der Planeten verliert ihre anthropomorphen Züge (1) und die Schriftzüge werden nicht übernommen (2). Desweiteren fehlt im linken Diagramm die Erde (3) und es wird statt dessen oberhalb der hervorgehobenen Sonne ein zusätzlicher Planet gezeichnet (4).

Abbildung IV.5: Im Beschreibungsfeld werden die einzelnen Veränderungen erläutert. Die Zahlen beziehen sich auf Markierungsnummern in den Bildern.

DIE MARKIERUNGEN

Um dem Betrachter den Nachvollzug der jeweiligen Bildveränderungen zu erleichtern oder im Fall von winzigen Details erst zu ermöglichen, bedient sich COMPAGO nummerierter Markierungen, die das jeweils interessante Bildelement kennzeichnen (vgl. Abb. IV.5). So bleibt dem Benutzer von COMPAGO die langwierige Suche der beschriebenen Bildeigenschaften erspart. Auf die Markierungsnummern wird an den entsprechenden Stellen der Veränderungsbeschreibung verwiesen.

Die Buttonleiste gliedert sich in zwei Bereiche. Der obere Abschnitt enthält die Zoom-, Referenz- und Skalierungsfunktionen der DIGILIB-Komponente. Da die Buttons der Vergleichsansicht beide Bilder bedienen, muss nach Aktivierung des Buttons eines der Bilder mit einem weiteren Mausklick für die Anwendung ausgewählt werden.

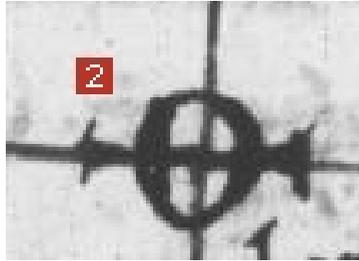


Abbildung IV.6: Markierungen sind rot und nummeriert.



Die unteren Buttons dienen der Navigation innerhalb des Astronomieprojektes. Im Vergleichsbildschirm gibt es folgende Möglichkeiten, andere Ansichten anzusteuern:

- *description*: führt zur Einzelbild-Ansicht mit weiteren Informationen zu einem ausgewählten Bild. Ähnlich wie bei den Bearbeitungsbuttons muss nach dem Aktivieren des Buttons durch einen Klick das Bild, das in Einzelbildansicht geöffnet werden soll, ausgewählt werden.
- *new window*: öffnet eines der beiden Bilder in einem neuen Fenster, das zusätzliche Optionen zur Bearbeitung bietet. Will man z. B. selber Markierungen in ein Bild setzen, ist dies in einem solchen neuen Fenster möglich.
- *relation*: führt zurück zur Stammbaumsansicht. Will man das zu vergleichende Bildpaar wechseln, ein beliebiges Einzelbild öffnen oder sich nur einen Überblick über die Diagramme eines Typs verschaffen, gelangt man mit einem Klick auf diesen Button direkt zu dem Stammbaum des jeweiligen Bildtyps.

- *home*: führt zurück auf die Einstiegsseite des Astronomieprojektes. Von dort aus kann ein neuer Bildtyp gewählt oder die anderen Seiten von COMPAGO aufgerufen werden.

Die einzelnen Aspekte, hinsichtlich derer die astronomischen Diagramme verglichen werden, bedürfen einer knappen Erläuterung. Für eine ausführliche Darstellung des theoretischen Hintergrunds sei auf andere Publikationen verwiesen – hier soll es nur um eine knappe Skizze des Verfahrens zum besseren Verständnis der Präsentation in COMPAGO gehen.

STAMMBAUM

Dieser Aspekt bezieht sich auf die Etablierung von Kopierbeziehungen zwischen den Diagrammen. Ist dieser Aspekt aktiviert, werden in den Feldern *Modifikationstyp* und *Beschreibung* die Informationen eingeblendet, welche für die Bestimmung der Kopierbeziehung zwischen den beiden gewählten Abbildungen relevant sind.

Das Verfahren zur Bestimmung von Kopierverhältnissen beruht im wesentlichen auf der Diagnose von Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Diagramme.⁸ Wenn zwei Diagramme exklusive Gemeinsamkeiten aufweisen, die allen anderen Diagrammen fehlen, deutet dies auf ein bestehendes Kopierverhältnis. Zur Bestimmung der Kopierrichtung sind dann Unterschiede zwischen den beiden Diagrammen zu suchen: Das Folgediagramm sollte mindestens eine Abweichung zeigen, die es von dem Ursprungsdiagramm (und allen anderen Diagrammen gleichen Typs) unterscheidet. Um eine Kopierbeziehung nachzuweisen, müssen an den beiden Diagrammen sowohl die gemeinsamen Abweichungen von allen anderen Bildern gezeigt werden als auch die Besonderheiten, die das Folgediagramm von der Vorlage und allen anderen Diagrammen auszeichnet. Im Feld *Modifikationstyp* kann demnach, wenn der Vergleichsaspekt *Stammbaum* gewählt ist, zwischen *Gemeinsame Abweichungen* und *Separate Abweichungen* gewählt werden. Im Feld *Beschreibung* erscheint dann jeweils die genaue Beschreibung der Abweichungen.

AKTIV/PASSIV

Dieser Aspekt bezieht sich auf den zweiten Teilschritt des Projektes: die Unterscheidung von sogenannten *aktiven* und *passiven* Veränderungen einzelner Bildelemente. Modifikationen, die auf einer Reflexion des Bildgehaltes beruhen, sind dazu von zufälligen Veränderungen zu unterscheiden. Im Feld *Modifikationstyp* kann demnach zwischen aktiven und passiven Veränderungen ausgewählt werden. Die

⁸Vgl. das Kapitel V.

Erläuterungen im Beschreibungsfeld bezeichnen die veränderten Bildelemente und nennen die Argumente dafür, warum eine Modifikation entweder passiv oder aktiv genannt wird.

INTERPRETATION

Wählt man den dritten Aspekt des Bildvergleichs, werden Informationen zur Interpretation der aktiven Veränderungen des betreffenden Bildpaars angezeigt. Im Feld *Modifikationstyp* findet sich eine Kurzbezeichnung der jeweils unterstellten Intention des verändernden Kopisten. Im Beschreibungsfeld findet sich die Interpretation und der genaue Verweis auf die relevanten Bildelemente. So kann sich beispielsweise im Feld *Modifikationstyp* das Schlagwort *kognitiver Aufwand* finden; im Beschreibungsfeld wird dieses Stichwort dann näher ausgeführt. Auch hierbei verweisen Zahlen auf die Markierungen in den Bildern.

4.2 DER EINSTIEG IN DIE BILDPRÄSENTATION

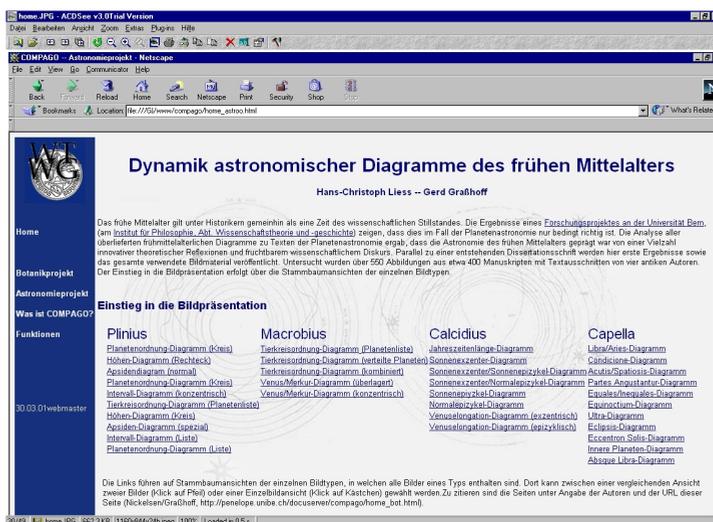


Abbildung IV.7: Einstiegsseite in das Astronomieprojekt.

Angesichts der grossen Fülle von präsentiertem Bildmaterial zu verschiedenen Bildtraditionen und Bildtypen lag das Augenmerk bei der Entwicklung des Programms von Anfang an auf der übersichtlichen Präsentation der Quellen. Dem Betrachter muss es möglich sein schnell einen Überblick über das Material

zu bekommen und zügig ein bestimmtes Bildpaar, bzw. Bild anzusteuern. Zu diesem Zweck wurde der Einstieg in die Bildpräsentation so organisiert, dass schon auf der Einstiegsseite des Astronomieprojektes (Bildschirm *home*) zwischen den nach Bildtraditionen sortierten Bildtypen gewählt werden kann. Abbildung IV.7 zeigt den Bildschirm, von dem aus die Stammbäume der einzelnen Bildtypen (Bildschirm *tree*) zu erreichen sind. Die Stammbäume eröffnen den Zugang zu allen Bildern eines Bildtyps, unabhängig davon, ob sie mit anderen Abbildungen in Kopierbeziehungen stehen oder nicht.



Abbildung IV.8: Der Einstieg in die Bildpräsentation erfolgt über die Bildtyp-Listen der Einstiegsseite.

Abbildung IV.8 zeigt beispielhaft die Links zu den Bildtypen, die zu Texten von Plinius und Macrobius entstanden. Ein Klick auf den Link führt zu der Stammbaumsansicht, welche die Bilder sowie die zwischen Bildern eines Typs nachgewiesenen Kopierbeziehungen darstellt.

4.3 DIE STAMMBAUM-PRÄSENTATION

Ist der Leser an dem Nachvollzug eines Bildvergleiches oder einer Aussage der vorliegenden Arbeit über ein bestimmtes Bild interessiert, sollte es ihm ohne viel Vorwissen und mit wenig Navigationsaufwand möglich sein, das gewünschte Bildpaar oder Bild direkt anzusteuern. Zu diesem Zweck wurde der Stammbaum-Bildschirm entwickelt. Er leistet sowohl den direkten Zugang zu den Einzelbildern als auch zu den Bildvergleichen und bietet zudem einen kompletten Über-

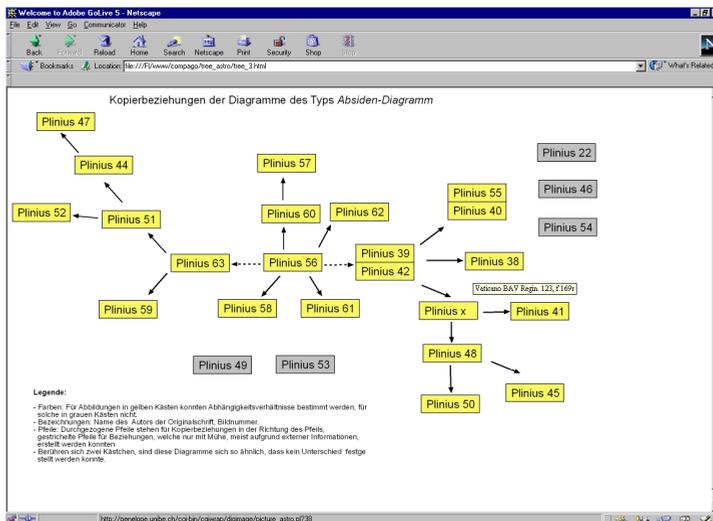


Abbildung IV.9: Stammbaumsicht aller Bilder eines Bildtyps.

blick darüber, welche Bilder für einen Bildtyp existieren und für welche von diesen Kopierrelationen erstellt werden konnten (vgl. Abb. IV.9).

Calcidius 244

Abbildung IV.10: Die Kästen dienen als Links zur Einzelbildansicht.

Die hellen Kästen in der Stammbaumsicht stehen für Einzelbilder, für die mindestens eine Kopierbeziehung ermittelt werden konnte. Die grauen Kästen dagegen kennzeichnen Abbildungen, bei denen die Suche nach Kopierbeziehungen ergebnislos blieb. Beide enthalten eine Bezeichnung des Bildes, die sich aus dem Namen des Autors des zugehörigen Textes und der Bildnummer zusammensetzen (vgl. Abb. IV.10). Ein Doppelklick auf diese Kästen öffnet das betreffende Bild im Bildschirm *picture*, der im nächsten Abschnitt besprochen wird. Die genauen bibliographischen Angaben zu dem Bild erhält man, wenn

man mit dem Mauszeiger über das Bild fährt. Das kleine gelbe Fenster, das dann erscheint, gibt die Lokation sowie die genaue Bezeichnung des Manuskripts an.

Sind zwei Bilder durch einen Pfeil verbunden, bedeutet dies, dass eine Kopierbeziehung nachgewiesen werden konnte (vgl. Abb. IV.11). Das Bild, von dem der Pfeil ausgeht, ist die Vorlage des Bildes, an dem der Pfeil endet. Ein Klick auf den Pfeil führt zur vergleichenden Ansicht der beiden Bilder. Handelt es sich um einen gestrichelten Pfeil, wird eine Kopierbeziehung vermutet, kann jedoch nicht mit Sicherheit aus dem graphischen Befund des Bildes selbst hergeleitet werden.

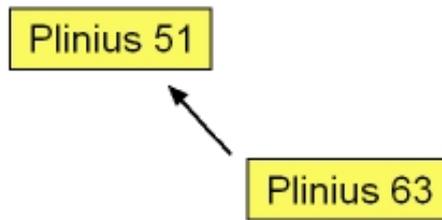


Abbildung IV.11: Kopierbeziehungen werden als Pfeile zwischen zwei Bildern dargestellt.

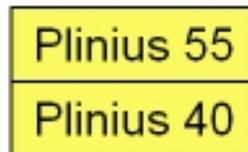


Abbildung IV.12: Identische Bilder werden als Doppelkästen dargestellt.

In manchen Fällen sind zwei Bilder einander so ähnlich, dass aufgrund der fehlenden Unterschiede nicht bestimmt werden kann, in welcher Richtung die Kopierbeziehung erfolgte. In diesen Fällen werden die beiden Bilder als Doppelkästen dargestellt (vgl. Abb. IV.12). Jedes der Bilder kann einzeln angeklickt werden. Findet sich ein solcher Doppelkasten in einem Stammbaum, ist zu beachten, dass die Pfeile nur für einen der beiden Kästen definiert sind, sich inhaltlich jedoch auf beide beziehen.

4.4 DAS BILD IM KONTEXT

Informationen zum Diagramm

Leiden UB, Ms BPL 64, f. 75v
 Lengths of seasons
 Autor Originaltext: Calcidius
 Jahrhundert: XI

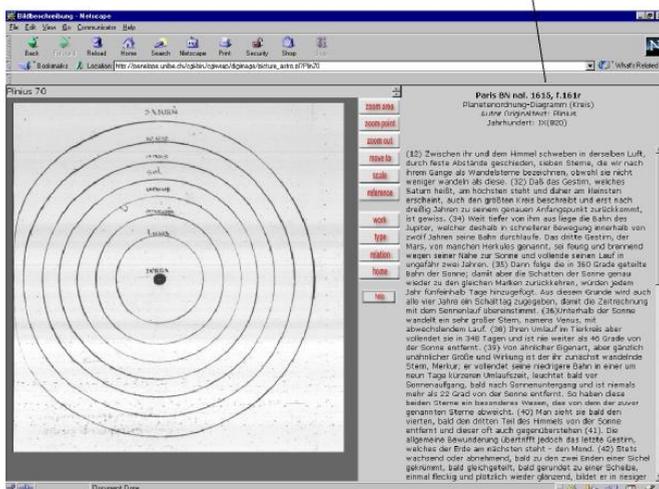


Abbildung IV.13: Der Bildschirm *picture*.

Die digitale Präsentation des Bildmaterials erlaubt es, die Abbildungen nicht nur selbst zur Verfügung zu stellen, sondern sie in ein Netz von Kontextinformationen über Entstehungszeit, Entstehungsort, Textumgebung sowie bibliographische Angaben einzubinden. Diese Informationen stehen dem Betrachter der Bilder jederzeit in einem besonderen Bildschirm zur Verfügung und erlauben beispielsweise die bequeme Analyse des Text-Bild-Verhältnisses und die zeitliche Einordnung des Bildes (vgl. Abbildung IV.13).

Man gelangt zu diesem Bildschirm durch Klick auf eines der Kästchen in der Stammbaumsansicht oder durch Aktivierung des Buttons *description* in der Vergleichsansicht. Jedes der rund 700 Einzeldiagramme kann in diesem Bildschirm

mit der zugehörigen Textstelle sowie weiteren Informationen zum Bild aufgerufen werden. Die zentralen Elemente des Bildschirms sind das Diagramm und der zugehörige Text. Hinzu kommen die Bildbezeichnungen oberhalb des Bildes und einige Zeilen mit genaueren Angaben zu Bild und Werk. Zwischen Bild und Text befindet sich die Buttonleiste mit den Bearbeitungs- und Navigationsbuttons.

Die Bezeichnung des Bildes in der Kopfzeile entspricht den Angaben im Bildschirm *compare* sowie in der Stammbaumsansicht. Das Bild wird standardmässig wie in allen Bildschirmen von COMPAGO in einer skalierten, an den Bildrahmen angepassten Grösse präsentiert, um unnötig lange Ladezeiten zu vermeiden.

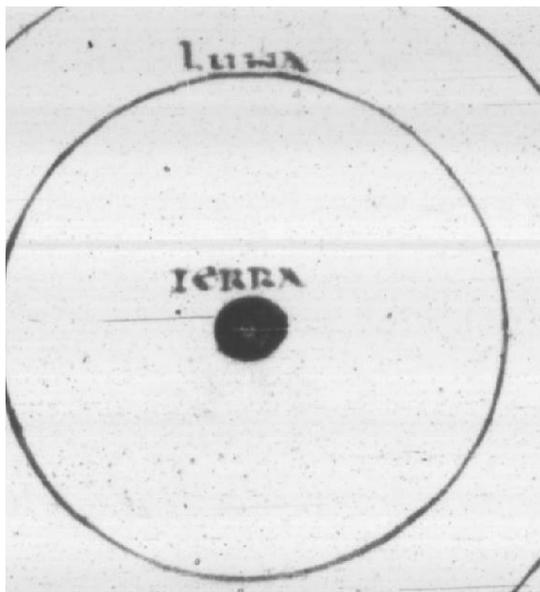


Abbildung IV.14: Zoom-Ausschnitt aus Abbildung IV.13.

Der Wert einer digitalen Version der Quellen für den Historiker liegt jedoch gerade darin, dass sie ihm, anders als die Print-Version einer Quelle, die Gelegenheit bietet, einzelne Ausschnitte eines Bildes hochaufgelöst zu betrachten, falls dies für eine fruchtbare historische Arbeit notwendig ist. Aus diesem Grund bietet COMPAGO, anders als in den bisherigen Internet-Präsentationen historischer Quellen im HTML-Format üblich, in allen Bildschirmen die Möglichkeit sehr weit in die Bilder hineinzuzoomen. Das Bild wird dabei entweder als Ganzes



Abbildung IV.15: Zoom-Ausschnitt aus Abbildung IV.14.

durch einen Vergrößerungsfaktor skaliert oder einzelne Ausschnitte mit Hilfe der Zoom-Funktionen vergrößert. Abbildung IV.14 und Abbildung IV.15 zeigen Beispiele für die Anwendung dieser Funktionen auf das Bild aus Abbildung IV.16.

Auf der rechten Seite des Bildschirms befindet sich die Textstelle, bei der das Diagramm ursprünglich stand. In vielen Fällen ist dies die Textstelle, deren Inhalt im Diagramm visualisiert wird. In Einzelfällen kann es sich dabei sogar um eine detaillierte Konstruktionsanweisung für ein Diagramm handeln. Die Textpassagen werden jeweils in einer englischen oder deutschen Übersetzung sowie im lateinischen Original bereitgestellt.

Oberhalb des Textes steht ein separater Textblock mit weiteren Informationen zum Bild (vgl. Abbildung IV.13). Die oberste Zeile enthält die Angabe der Bibliothek, in der das Manuskript archiviert ist, die Manuskriptbezeichnung sowie die Seitenzahl. In der zweiten Zeile steht der Bildtyp, dem das Diagramm angehört. Die beiden letzten Zeilen nennen den Autor des Originaltextes sowie das Jahrhundert, in dem das Bild entstand. Der Scroll-Balken rechts ermöglicht eine Bewegung im Text; alternativ sind die Navigationstasten des Computers zu verwenden (auf ↑, ab ↓, rechts →, links ←).

Leiden UB, Ms BPL 64, f.75v
 Lengths of seasons
 Autor Originaltext: Calcidius
 Jahrhundert: XI

Abbildung IV.16: Der Textblock oberhalb der Bildbeschreibung.



Zwischen den Bildern stehen die Navigations- und Bearbeitungsbuttons. Während die letzteren in allen Bildschirmen identisch sind, ist die Leiste der Navigationsbuttons bildschirmspezifisch. Der oberste Button, *work*, führt zur Werkansicht mit Informationen über das Werk, zu dem das Bild entstand. Über den Button *type* gelangt man zur Bildtypenansicht, der Button *relation* führt zurück auf den Stammbaum des Bildtyps. Der letzte Button *home* öffnet die Einstiegsseite des Projektes. Von hier aus kann ein neuer Bildtyp gewählt werden.

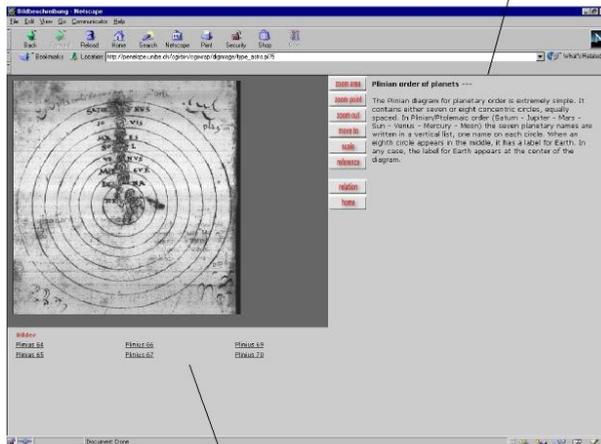
4.5 DIE BILDTPYEN

Die historische Interpretation und Analyse der Diagramme hat vorrangig die verschiedenen Exemplare eines Bildtyps im Blick. Da es sich bei diesen um Kopien in mehreren Generationen eines ursprünglichen Diagramms handelt sind die Bildtypen sowohl für die Stammbaum-Erstellung als auch die Deutung der Bildveränderungen in den Kopierprozessen von besonderer Bedeutung. Um die Arbeit mit verschiedenen Exemplaren eines Bildtyps zu erleichtern und zu unterstützen wurde eigens ein Bildschirm entwickelt, welcher nicht nur ein repräsentatives Exemplar des Bildtyps bereitstellt, sondern zusätzlich eine Beschreibung des Diagrammgehaltes sowie Links zu allen anderen Exemplaren des Typs.

Beschreibung des Bildtyps

Planetenordnung-Diagramm (Kreis)

Das Planetenordnung-Diagramm ist ausserst einfach. Es enthält entweder sieben oder acht konzentrische Kreise, in gleichem Abstand zueinander. Auf jedem der Kreise ist in einer vertikalen Liste einer der sieben Planetennamen platziert. Entsprechend der Ordnung des Ptolemäus, bzw. Pflanz wird das von oben nach unten: Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur und Mond. In den wenigen Fällen, in denen ein achter Kreis vorhanden ist, befindet sich dieser im Zentrum des Diagramms und ist mit einer Bezeichnung für die Erde versehen.



[Pflanz_64](#) [Pflanz_66](#) [Pflanz_68](#)
[Pflanz_65](#) [Pflanz_67](#) [Pflanz_70](#)

Links zu den anderen Abbildungen des Bildtyps

Abbildung IV.17: Die Einzelbildansicht.

Dieser Bildschirm ist über Buttons der Aufschrift *type* zu erreichen (vgl. Abb. IV.17). Er bietet zu jedem Diagramm Informationen über den Bildtyp, dem es angehört. Der Aufbau ähnelt dem der Einzelbildansicht: Die linke Seite ist einem Bild gewidmet, während die rechte Seite dem Text vorbehalten ist. Getrennt werden beide Bereiche durch die Buttonleiste in der Mitte. Unterhalb des Bildes befindet sich eine Liste aller Bilder dieses Typs, über welche diese in der Einzelbildansicht aufgerufen werden können.

Das Bild zeigt eine repräsentative Variante des jeweiligen Bildtyps. In den meisten Fällen ist dies eine früh entstandene Variante, die möglichst viele der in den späteren Kopien auftretenden Eigenschaften enthält. Es handelt sich bei diesen Bildern jedoch nicht in jedem Fall um das allen anderen zugrunde lie-

gende Exemplar, da es durchaus möglich ist, dass sich eine spätdatierte Kopie eines schlecht erhaltenen frühen Diagramms besser dazu eignet, den Bildtyp zu repräsentieren, als sein Vorgängerbild.

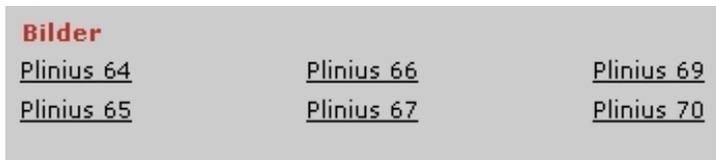


Abbildung IV.18: Unterhalb des Bildes befindet sich eine Liste aller Bilder eines Typs.

Unterhalb des Bildes befindet sich eine Liste mit Links zu allen anderen Bildern, die dem jeweiligen Bildtyp angehören (vgl. Abb. IV.18). Die Liste ist nach den Bildnummern sortiert.

Auf der rechten Seite findet sich eine detaillierte Beschreibung des Bildtyps mit der genauen Bezeichnung desselben als Überschrift. Hier werden Fachbegriffe aus den Abbildungen und der Gehalt des Bildes erklärt (vgl. Abb. IV.19).

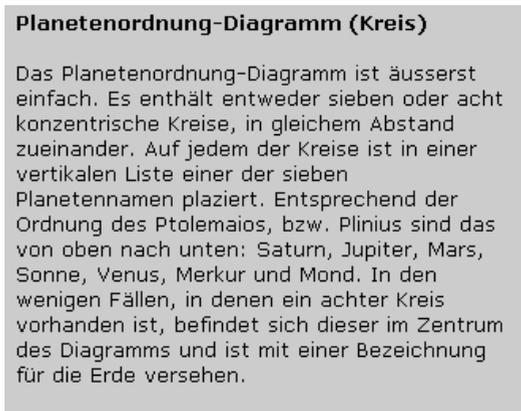


Abbildung IV.19: Die Bildtypansicht enthält eine Beschreibung des Bildtyps.

Zu beachten ist, dass es sich bei dem Text nur um eine repräsentative Beschreibung des Bildtyps handeln kann, da fast keines der Bilder einem anderen

exakt gleicht. Zu diesem Zweck konzentriert sich die Beschreibung auf Bildeigenschaften, welche möglichst vielen Bildern gemeinsam sind.



Von diesem Bildschirm aus gelangt man über den Button *relation* zur Stammbaumansicht des Bildtyps, von der aus ein neues Bildpaar oder ein Einzelbild des gewählten Typs aufgerufen werden kann. Der Button *home* führt zurück auf die Einstiegsseite des Projektes, um z.B. einen neuen Bildtyp auszuwählen.

4.6 DIE TEXTUMGEBUNG DER BILDER

Die wichtigste Referenzebene für die Interpretation der astronomischen Diagramme ist der Text, zu welchem es entstand. Zu jedem der Bildtypen existiert eine Passage eines antiken Textes, in deren Zusammenhang das Bild entstand. Die Kenntnis des Werkes ist nicht nur bei der Interpretation des Gehaltes eines Bildes wichtig, sondern insbesondere dann wertvoll, wenn es darum geht Bildveränderungen bezüglich ihrer inhaltlichen Relevanz einzuschätzen. Da die Textumgebung eines Bildes bei jeder Art von Arbeit mit den Diagrammen unverzichtbar ist, wurde ein spezieller Bildschirm entwickelt, welcher sowohl eine digitale Version der aktuellsten Ausgabe des Originalwerkes bereitstellt, als auch eine kurze Beschreibung dieser Schrift sowie die notwendigen bibliographischen Angaben.

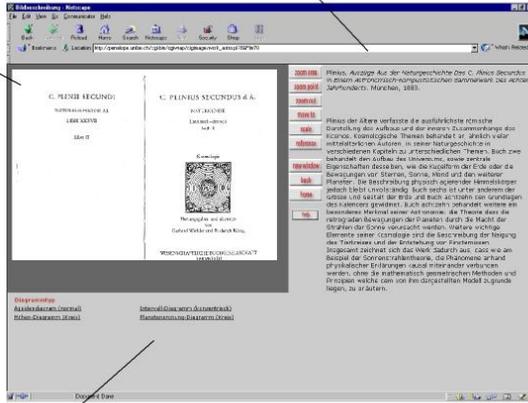
Zusätzlich zu den soweit beschriebenen Bildschirmen steht in COMPAGO die Werk-Ansicht zur Verfügung (vgl. Abb. IV.20). Der Aufbau der Seite gleicht weitgehend der Einzelbildansicht: Auf der linken Seite befindet sich ein Bild, das von dem Text auf der rechten Seite durch die Buttonleiste in der Mitte getrennt wird. Unterhalb des Bildes wird auch in dieser Ansicht eine Liste mit Links zu weiteren Bildern aufgeführt.

Das Bild zeigt das Titelblatt der für die Arbeit verwendeten Edition des Originaltextes, zu dem die Bilder entstanden (vgl. Abb. IV.21). Auch dieses Bild wird in einer an den Bildschirm angepassten Grösse fensterfüllend präsentiert. Obwohl es naheliegend erscheint, werden hier nicht die Titelblätter der jeweiligen Manuskripte gezeigt, in denen sich die Diagramme befinden, da diese oft nicht erhalten sind und zu den einzelnen Manuskripten in den meisten Fällen keine Informationen bezüglich Entstehungs- und Gebrauchskontext überliefert sind.

Bibliographische Informationen zur aktuellsten Ausgabe des lateinischen Textes.

Plinius, *Auszüge Aus der Naturgeschichte des C. Plinius Secundus in einem Astronomisch-Komputistischen Sammelwerk des achten Jahrhunderts.* München, 1888.

Ansicht der aktuellsten Ausgabe des Werkes



Beschreibung des lateinischen Werkes

- [Diagrammtyp](#)
- [Apsiddendiagramm \(normal\)](#)
- [Höhen-Diagramm \(Kreis\)](#)
- [Intervall-Diagramm \(konzentrisch\)](#)
- [Planetenordnung-Diagramm \(Kreis\)](#)

Links zu den anderen im Manuskript enthaltenen Abbildungen.

Abbildung IV.20: Die Werkansicht enthält die aktuelle Ausgabe des Originalwerkes sowie eine kurze Werkbeschreibung.

Der Text auf der rechten Seite der Ansicht ist mit den genauen bibliographischen Angaben des Werks überschrieben, zu dem die Diagramme entstanden. Der Text selbst skizziert Entstehungs- und Gebrauchskontext der Schrift, insbesondere natürlich ihre mittelalterliche Verwendung, sowie Angaben über den Autor und den Inhalt des Textes (vgl. Abb. IV.22). Wie in den anderen Bildschirmen ermöglicht der Scroll-Balken rechts eine Bewegung im Text; alternativ sind auch hier die Navigationstasten des Computers zu verwenden (auf ↑, ab ↓, rechts →, links ←).

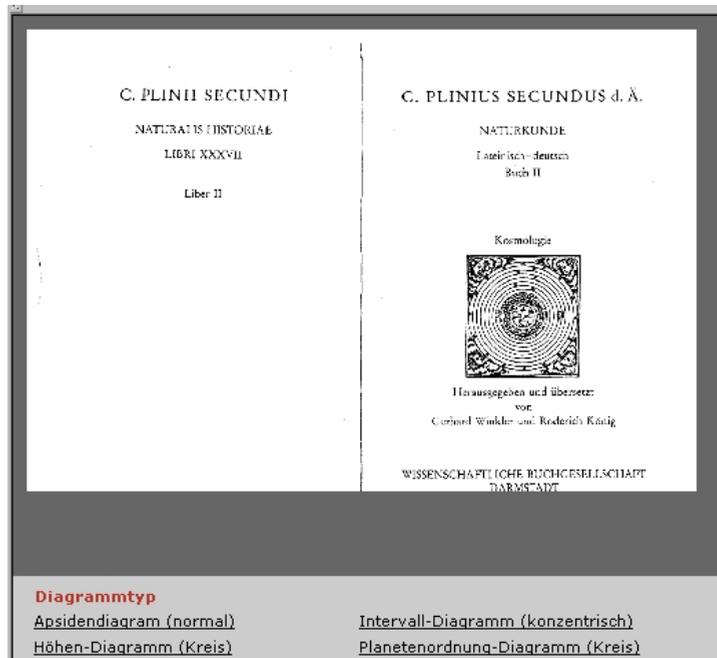


Abbildung IV.21: Auf der linken Bildschirmhälfte zeigt der Werkbildschirm die Titelseite des Originalwerkes sowie Links zu allen im Manuskript enthaltenen Bildern an.



Der Button *home* führt wie stets zurück auf die Einstiegsseite des Astronomieprojekts. Der Button *back* führt zurück auf die Seite, von der aus man auf diesen Bildschirm geraten ist.

Der Button *new window* schliesslich öffnet die im Bild angezeigte Titelseite des Werks in einem neuen Fenster der DIGILIB-Umgebung. Hier kann zum

Plinius, *Auszüge Aus der Naturgeschichte Des C. Plinius Secundus in Einem Astronomisch-Kompustistischen Sammelwerk Des Achten Jahrhunderts*. München, 1888.

Plinius der Ältere verfasste die ausführlichste römische Darstellung des Aufbaus und der inneren Zusammenhänge des Kosmos. Kosmologische Themen behandelt er, ähnlich vielen mittelalterlichen Autoren, in seiner Naturgeschichte in verschiedenen Kapiteln zu unterschiedlichen Themen. Buch zwei behandelt den Aufbau des Universums, sowie zentrale Eigenschaften desselben, wie die Kugelform der Erde oder die Bewegungen von Sternen, Sonne, Mond und den weiteren Planeten. Die Beschreibung physisch agierender Himmelskörper jedoch bleibt unvollständig. Buch sechs ist unter anderem der Grösse und Gestalt der Erde und Buch achtzehn den Grundlagen des Kalenders gewidmet. Buch achtzehn behandelt weitere ein besonderes Merkmal seiner Astronomie: die Theorie dass die retrograden Bewegungen der Planeten durch die Macht der Strahlen der Sonne verursacht werden. Weitere wichtige Elemente seiner Kosmologie sind die Beschreibung der Neigung des Tierkreises und der Entstehung von Finsternissen. Insgesamt zeichnet sich das Werk dadurch aus, dass wie am Beispiel der Sonnenstrahlentheorie, die Phänomene anhand physikalischer Erklärungen kausal miteinander verbunden werden, ohne die mathematisch geometrischen Methoden und Prinzipien welche dem von ihm dargestellten Modell zugrunde liegen, zu erläutern.

Abbildung IV.22: Der Textbereich des Werkbildschirms enthält nähere Angaben zum Originalwerk.

einen das gesamte Werk eingesehen werden, andererseits stehen dem Nutzer alle Funktionen der Bearbeitung und Navigation von DIGILIB zur Verfügung. Die einzelnen Textseiten können also skaliert, markiert und mit Referenzen versehen werden. Diese Funktion ermöglicht es dem Benutzer des Programms, einen Überblick über den Zusammenhang der präsentierten Textstelle im Gesamtwerk zu gewinnen und sich mit dem Originalwerk weiter vertraut zu machen.

REKONSTRUKTION DER KOPIERBEZIEHUNGEN

Die historische Analyse der auftretenden Veränderungen in den Reproduktionen der Diagramme hat zunächst eine umfangreiche Aufgabe zu lösen: Die Etablierung historischer Abhängigkeiten zwischen den Abbildungen. Auswertung und Interpretation einzelner Veränderungsschritte können erst beginnen, wenn bekannt ist, welches Bild von welchem kopiert wurde und für welches andere es wiederum als Vorlage diente.

Die bestehenden Datierungen der Manuskripte sind hier aus zwei Gründen wenig hilfreich. Zum einen ist in den meisten Fällen nur das Jahrhundert bekannt, in welchem die Manuskripte entstanden. Dies ist angesichts der Tatsache, dass für ein Jahrhundert bis zu 15 Reproduktionen eines Diagrammtyps vorliegen nicht ausreichend für eine Bestimmung von Kopierbeziehungen. Zum anderen sagt die Datierung eines Manuskriptes nicht notwendigerweise etwas über den Zeitpunkt der Entstehung der in ihm enthaltenen Abbildungen aus. Nur ein Teil der Diagramme sind so in den Text integriert, dass sie offensichtlich gemeinsam mit dem Text gezeichnet wurden. Einige Bilder haben die Form einer Marginalglosse, was bedeutet, dass sie seitlich am Rand des Textes plaziert sind und somit auch später hinzugefügt worden sein könnten.¹

Benötigt wird eine Methode, die es erlaubt Kopierbeziehungen zwischen den Diagrammen zu etablieren, ohne auf Datierungen oder andere Informationen zu den Bildern rekurrieren zu müssen. Grundlage der Bestimmung der historischen Abhängigkeiten kann nur das Bild selbst sein. Dem Verfasser der Arbeit ist ein solches Verfahren nicht bekannt, was es unumgänglich machte, selber eines zu entwickeln, dass den genannten Anforderungen gerecht wird. Das Ergebnis wird in diesem Kapitel präsentiert.

1 DIE METHODEN DER PHILOLOGISCHEN TEXTKRITIK

Eine Wissenschaft, welche sich schon lange mit dem Problem beschäftigt, Kopierbeziehungen zwischen historischen Manuskripten zu rekonstruieren, ist die Philologische Textkritik. Aufgabe der Textkritik ist hier die Herstellung eines dem

¹Zu den verschiedenen Varianten der Verbindung eines Bildes mit dem Text siehe auch Kapitel III, S. 18.

Original (Autograph) möglichst nahe kommenden Textes durch das Verfahren der *constitutio textus*.² Dies geschieht in mehreren Schritten. Aufgabe der *recensio* ist es festzustellen, was als überliefert gelten darf. Es geht in diesem Schritt zunächst einmal darum, alle erhaltenen Varianten eines Textes zusammenzustellen. In einem nächsten Schritt, der *examinatio*, sind die überlieferten Manuskripte dahingehend zu prüfen, ob eines von ihnen als das Original gelten darf. Erweist sich keines als Original, so muss versucht werden, durch die *divinatio* (Vermutung) dieses herzustellen oder doch wenigstens die *corruptela* (Verderbnis) zu lokalisieren. Der für uns interessante Teil ist die *recensio*, da sie die Erstellung eines Stammbaumes für alle erhaltenen Exemplare eines bestimmten Textes beinhaltet. Methodisch bedient sich die Textkritik zur Konstruktion eines solchen Baumes, welcher die genealogischen Beziehungen zwischen Manuskripten enthält dreier Regeln, die im folgenden erläutert werden sollen.³

1.1 DIE DREI REGELN DER *recensio*

Unter bestimmten Voraussetzungen sollen diese Regeln die eindeutige Bestimmung von Kopierbeziehungen zwischen Manuskripten erlauben. Die zwei wichtigsten Voraussetzungen sind, dass

„die seit der Hauptsplaltung geschehenen Abschriften immer nur je eine Vorlage wiedergeben (d. h. dass kein Schreiber mehrerer Vorlagen ineinander arbeitet, 'kontaminiert'), dass dagegen jeder Schreiber bewusst oder unbewusst von seiner Vorlage abweicht (Sonderfehler begeht). (...) Unter diesen Voraussetzungen lässt sich im allgemeinen (...) das Abhängigkeitsverhältnis aller erhaltenen Zeugen und die Zahl und Lage aller Zwischensplaltungen einwandfrei aufzeigen.“⁴

Mit diesen Voraussetzungen soll sichergestellt werden, dass es überhaupt eindeutige Abhängigkeitsverhältnisse zwischen den Manuskripten gibt.

DIE 1. REGEL

Die erste Regel lautet:

²Eine übersichtliche Darstellung der textkritischen Methoden findet sich in der Standard-Einführung in die Philologische Textkritik von Paul Maas. Maas (1959), S. 6f.

³Vgl. Maas (1959), S. 7f.

⁴Maas (1959), S. 6.

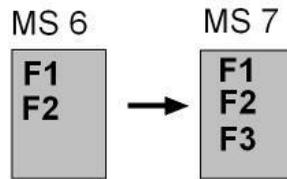


Abbildung V.1: Schematische Darstellung der ersten Regel. Anhand gemeinsamer und individueller Fehler (F1-3) können Kopierrelationen rekonstruiert werden (Pfeil = Kopierrichtung).

„Zeigt ein Zeuge, J [MS7], alle Fehler [F1, F2] eines anderen erhaltenen, F [MS6], und noch mindestens einen eigenen [F3], so muss J [MS7] von F [MS6] abstammen“.⁵

Diese Regel besteht aus zwei Teilen und besagt, dass im Fall, dass beide realisiert sind, eine eindeutige Kopierbeziehung bestimmt werden kann. Mit Abweichungen sind hier Schreibfehler gemeint, welche beim Abschreiben des Textes entstanden sind. Abbildung V.1 verdeutlicht dies: In einer Gruppe von Exemplaren eines Textes (MS) gibt es zwei, welche die gleichen Fehler (F1, F2) enthalten. Der zweite Teil der Regel bezieht sich auf Abweichungen, welche nur eines der Manuskripte aufweisen darf. In Abbildung V.1 ist solche ein Abweichung als F3 enthalten. Ist dieser Teil zusätzlich zum ersten Teil der Regel erfüllt, verspricht diese Regel eindeutig erwiesen zu haben, dass, nach dem Beispiel in Abbildung V.1 benannt, MS7 von MS6 kopiert wurde.

DIE 2. REGEL

Die zweite Regel zur Bestimmung von Kopierbeziehungen zwischen Manuskripten zielt auf eine andere Art der historischen Abhängigkeit:

„Zeigen zwei Zeugen G [MS6] und H [MS7] gemeinsame Sonderfehler [F1, F2] gegenüber allen übrigen Zeugen [MS1-MS5], ausserdem aber noch jeder von beiden mindestens einen eigenen Sonderfehler [F3, F4], so müssen beide von einer gemeinsamen Vorlage

⁵Maas (1959), S. 6. Die eckigen Klammern wurden vom Autor der Arbeit eingefügt.

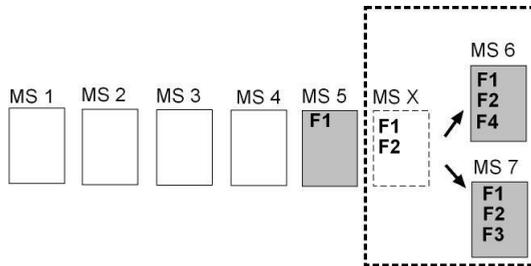


Abbildung V.2: Schematische Darstellung der zweiten Regel. Anhand gemeinsamer und individueller Fehler (F1-4) können Kopierrelationen zwischen Manuskripten identifiziert werden (Pfeil = Kopierrichtung).

[MSX] (...) abstammen, von der die übrigen Zeugen [MS1-MS5] nicht abstammen“.⁶

Wieder gliedert sich die Regel in zwei Komponenten, welche für die Rekonstruktion von Kopierverhältnissen erfüllt sein müssen. Die erste ist identisch mit derjenigen aus Regel eins und fordert, dass zwei Manuskripte gemeinsame Fehler aufweisen, die sich in keinem anderen Manuskript der Gruppe finden. Abbildung V.2 zeigt analog zu Abbildung V.1, dass die Manuskripte MS6 und MS7 gemeinsame Fehler enthalten (F1, F2). Die zweite Komponente der Regel 2 verlangt, dass beide der in Frage stehenden Manuskripte zusätzlich zu den gemeinsamen Elementen noch Fehler aufweisen, welche ihnen jeweils alleine zukommen. In Abbildung V.2 wären dies die Elemente F3 bzw. F4. Sind diese Bedingungen erfüllt, so kann laut Regel 2 mit Sicherheit gesagt werden, dass beide Manuskripte Kopien derselben, nicht mehr existenten Vorlage (MSX) sind.

DIE 3. REGEL

Für den Fall, dass Kopierbeziehungen zwischen mehr als zwei Diagrammen bestimmt werden müssen, kann schliesslich auf eine dritte Regel zurückgegriffen werden. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn eine Vorlage mehr als zweimal kopiert wurde. Die beiden Teile der Regel sind denen aus der zweiten Regel ganz ähnlich:

⁶Maas (1959), S. 7.

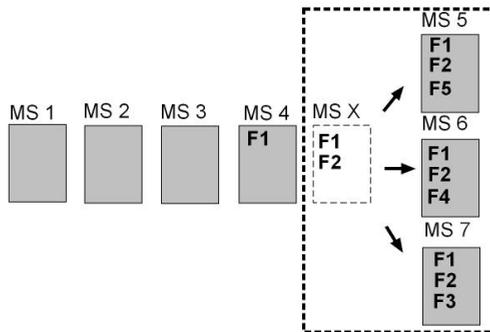


Abbildung V.3: Schematische Darstellung der dritten Regel. Anhand gemeinsamer und individueller Fehler (F1-5) können Kopierrelationen zwischen Manuskripten identifiziert werden (Pfeil = Kopierrichtung).

„Zeigen drei (oder mehr) Zeugen ABC(D) [MS5-MS7] gemeinsame Sonderfehler [F1, F2] gegenüber allen übrigen [MS1-MS4], ausserdem jeder der drei (oder mehr) noch eigene Sonderfehler [F3-F5], niemals aber zwei von den drei (oder mehr) gemeinsame Sonderfehler gegenüber dem dritten (oder den übrigen) so müssen ABC(D) [MS5-MS6] unabhängig voneinander von einer gemeinsamen Quelle [MSX](...) abhängen“.⁷

Auch bei der dritten Regel besteht die erste Komponente darin, dass alle betroffenen Manuskripte sich durch gemeinsame Abweichungen (F1, F2) auszeichnen, die nur ihnen zukommen (Abbildung V.3). Der zweite Teil der Regel gleicht im wesentlichen dem zweiten Teil von Regel 2, nur dass er auf mehrere Diagramme ausgeweitet wird. Enthalten also drei oder mehr Manuskripte (MS5-MS7) zusätzlich zu den im ersten Teil der Regel geforderten Abweichungen noch solche, die

⁷Maas (1959), S. 7.

ausschliesslich in ihnen enthalten sind, können diese als Kopien von einer nicht mehr existenten gemeinsamen Vorlage (MSX) bezeichnet werden.⁸

1.2 DER THEORETISCHE HINTERGRUND: WAHRSCHEINLICHKEITEN

Die Übertragung der drei Regeln zur Rekonstruktion von Kopierverhältnissen fordert ein Verständnis der theoretischen Grundlage der Methode. Denn nur vor dem Hintergrund eines solchen theoretischen Verständnisses kann beurteilt werden, inwieweit eine Untersuchung wissenschaftlicher Abbildungen auf genealogische Beziehungen mit Hilfe eines auf der textkritischen Methodik basierenden Verfahrens, möglich ist. Im Fall der textkritischen Methode ist die dem ganzen Verfahren zugrundeliegende Theorie die Wahrscheinlichkeitstheorie. Alle Aussagen über Kopierbeziehungen, wie sie die textkritische Methode ermöglicht, sind Aussagen über die geschätzte Wahrscheinlichkeit von Ereignissen, in diesem Fall von auftretenden Fehlern beim Kopieren eines Manuskriptes. Dieser stochastische Hintergrund der eben skizzierten Regel zur Erstellung eines Stammbaumes soll im folgenden gezeigt werden.

GEMEINSAME ABWEICHUNGEN

Der erste Teil der Regel besteht darin, dass für die Bestimmung von Kopierbeziehungen die Existenz von Fehlern nötig ist, welche nur zwei Exemplare einer Gruppe von Manuskripten aufweisen. Gemäss der textkritischen Methode genügt dieser erste Schritt bereits, um eine direkte genealogische Beziehung zu etablieren. Zwar ist noch offen, in welche Richtung der Kopierprozess verlief, klar ist jedoch an diesem Punkt schon, dass eine Kopierrelation besteht.⁹ Der Grund hierfür ist, dass es äusserst unwahrscheinlich ist, dass zwei Kopisten an unterschiedlichen Orten und in der Regel zu verschiedenen Zeiten denselben Fehler an derselben Stelle machen.

An einem einfachen Rechenbeispiel lässt sich dies demonstrieren (siehe Abbildung 1). Gehen wir von einem Manuskript mit etwa hundert Seiten aus, was einem eher dünnen Manuskript entspräche, und dass sich weiterhin auf jeder Seite hundert Worte befänden, was ebenfalls eine geringe Zahl für die tatsächliche Wortzahl antiker oder mittelalterlicher Texte darstellte. Für das gesamte Manuskript ergäbe sich damit eine Zahl von 10 000 Worten, in denen möglicherweise

⁸Allerdings unter der Voraussetzung, dass sie keine weiteren Fehler enthalten, welche nicht nur ihnen zukommen.

⁹Maas (1959), S. 6ff.

Fehler auftreten könnten.¹⁰ Unter der Annahme, dass jeder Kopist durchschnittlich einen Fehler macht, gehen wir demnach in unserem Beispiel davon aus, dass jeder auftretende Fehler eine Wahrscheinlichkeit von $1/10\,000$ bzw. 10^{-4} hat. Existieren nun zwei Manuskripte mit demselben fehlerhaften Wort, gibt es zwei Möglichkeiten: entweder die Manuskripte stehen in einer Kopierrelation und der Fehler entstand nur einmal und wurde dann kopiert oder die Fehler entstanden zufällig im selben Wort. Betrachten wir zunächst den letzten Fall. Das Ereignis des Auftretens eines Kopierfehlers in einem Wort trat zweimal auf (Ereignis A und B). Geht man davon aus, dass A und B unabhängig voneinander auftraten bedeutet das, dass sie in keinerlei Zusammenhang stehen. Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des einen Ereignisses muss exakt gleich hoch sein, unabhängig davon, ob das andere Ereignis stattgefunden hat oder nicht.¹¹ Die Wahrscheinlichkeit für das unabhängige Auftreten zweier Ereignisse berechnet man mit der folgenden Formel:

$$P(AB) = P(A)P(B) \quad (\text{V.1})$$

Die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten der beiden Ereignisse werden also miteinander multipliziert. Setzt man nun den Wert 10^{-4} für das Auftreten von A oder B ein ergibt sich die Wahrscheinlichkeit dafür, dass beide Ereignisse unabhängig voneinander auftreten, von 10^{-8} :

$$P(AB) = 10^{-4} \times 10^{-4} = 10^{-8} \quad (\text{V.2})$$

Den ersten Fall, die Wahrscheinlichkeit eines der beiden Ereignisse unter der Hypothese, dass das jeweils andere Ereignis schon eingetroffen ist, berechnet man in der Wahrscheinlichkeitsrechnung mit der Formel:

$$P(B | A) = \frac{P(AB)}{P(A)} \quad (\text{V.3})$$

Als Wert für das Auftreten von A wird wieder 10^{-4} eingesetzt. Für B soll der Einfachheit halber ebenfalls dieser Wert eingesetzt werden, da die Wahrscheinlichkeit, dass B eintritt davon, dass A bereits eingetreten ist kaum geschmälert

¹⁰Die Tatsache, dass sich die Zahl der potentiellen Fehlermöglichkeiten noch um ein vielfaches erhöht, wenn man in Betracht zieht, dass jedes Wort aus Buchstaben besteht, welche wiederum von Fehlern betroffen sein könnten, sei hier ausser acht gelassen.

¹¹Dies kann am Beispiel zweier Münzen verdeutlicht werden, die in die Luft geworfen werden. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass Kopf oder Zahl noch oben zeigen, wenn sie auf dem Boden landet, ist immer gleich hoch, unabhängig davon, wie sich die andere Münze verhält.

wird (1/9999). Somit ergibt sich für das abhängige Auftreten von A und B die Wahrscheinlichkeit von

$$P(B | A) = \frac{10^{-8}}{10^{-4}} = 10^{-4} \quad (\text{V.4})$$

Die Wahrscheinlichkeit, dass die Ereignisse A und B, also in unserem Beispiel das Auftreten des gleichen Fehlers in beiden Manuskripten, unabhängig voneinander entstanden ist in diesem Rechenbeispiel um den Faktor 10^{-4} kleiner als die Wahrscheinlichkeit, dass A und B in einem Abhängigkeitsverhältnis stehen.

Auch wenn das Beispiel die tatsächlichen Verhältnisse stark vereinfacht und viele Faktoren, welche bei der Berechnung der tatsächlichen Wahrscheinlichkeit bestimmter Fehler zu berücksichtigen wären, ausser acht lässt,¹² kann es doch einen Eindruck von den Wahrscheinlichkeitsverhältnissen vermitteln, welche dieser Art von genealogischen Bestimmungen zugrunde liegen.

SEPARATE ABWEICHUNGEN

Auf diese Art lässt sich auch für den jeweils zweiten Teil der Regeln zur Erstellung genealogischer Stammbäume die probabilistische Grundlage zeigen. Um die durch den ersten Teil noch offen gelassene Frage zu beantworten, um welche Art der Kopierbeziehung es sich genau handelt, werden Fehler gefordert, die zusätzlich zu den gemeinsamen Fehlern jeweils nur in einem einzigen Manuskript zu finden sind.

Die Regel besagt, dass eine Eltern-Kind-Beziehung zwischen zwei Manuskripten nur dann etabliert werden kann, wenn zusätzlich zu beiden gemeinsamen Fehlern, eines der beiden noch eine zusätzliche Fehler enthält, welchen es mit keinem anderen Manuskript teilt. Grundsätzlich sind hier jedoch mehrere Szenarien denkbar (Vgl. Abbildung V.4). Entweder es handelt sich um eine Eltern-Kind-Beziehung bei der entweder MS2 von MS1 abstammt oder umgekehrt, oder um eine Geschwisterbeziehung, was bedeutet, dass sowohl MS1 als auch MS2 von einer gemeinsamen, nicht überlieferten Vorlage MSX abstammen. Kommen wir zuerst zu der Eltern-Kind-Beziehung. Abbildung V.5 stellt schematisch die möglichen Varianten dieser Beziehung dar, wobei die Pfeile für die angenommene

¹²Es handelt sich bei diesen Beispielrechnungen selbstverständlich nur um stark vereinfachte Situationen, welche mit den wirklichen Wahrscheinlichkeitsverhältnissen nur bedingt zu tun haben. Zu viele relevante Faktoren, wie beispielsweise die statistische Häufigkeit bestimmter Fehler bzw. die unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten verschiedener Arten von Fehlern werden ausser acht gelassen. Dies ist jedoch damit zu entschuldigen, dass hier nur die Vermittlung der prinzipiell probabilistischen Grundlage des Verfahrens angestrebt wird.

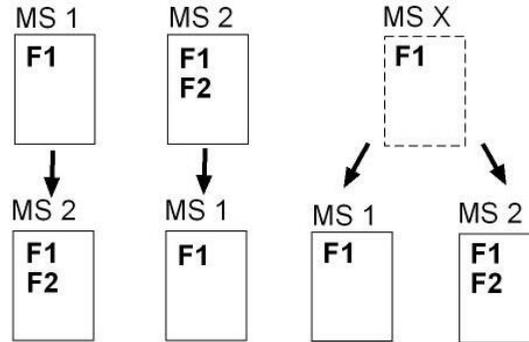


Abbildung V.4: Geht man von einer Kopierrelation zwischen zwei Manuskripten aus, sind drei verschiedene Varianten denkbar.

Kopierrichtung stehen. In der ersten Variante wird das Manuskript MS2 als ein Blatt verstanden (um das Bild des Baumes zu verwenden), welches sich ganz aussen an einem Baum befindet und keine weiteren überlieferten Nachfahren hat. MS2 mit dem zusätzlichen, nur ihm eigenen Fehler (F2) stammt demnach von MS1 ab, welches nur die gemeinsamen Fehler aufweist (F1). Die Wahrscheinlichkeit für diese Variante entspricht der gesetzten Wahrscheinlichkeit des Entstehens von Fehlern, in unserem Fall also 10^{-4} .¹³

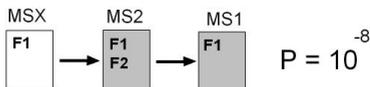
Eine weitere Variante wäre, dass MS1 von MS2 abstammt. Das würde voraussetzen, dass MS2 von einem nicht mehr erhaltenen, mit MS1 identischen Manuskript (MSX) kopiert wurde, wobei der Fehler F2 auftrat (Wahrscheinlichkeit: 10^{-4}). Daraufhin müsste MS1 von MS2 kopiert worden sein, wobei der Fehler F2 wieder verschwand (Wahrscheinlichkeit: 10^{-4}). Nimmt man für das Auftreten sowie das Verschwinden von Fehlern jeweils dieselbe Wahrscheinlichkeit von 10^{-4} an und setzt sie in die Formel für die Berechnung von Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten zweier unabhängiger Ereignisse ein, ergibt sich für diese Variante eine Wahrscheinlichkeit von 10^{-8} :

$$P(AB) = 10^{-4} \times 10^{-4} = 10^{-8} \quad (\text{V.5})$$

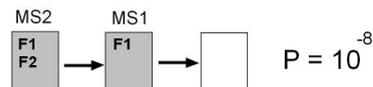
¹³Hierbei gilt immer noch die Annahme, dass pro Kopiervorgang ein Fehler auftritt.



Variante 1: Bei einer gesetzten Wahrscheinlichkeit von 1/10 000 für das Auftreten von F2 ergibt sich für die Variante, dass MS1 die Vorlage von MS2 ist die Wahrscheinlichkeit von 10^{-4}



Variante 2: Bei einer gesetzten Wahrscheinlichkeit von 1/10 000 für sowohl Auftreten als auch Verschwinden von F2 ergibt sich für die Variante, dass MS2 die Vorlage von MS1 ist die Wahrscheinlichkeit von 10^{-8}



Variante 3: Bei einer gesetzten Wahrscheinlichkeit von 1/10 000 für das Verschwinden von sowohl F1 und F2 ergibt sich die Wahrscheinlichkeit von 10^{-8}

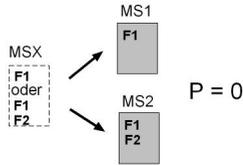
Abbildung V.5: Probabilistischer Hintergrund von Regel 1.

Während in der zweiten Variante MS1 ebenfalls als ein Blatt verstanden wird, welches keine weiteren Nachfahren hat, wäre ebenso denkbar, dass MS1 von MS2 abstammte, wobei MS2 den Stamm darstellt, von welchem alle anderen überlieferten Manuskripte abstammen.¹⁴ F1 und F2 wären in diesem Fall also als Bestandteile des Originaltexts zu verstehen und ihr Verschwinden daraufhin als Fehler. MS1 wäre demnach eine Kopie von MS2, bei welcher F2 fälschlicherweise nicht übernommen wurde (Wahrscheinlichkeit: 10^{-4}). Angesichts der Tatsache, dass alle anderen Manuskripte aber auch F1 nicht enthalten, muss auch dessen Verschwinden in das Szenario mit einbezogen werden (Wahrscheinlichkeit: 10^{-4}). Auch in diesem Fall hat man es mit zwei unabhängigen Ereignissen zu tun, welche jedes für sich die Wahrscheinlichkeit von 10^{-4} haben, was gemäss der Formel für die Wahrscheinlichkeiten zweier unabhängiger Ereignisse ebenfalls einen Wert von 10^{-8} ergäbe.¹⁵

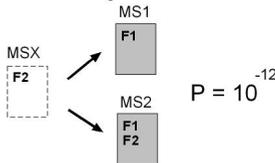
An Geschwisterverhältnissen gibt es drei möglich Varianten (Vgl. Abbildung V.6). Zum einen könnten MS1 und MS2 beide von einem mit MS1 oder MS2

¹⁴Eine andere Möglichkeit wird nicht in Betracht gezogen, da, wie von der Regel gefordert, keine anderen Diagramme existieren, welche F1, F2 oder beide enthalten.

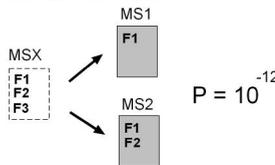
¹⁵Im Folgenden wird nur noch eine dieser Varianten behandelt.



Variante 1: Da vorausgesetzt wird, dass es keine Kopien von Texten ohne Abweichungen von der Vorlage gibt, ist es ausgeschlossen, dass MS1 und MS2 von einer mit MS1 oder MS2 identischen Vorlage abstammen.



Variante 2: Bei einer gesetzten Wahrscheinlichkeit von 1/10 000 für das unabhängige Auftreten von F1 in sowohl MS1 als auch MS2 als auch für das Verschwinden von F2 in MS1 ergibt sich für die Variante, dass MS1 und MS2 von einer unbekanntem gemeinsamen Vorlage mit F2 abstammen die Wahrscheinlichkeit von 10^{-12} .



Variante 3: Bei einer gesetzten Wahrscheinlichkeit von 1/10 000 für das Verschwinden von F2 und F3 in MS1 sowie von F3 in MS2 ergibt sich für die Variante, dass sowohl MS1 als auch MS2 von einer unbekanntem gemeinsamen Vorlage mit F1-F3 abstammen die Wahrscheinlichkeit von 10^{-12} .

Abbildung V.6: Die Wahrscheinlichkeiten für drei Varianten von Geschwister-Verhältnissen bei Diagrammen mit einer Fehlerverteilung nach Regel 1.

identischen, nicht überlieferten Manuskript abstammen. Da als explizite Voraussetzung für das Funktionieren der drei Regeln jedoch davon ausgegangen wird, dass „jeder Schreiber bewusst oder unbewusst von seiner Vorlage abweicht“ ist diese Möglichkeit auszuschliessen.¹⁶ Denn wenn beide Manuskripte von einem mit einem von beiden identischen Manuskript abstammten, bedeutete dies, dass im Kopierschritt von der Vorlage zum identischen, existierenden Manuskript kein Fehler auftrat.

Eine andere Variante für eine gemeinsame, nicht überlieferte Vorlage wäre, dass diese nur den auch in MS2 enthaltenen Fehler F2 enthält. Hierfür ergibt sich

¹⁶Vgl. Seite 100.

jedoch die äusserst geringe Wahrscheinlichkeit von 10^{-12} , da gemäss der Formel für die Wahrscheinlichkeiten von unabhängigen Ereignissen die Wahrscheinlichkeiten des Verschwindens von F2 und das Auftreten von F1 beim Kopierschritt nach MS1 und das Auftreten von F1 im Kopierschritt nach MS2 (jeweils 10^{-4}) miteinander multipliziert werden müssten:

$$P(AB) = 10^{-4} \times 10^{-4} \times 10^{-4} = 10^{-12} \quad (\text{V.6})$$

Denkbar ist auch noch eine dritte Variante: Die unbekannte Vorlage könnte die Fehler der Manuskripte MS1 und MS2 (F1, F2) enthalten und darüber hinaus noch mindestens einen zusätzlichen Fehler F3. Diese Variante zeigt sich jedoch, schon bei nur einem zusätzlichen Fehler F3 als ebenso unwahrscheinlich wie die vorige Variante, da die Wahrscheinlichkeiten des Verschwindens von F2 und F3 im Kopierschritt nach MS1 sowie des Verschwindens von F3 im Kopierschritt nach MS2 miteinander multipliziert werden müssten (jeweils 10^{-4}) was zur gleichen Rechnung wie im vorigen Fall führt (Ergebnis: 10^{-12}).

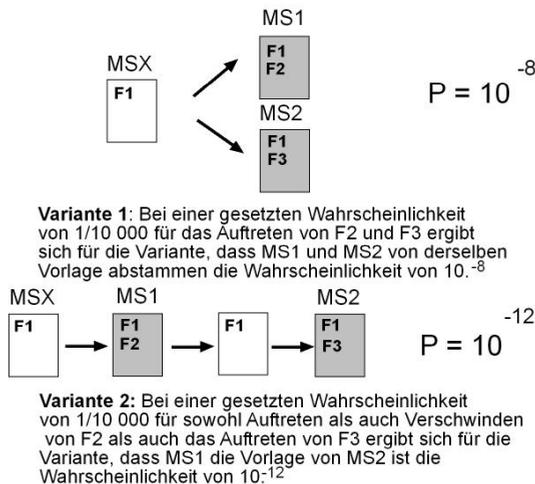


Abbildung V.7: Die Wahrscheinlichkeiten für zwei Varianten von Abstammungsverhältnissen bei Diagrammen mit einer Fehlerverteilung nach Regel 2.

Das Beispiel konnte zeigen, dass die aufgrund der Regeln 1-3 gemachten Aussagen auf Abschätzungen von Wahrscheinlichkeiten beruhen, bzw. dass bei

zwei Manuskripten mit einer Fehlerverteilung wie sie von Regel 1 gefordert wird davon ausgegangen werden kann, dass es sich um eine Eltern-Kind-Beziehung der ersten Variante handelt. Das Beispiel ergab, dass die anderen Varianten im Vergleich dazu äusserst unwahrscheinlich sind. Bei den angenommenen Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Fehlern ergab sich in unserem Beispiel, dass die Wahrscheinlichkeit dafür, dass MS1 die Vorlage von MS2 ist um den Faktor 10^{-4} höher ist als jede andere Variante.

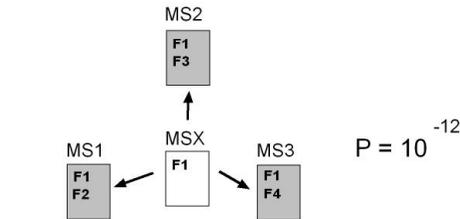
Auf die gleiche Weise kann die Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Varianten von Abstammungsverhältnissen für Diagramme mit der Fehlerverteilung, wie sie von der zweiten Regel gefordert wird (MS1: F1, F2; MS2: F1, F3), abgeschätzt werden (Vgl. Abbildung V.7). Wieder sind die in Abbildung V.4 vorgestellten Möglichkeiten an Abstammungsverhältnissen zu diskutieren. Kommen wir wieder zuerst zu der von Regel zwei vorgeschlagenen Variante, dass MS1 und MS2 Kopien einer gemeinsamen Vorlage mit dem Fehler F1 abstammen. In den vorangegangenen Abschnitten wurde deutlich, dass sich die Gesamtwahrscheinlichkeit in unserem Beispiel aus der Multiplikation der Wahrscheinlichkeiten der unabhängigen Fehler ergibt, von welchen ausgegangen werden muss. Die Diskussion von Wahrscheinlichkeiten wird daher im Folgenden nur noch die Zahl der in Betracht zu ziehenden unabhängigen Fehler und das daraus resultierende Ergebnis nennen. Um die Gesamtwahrscheinlichkeit dieser Variante zu erhalten müssen die Wahrscheinlichkeiten zweier unabhängiger Fehler multipliziert werden, was 10^{-8} ergibt (F2 in Kopierschritt von MSX nach MS1 und F3 im Kopierschritt von MSX nach MS2).¹⁷

Von den beiden Eltern-Kind-Verhältnissen ist es ebenfalls ausreichend, eines zu untersuchen, da die wahrscheinlichkeitstheoretische Situation bei einem gemeinsamen und jeweils einem individuellen Fehler sich in beiden gleich gestaltet (Vgl. Abbildung V.5, Variante 2). In beiden Fällen müssen die Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten (10^{-4}) und Verschwinden (10^{-4}) des einen individuellen Fehlers sowie das Auftreten (10^{-4}) des anderen individuellen Fehlers, gemäss der Formel für die Wahrscheinlichkeiten von unabhängigen Ereignissen, multipliziert werden: Ergebnis: 10^{-12} ¹⁸

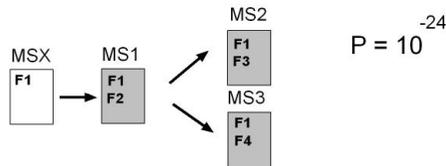
¹⁷Auf die ausführliche Behandlung der anderen denkbaren Geschwister-Verhältnisse soll hier verzichtet werden, da dies schon für Regel 1 ausführlich geschehen ist. Denn auch hier gilt, dass identische Kopien ausgeschlossen sind und führen zusätzliche, über F1-F3 hinausgehende Fehler in der unbekanntem Vorlage zu sehr viel geringeren Wahrscheinlichkeiten.

¹⁸Das es hierbei keinen Unterschied macht, ob die Kopie als Blatt oder die Vorlage als Stamm betrachtet wird, ergab sich schon in den Wahrscheinlichkeitsabschätzungen für die erste Regel und gilt hier ebenso (Variante 3).

Damit ist auch für die zweite Regel gezeigt, dass ihre Grundlage die Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten ist. Die Beispielrechnung konnte verdeutlichen, dass die von Regel 2 vorgeschlagene Geschwisterbeziehung im Fall zweier Manuskripte, welche gemeinsame und jeweils noch einen individuellen Fehler aufweisen, um den Faktor 10^{-4} wahrscheinlicher ist, als die anderen möglichen Abstammungsvarianten.



Variante 1: Bei einer gesetzten Wahrscheinlichkeit von $1/10\,000$ für das Auftreten von F2 oder F3 ergibt sich für die Variante, dass MS1 und MS2 von derselben Vorlage abstammen die Wahrscheinlichkeit von 10^{-4}



Variante 2: Bei einer gesetzten Wahrscheinlichkeit von $1/10\,000$ für sowohl Auftreten als auch Verschwinden von F2 als auch das Auftreten von F3 ergibt sich für die Variante, dass MS1 die Vorlage von MS2 ist die Wahrscheinlichkeit von 10^{-12}



Variante 3: Bei einer gesetzten Wahrscheinlichkeit von $1/10\,000$ für sowohl das Verschwinden von F2 als auch das Auftreten und Verschwinden von F3 ergibt sich die Wahrscheinlichkeit von 10^{-12}

Abbildung V.8: Die Wahrscheinlichkeiten für drei Varianten von Abstammungsverhältnissen bei Diagrammen mit einer Fehlerverteilung nach Regel 3.

Bleibt die Diskussion der Wahrscheinlichkeiten bei der möglichen Abstammungsverhältnisse von Diagrammen mit der von der dritten Regel geforderten Fehlerverteilung (MS1: F1, F2; MS2: F1, F3; MS3: F1, F4). Wieder sind verschiedene Szenarien denkbar (Siehe Abbildung V.8). Betrachten wir wieder zunächst

die von der Regel vorgeschlagene Variante 1: alle drei Manuskripte stammen von einer gemeinsamen, nicht überlieferten Vorlage MSX ab. Aus drei zu berücksichtigenden unabhängig auftretenden Fehlern (F1-F3) ergibt sich hier die Gesamtwahrscheinlichkeit von 10^{-12} .¹⁹ Eine andere denkbare Variante ist, dass nur zwei der Manuskripte MS1-MS3 MSX als Vorlage haben während das dritte von einem der anderen beiden abstammt. Multipliziert werden müssten in diesem Fall die Wahrscheinlichkeiten für das unabhängige Auftreten von F2 und F3 sowie für jeweils das Auftreten und Verschwinden von F4, was in einer Gesamtwahrscheinlichkeit von 10^{-16} für diese Variante resultiert. Eine noch niedrigere Wahrscheinlichkeit ergibt sich für die dritte Möglichkeit: Wenn nur eines der Manuskripte MS1-MS3 von MSX abstammt und die anderen beiden wiederum dieses als Vorlage haben (Variante 2 und 3). Die Multiplikation der Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von F2 und das Auftreten und Verschwinden von F3 und F4 führt zu einer Gesamtwahrscheinlichkeit von 10^{-20} für diese Variante. Damit ist auch für Regel 3 gezeigt, dass die von ihr vorgeschlagenen Kopierrelationen für drei Diagramme mit der entsprechenden Fehlerverteilung in unserem Beispiel um den Faktor 10^{-4} wahrscheinlicher ist, als die nächstwahrscheinlichere Variante.

Es konnte gezeigt werden, dass sich die Berechtigung der Regeln zur Bestimmung von Abhängigkeitsverhältnissen in Wahrscheinlichkeitsüberlegungen gründet. Das eindeutige Ergebnis der Beispielberechnungen von Wahrscheinlichkeiten gewinnt noch an Gewicht, wenn man bedenkt, dass die beispielhaften Berechnungen der Wahrscheinlichkeiten von einem Fehler pro Kopiervorgang ausgingen, während man es in Wirklichkeit meist mit einer ganzen Reihe von Fehlern pro Kopiervorgang zu tun hat.²⁰

1.3 VERZICHT AUF REGEL 2 UND 3

Als ein erster Schritt für eine Übertragung der Regeln auf astronomische Diagramme müssen die Regeln an einen wichtigen, aus verschiedenen Erkenntnisinteressen resultierenden Unterschied bei der Erstellung von Kopierrelationen angepasst werden. In der Textkritik dient die Stammbaumerstellung nur der Rekonstruktion der ältesten existierenden Version eines Textes. Historische Abhän-

¹⁹Die anderen Geschwisterverhältnisse sind zu vernachlässigen, da wieder gilt, dass keine identischen Kopien entstehen und alle anderen Varianten weit höhere Wahrscheinlichkeiten ergeben.

²⁰Wie sich das auf die Wahrscheinlichkeiten der jeweiligen Szenarien auswirkt, wird deutlich, wenn man bedenkt, dass schon bei zwei auftretenden Fehlern deren Wahrscheinlichkeiten miteinander multipliziert werden.

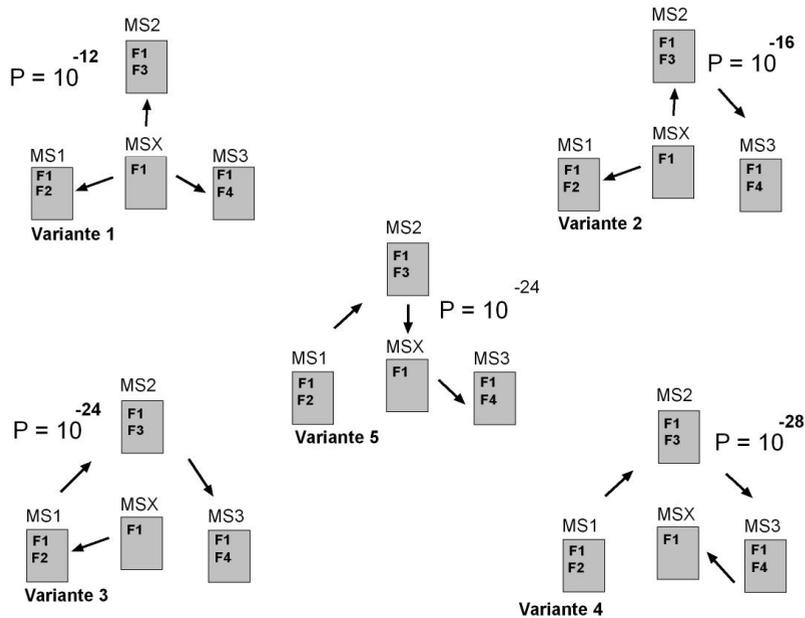


Abbildung V.9: Bei überlieferten Manuskripten können die Regeln 2 und 3 auch durch Regel 1 ausgedrückt werden.

gigkeiten sind hier nur insofern von Interesse, als sie die Wiederherstellung einer jeweils früheren Version eines Textes ermöglichen. Hier spielen die Regeln 2 und 3 eine herausragende Rolle, da sie es erlauben, Text von Manuskripten zu rekonstruieren, welche gar nicht mehr existieren. Die Stammbaumerstellung im Rahmen dieser Arbeit ist dagegen an jedem einzelnen Kopierschritt interessiert, unabhängig davon, ob seine Rekonstruktion der Wiederherstellung einer älteren Version eines Bildes dient oder nicht. Ein noch wichtigerer Unterschied ist jedoch, dass das Erkenntnisinteresse der Arbeit auf die Interpretation von Bildveränderungen zielt, die am überlieferten Material nachgewiesen werden können.²¹

²¹Eine Wiederherstellung von verloren gegangenen Zwischen-Varianten wäre zwar sicherlich reizvoll aber nicht ohne einen erheblichen theoretischen und praktischen Zusatzaufwand möglich. Im Rahmen dieser Arbeit muss darauf verzichtet werden.

Damit sind die Regeln 2 und 3 überflüssig, denn nur Regel 1 hat die Bestimmung von Kopierbeziehungen zwischen überlieferten Manuskripten zum Gegenstand. Dass die Regeln 2 und 3 in diesem Fall ersetzt werden, kann an Abbildung V.9 nachvollzogen werden. Nachzuweisen ist, dass bei drei Manuskripten mit der von Regel 3 geforderten Fehlerverteilung Regel 1 ausreicht, deren Geschwisterverhältnis mit dem gleichen Grad an Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, wie Regel 3. Voraussetzung hierfür ist lediglich, dass ein Manuskript existiert, welches die Fehlerverteilung aufweist wie die von Regel 3 rekonstruierte Vorlage (F1). Mit Regel 1 sind fünf Varianten von Abstammungsrelationen mit den folgenden Wahrscheinlichkeiten möglich.

Variante 1 entspricht der von Regel 3 ebenfalls aufgestellten Geschwisterbeziehung der Manuskripte MS1, MS2 und MS3, welche alle von dem in diesem Fall überlieferten MSX abstammen. Aus der Multiplikation von drei unabhängigen Fehlern ergibt sich eine Gesamtwahrscheinlichkeit von 10^{-12} . Variante 2 geht davon aus, dass eines der Manuskripte MS1-MS3 von einem der jeweils anderen beiden abstammt und nicht von MSX. Aus den Wahrscheinlichkeiten von vier miteinander zu multiplizierenden unabhängigen Fehlern ergibt sich die Gesamtwahrscheinlichkeit von 10^{-16} für diese Variante von Abstammungen. Weitere Möglichkeiten sind, dass nur eines der Manuskripte MS1-MS3 von MSX abstammt und die anderen beiden wiederum dieses als Vorlage haben²² (Variante 3), dass MSX als Blatt von einem der drei Manuskripte MS1-MS3 abstammt,²³ (Variante 4), oder dass MSX sowohl von einem der Manuskripte MS1-MS3 abstammt als auch Vorlage für eines davon ist (Variante 5).²⁴ Mit Gesamtwahrscheinlichkeiten von 10^{-20} oder 10^{-24} sind diese jedoch noch um ein Vielfaches unwahrscheinlicher als die ersten beiden Varianten.

Variante 1 kann somit auch ausschliesslich mit Hilfe von Regel 1 mit dem Faktor 10^{-4} als die wahrscheinlichste Variante von Kopierverhältnissen etabliert werden.

²²Entweder als Geschwister oder über zwei Generationen.

²³Wobei von den letzteren wieder zwei als Geschwister oder in zwei Generationen vom dritten abstammen.

²⁴Das dritte ist in diesem Fall entweder Vorlage für die Vorlage von MSX oder stammt von der Kopie von MSX ab.

2 DIE ÜBERTRAGUNG AUF WISSENSCHAFTLICHE ABBILDUNGEN

2.1 PARALLELEN

Ensemble graphischer Elemente

Die entscheidende Parallele zwischen einem Manuskripttext und einem wissenschaftlichen Diagramm, hinsichtlich einer Übertragung der textkritischen Methoden auf astronomische Diagramme, ist, dass es sich in beiden Fällen um ein Ensemble von Aussagen handelt, welches mit Hilfe graphischer Elemente dargestellt gemacht werden.²⁵ Während bei einem Text ein bestimmter Satz an graphischen Elementen (Buchstaben und Satzzeichen) nach den Regeln eines Zeichensystems (Orthographie, Grammatik) angeordnet werden, um Aussagen zu machen, gilt dieses, wie in Kapitel VII ausgeführt wird, für wissenschaftliche Abbildungen ebenso. Auch hier werden graphische Elemente nach gewissen Regeln organisiert um eine bestimmte Bedeutung, in diesem Fall theoretische Aussagen, zu transportieren.²⁶

Diese Parallele ist der ausschlaggebende Grund für die Überlegungen einer Übertragung der textkritischen Methoden auf astronomische Diagramme, da die Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten, wie sie im vorigen Abschnitt beispielhaft durchgeführt wurde, darauf beruht, dass das gesamte graphische Objekt (das Manuskript) in einzelne graphische Elemente untergliedert wird. Die Übertragbarkeit der Methode entscheidet sich somit an der Frage, ob es möglich ist, diese Art von Wahrscheinlichkeitsabschätzung auf wissenschaftliche Abbildungen zu übertragen.

Wiederholter Kopierprozess

Eine zweite für das Vorhaben des Methodentransfers relevante Parallele, welche eng mit der ersten zusammen hängt, ist die Tatsache, dass es sich in beiden Fällen um Zusammenstellungen graphischer Elemente handelt, die wiederholt kopiert wurden. Hierbei ist besonders der Aspekt von Bedeutung, dass in dem Bild wie im Text im Verlauf des Kopiervorganges meist Fehler auftreten. Somit kann

²⁵Mit einigen in den folgenden Abschnitten verwendeten Begrifflichkeiten wird an dieser Stelle ein Vorgriff auf Kapitel VII gemacht, in welchem die bildtheoretischen Grundlagen der in dieser Arbeit vorgenommenen Analysen von Abbildungen mit wissenschaftlichem Inhalt vorgestellt werden. Das betrifft insbesondere den Begriff des *graphischen Elements*. Dieser bezeichnet die im Bild enthaltenen bedeutungstragenden Elemente wie etwa Linien, Kreise, Punkte und Buchstaben. Für eine eingehendere Behandlung vergleiche Kapitel VII, S. 171.

²⁶Vgl. hierzu auch Kapitel VII.

vorerst festgehalten werden, dass Bild und Text sich in diesem Fall darin gleichen, dass es sich um Ensembles von identifizierbaren graphischen Elementen handelt. Diese Ensembles graphischer Elemente werden wiederholt kopiert, wobei in der Regel Kopierfehler auftreten.

2.2 UNTERSCHIEDE UND KONSEQUENZEN

Konnten gerade zwei grundlegende Parallelen zwischen Bild und Text aufgezeigt werden, ist doch unübersehbar, dass sich diese in vielen Punkten auch unterscheiden. Im folgenden soll versucht werden, die für das Vorhaben des Methodentransfers relevanten Unterschiede zu benennen, um im nächsten Abschnitt die Konsequenzen dieser Unterschiede für den Transfer der textkritischen Methoden zu ziehen.

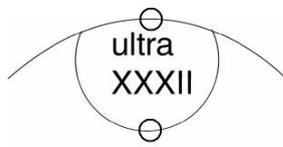
Geringere Menge an graphischen Elementen

Der wichtigste Unterschied ist wohl, dass die astronomischen Diagramme, welche hier zur Debatte stehen, eine sehr viel geringere Menge graphischer Elemente aufweisen, als dies bei einem Text der Fall ist. Selbst wenn man, wie wir es in unserem Beispiel taten, nur komplexe graphische Elemente, also z. B. Worte, als Einheiten zählt und gar nicht die tatsächlichen Buchstaben,²⁷ liegt man mit einer angenommenen durchschnittlichen Wortzahl von 10 000 Worten pro Manuskript weit jenseits der Zahlen, welche man bei einer Abbildung erreicht. In Abbildung V.10 wird versucht, beispielhaft die graphischen Elemente eines Diagramms an einem kleineren Exemplar zu bestimmen. Wie in Kapitel VII näher ausgeführt wurde, wird ein graphisches Element in diesem Fall als die kleinste graphische Einheit verstanden, welcher noch sinnvoll eine Bedeutung zugeschrieben werden kann. Im Fall der untersuchten astronomischen Diagramme sind das 5 – 30 graphische Elemente.

Etabliertere Konventionen

Ein weiterer bedeutender Unterschied ist, dass es sich im Fall der graphischen Elemente der astronomischen Diagramme um eine sehr viel weniger konventionelle Zeichentradition handelt. Hingegen hat man es bei der Schrift mit einem der ältesten Zeichensysteme überhaupt zu tun. Die Bedeutung der Buchstaben ist seit Jahrtausenden unverändert und kontextunabhängig geradezu universell bekannt. Im Fall der mittelalterlichen Diagramme dagegen hat man es mit einem Zeichensystem zu tun, welches mit den ersten Diagrammen dieser Tradition im

²⁷Vgl. zu diesem Thema Kapitel VII, S. 171.



Graphische Elemente:

1. Gebogene Linie
2. Halbkreis
3. Schriftzug 1
4. Schriftzug 2
5. Kreis 1
6. Kreis 2

Abbildung V.10: Die graphischen Elemente des Ultra-Diagramms.

9. Jahrhundert erst entsteht und dann im Verlauf der weiteren Kopien durch die folgenden Jahrhunderte expandiert wird und sich etabliert. Dem liegt der Umstand zugrunde, dass die frühen mittelalterlichen Kopisten auf keine Bildtraditionen für planetenastronomische Inhalte zurückgreifen konnten und somit gezwungen waren, eine eigene Tradition zu begründen. Das hat für den heutigen Interpreten schwerwiegende Konsequenzen: Zum einen lassen sich Bedeutung und Gestalt einzelner graphischer Elemente im Bild nur durch eine sorgfältige Analyse des zeitgenössischen astronomischen Wissens benennen. Eine weitere Schwierigkeit im Umgang mit einem Zeichensystem, welches in der Produktion seiner ersten Anwendungen erst entsteht, besteht darin, dass davon ausgegangen werden muss, dass die Zuordnung von Bedeutung zu den Zeichnungen nicht so selbstverständlich erfolgte, wie dies im Fall der Schrift geschieht und daher in sehr viel höherem Masse als bei einem Text mit Missverständnissen zu rechnen ist. Bei dem sehr heterogenen Bildungsstand der mittelalterlichen Astronomen kann angenommen werden, dass ein und dasselbe graphische Element in verschiedenen Weisen interpretiert wurde.

Der Vorschlagscharakter der Bilder

Auch bezüglich ihres Status für den mittelalterlichen Kopisten unterscheiden sich die beiden Medien grundsätzlich. Der aus der Antike überlieferte Manuskripttext war für den mittelalterlichen Gelehrten mit einer für heutige Verhältnisse schwer nachvollziehbaren Autorität behaftet. Das in diesen Texten vermittelte Wissen wurde kaum hinterfragt, kritisiert oder korrigiert, da aus ihnen unvermittelt die antiken Autoritäten sprachen.²⁸ Eine unmittelbare Konsequenz für den Umgang mit den Manuskripten ist daher, dass beim Kopieren darauf geachtet wurde, eine

²⁸Das geht daraus hervor, dass die mittelalterlichen Manuskripte, von Fehlern abgesehen, kaum verändert wurden.

möglichst getreue Kopie herzustellen, um keinen Verlust an der im frühen Mittelalter ohnehin dürftigen antiken Überlieferung zu riskieren. Ganz anders stellt sich der Status der zu den Texten entstehenden Diagramme dar. Als heuristisches Hilfsmittel zum Verständnis der z. T. komplizierten astronomischen Sachverhalte entstanden,²⁹ behalten sie diesen Status als Interpretationsvorschlag einer bestimmten Textstelle durch die Jahrhunderte bei. Dieser Vorschlagscharakter der Bilder bringt es mit sich, dass sie ohne Scheu modifiziert, ergänzt oder neu arrangiert werden, je nach persönlichem Verständnis oder Verwendungskontext.

2.3 DIE ABSCHÄTZUNG VON WAHRSCHEINLICHKEITEN

Differenziertere Wahrscheinlichkeiten

Die Konsequenz aus der wesentlich kleineren Menge an graphischen Elementen eines Diagramms im Vergleich zu einem Text muss sein, dass man die Möglichkeiten zur Veränderung graphischer Elemente bei der Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten differenzierter betrachtet. Genügte es bei den Manuskripten, sich bei der Abschätzung der Wahrscheinlichkeiten auf die Zahl der Worte zu stützen, so ist einem im Fall der Diagramme noch nicht einmal geholfen, wenn man die Zahl der einzelnen identifizierbaren graphischen Elemente als Grundlage nimmt. Denn wie in Abbildung V.10 zu sehen ist, weisen die Diagramme, je nach Grad der Komplexität, oft nicht mehr als fünf graphische Elemente auf. Geht man bei einem so kleinen Diagramm von einer Veränderung pro Kopierschritt aus dann liegt die Wahrscheinlichkeit, dass eines der fünf Elemente verändert wird, bei etwa 20 Prozent. Eine so hohe Wahrscheinlichkeit macht die Übertragung der textkritischen Methode sicherlich nicht von vornherein unmöglich, vielversprechender ist es aber, die Wahrscheinlichkeiten von Diagramm-Veränderungen differenzierter zu betrachten.³⁰ Die Situation verändert sich, wenn man in Betracht zieht, dass ein Zeichen in verschiedenen Hinsichten verändert werden kann.

Ein Beispiel hierfür soll anhand Abbildung V.11 gegeben werden: Hier wird ein Halbkreis bei einer Kopie einmal in die Breite gezogen, einmal in die Länge, einmal als Kreis mit Kontakt zum über ihm liegenden Kreisbogen und einmal ohne diesen gezeichnet. Auf diese Weise lassen sich für alle Zeichen verschiedene Möglichkeiten finden, wie diese verändert werden könnten. Gehen wir nun

²⁹Siehe hierzu Kapitel VII, S. 193.

³⁰Gehen wir beispielsweise davon aus, dass zwei Diagramme dieselben unverwechselbaren Fehler aufweisen, läge die Wahrscheinlichkeit, dass dies zufällig geschehen ist, immer noch bei vier Prozent.

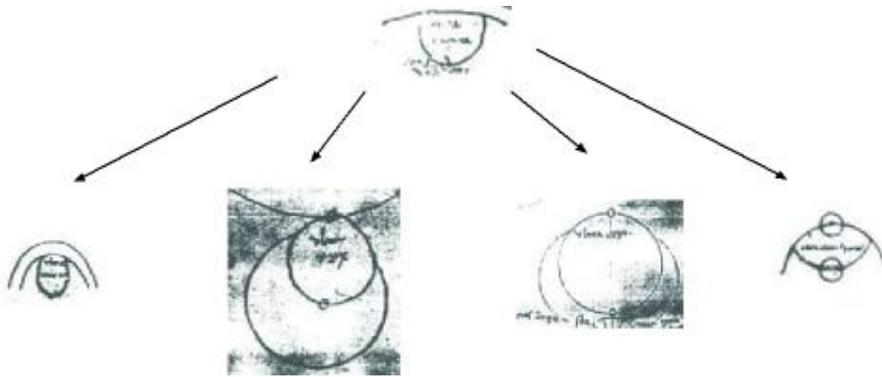


Abbildung V.11: Fünf Versionen des Ultra-Diagramms. Von links nach rechts: Leiden UB Voss. F.48, f. 792v; Firenze BL San Marco 190, f. 102r; Firenze BR 916, f. 88r; Oxford Merton College 291, f.94v; Paris BN 8671, f. 84r.

von nur fünf durchschnittlichen Veränderungsmöglichkeiten für ein Zeichen aus, ergeben sich schon wesentlich niedrigere Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Veränderungsschritte. Denn jede Veränderung eines Zeichens muss nun mit fünf multipliziert werden, was selbst für den Fall des äusserst simplen Diagramms mit nur fünf Zeichen eine Wahrscheinlichkeit von vier Prozent ergibt. Enthalten dann beispielsweise zwei Diagramme als einzige dieselben Fehler, liegt die Wahrscheinlichkeit, dass dies auf Zufall beruht nur noch bei 1.6 Promille.

Signifikanzschwelle

Ein anderes Problem stellt sich durch die weniger etablierten Zeichentraditionen der in den Abbildungen verwendeten graphischen Elemente. Der vergleichsweise geringe Grad an Stabilität der Abbildungsbeziehungen bringt es mit sich, dass die graphischen Elemente nicht so eindeutig sind wie Buchstaben und daher auch Abweichungen von diesen nicht so einfach zu identifizieren sind, wie dies bei Texten der Fall ist. Bei Schriftzeichen liegt ein Fehler dann vor, wenn ein Buchstabe oder ein Wort nicht mehr als solches erkannt werden kann und die Änderung daher unumkehrbar ist. Wenn in einem Text eine bestimmte Wortfolge vertauscht wird, ist dies ein Fehler, welcher sich mit Sicherheit auch in den Folgekopien finden wird. Leichte Variationen an der äusseren Gestaltung eines Buchstabens wür-

den jedoch nicht als Abweichung wahrgenommen werden. Die Entscheidung, ob eine Bildveränderung die gerade geschilderte Signifikanzschwelle überschreitet oder nicht, fällt bei den graphischen Elementen eines Diagramms schwerer, da entschieden werden muss, welche der vielen in den von Hand gezeichneten Diagrammen auftretenden Veränderungen signifikant genug sind oder nicht. Das entscheidende Kriterium ist in diesem Zusammenhang die Unumkehrbarkeit einer Modifikation. Erst wenn davon ausgegangen werden kann, dass eine Veränderung so signifikant ist, dass sie sich auch in den Folgekopien finden wird, ist sie für die Bestimmung von Kopierrelationen brauchbar. Viele Veränderungen treten zwar auf, sie machen aber das Zeichen als solches nicht unlesbar, wie etwa Unregelmäßigkeiten einer Kreislinie, welche bei der Reproduktion nicht übernommen werden, da der Kreis als solcher erkannt wird. Die Konsequenz für die Identifizierung von Fehlern und Abweichungen ist, dass nur solche Veränderungen aufgenommen werden, welche eine gewisse Signifikanz erreichen. Der Masstab einer solchen Signifikanzschwelle ist, ob es denkbar wäre, dass die Abweichung bei einer weiteren Reproduktion des Bildes nicht weiter kopiert wird. Das Hinzufügen eines weiteren Kreises zu einem anderen Kreis beispielsweise wird kaum rückgängig gemacht werden, während leichte Unregelmäßigkeiten der Linienführung bei einer Reproduktion nicht übernommen werden.

Störgrößen ausschliessen

Problematisch sind nicht nur wenig etablierte Abbildungskonventionen, auch unbekannt historische Konventionen der Verwendung graphischer Elemente können eine Schwierigkeit bei der Bestimmung von Abweichungen darstellen. Existieren beispielsweise verschiedene gleichberechtigte Darstellungsvarianten für ein Zeichen, kann dies zur Folge haben, dass anscheinend signifikante Bildveränderungen in Wirklichkeit nicht signifikant im Sinne von unumkehrbar sind. Denn wenn es jedem Zeichner frei steht, welche Darstellungsart er für einen bestimmten Bildgehalt wählt, ist nicht gewährleistet, dass eine Modifikation in Folgekopien beibehalten wird. Für einen Rekonstruktionsprozess der historischen Abhängigkeiten ist es notwendig, dass es dem Interpreten gelingt, die zeitgenössische Bedeutung des Zeichens in allen relevanten Aspekten zu rekonstruieren. In manchen Fällen gelingt dies jedoch nicht vollständig, was man daran erkennt, dass bestimmte Zeichen sehr häufig verändert werden, ohne dass ein Grund erkennbar ist. Das gilt beispielsweise für die Planetenbezeichnungen.

Hier gibt es im Mittelalter eine Vielzahl von gleichberechtigten Schreibweisen nebeneinander, welche je nach persönlichem Geschmack des Kopisten variieren.

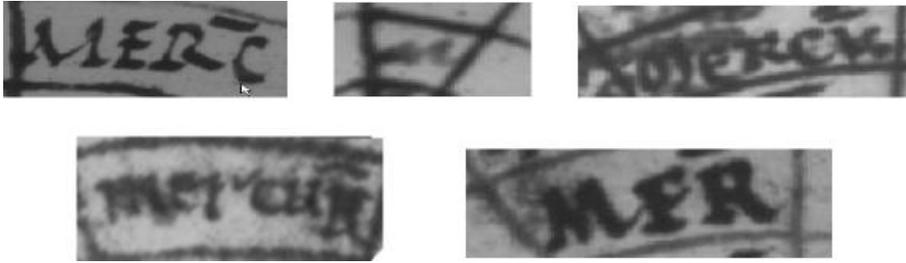


Abbildung V.12: Fünf mittelalterliche Schreibweisen für dem Planeten Merkur.
 Von Links nach rechts: *merc*, *m*, *merck*, *mercur*, *mer*

In Abbildung V.12 sind eine Reihe verschiedener Schreibweisen für den Planeten Merkur abgebildet. Eine weitere Quelle solcher Störfaktoren kann der Text sein, zu welchem das Bild entsteht. Wird in diesem ein bestimmtes Element des Bildes beschrieben, wie z. B. der Gebrauch gewisser griechischer Buchstaben, kann es sein, dass jeder Kopist diese Textstelle als Referenz für das entsprechende Element nimmt und nicht dessen in der Vorlage überlieferte Variante und somit eine eigene Darstellungsweise wählt. Treten solche Störgrößen auf, müssen sie vom Prozess der Abstammungsbestimmung ausgeschlossen werden, da die Wahrscheinlichkeit solcher Veränderungen erstens viel zu hoch ist und diese zweitens in der Regel nicht traditionsbildend sind, also nicht weiter kopiert werden.

Synthesen ausschliessen

Der schon erwähnte Vorschlagscharakter der Bilder bringt mit sich, dass in den Abbildungen signifikantere Veränderungen zu erwarten sind als in den Texten. Dies ist für sich genommen unproblematisch, solange einer Kopie nur ein Diagramm als Vorlage diene. Ein zuweilen auftretendes Phänomen ist jedoch, dass mittelalterliche Gelehrte Elemente aus zwei oder mehr Abbildungen zusammenführen. Dieser kreative Umgang mit den Bildern macht diese für eine Einordnung in einen Stammbaum jedoch unbrauchbar, da sie keiner Vorlage eindeutig zuzuordnen sind. Eine eindeutige Identifizierung von zwei Vorlagen, aus denen durch Synthese ein neues Diagramm entstand, ist aufgrund der oft weitgehend identischen Gruppen von Diagrammen in den meisten Fällen nicht möglich. Aussagen

über Synthesen aus zwei Bildern beschränken sich daher oft auf die Bestimmung von Gruppen von Bildern, aus denen die Vorlagen für die Synthese stammen. von denen jeweils eine Vorlage für die Synthese aus beiden war. Stellt man fest, dass in einem Bild Elemente aus verschiedenen Vorlagen verarbeitet wurden, muss dieses demnach vom Prozess der Stammbaumerstellung ausgeschlossen werden.

2.4 DIE ANWENDUNG DER REGEL

Grundsätzlich scheint einer Übertragung der textkritischen Regel auf Abbildungen nichts im Wege zu stehen, wenn man die oben genannten Konsequenzen aus den Unterschieden der Bilder zum Text beachtet. Vor diesem Hintergrund soll nun geprüft werden, ob die Abschätzung der Wahrscheinlichkeiten für Bildveränderungen eine solche Anwendung zulassen oder nicht. Zu zeigen ist, dass mit der Anwendung von Regel 1 auf Diagramme ebenfalls Kopierbeziehungen mit ausreichend hoher Wahrscheinlichkeit etabliert werden können.

Bei der Berechnung der Wahrscheinlichkeiten für die möglichen Abstammungsverhältnisse von zwei Diagrammen, die die von der Regel geforderten Abweichungen von den übrigen Diagrammen des Bildtyps aufweisen, ist folgendes zu berücksichtigen: Die von den Regeln der Textkritik gemachte Voraussetzung, dass jeder Kopierschritt notwendigerweise zu Abweichungen von der Vorlage führt, kann bei Diagrammen nicht gemacht werden. Während die Zahl von identischen Kopien bei Texten eines gewissen Umfangs so gering zu sein scheint, dass sie zu vernachlässigen ist, sind Kopien ohne signifikante Abweichungen bei Diagrammen nicht selten. Dies muss in die Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten einbezogen werden. Dadurch gestaltet sich die folgende Beispielrechnung etwas komplexer als dies für Manuskripte der Fall war.

Unter den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten 659 Diagrammen finden sich 44 Diagramme mit einem „Zwilling“, d.h. Diagramme, die mindestens mit einem anderen Diagramm identisch sind. Verantwortlich für die Entstehung eines solchen Zwillingspaares war je ein fehlerfreier Kopiervorgang.³¹ Wir können also davon ausgehen, dass diese 88 paarweise identischen Diagramme das Resultat von mindestens 44 fehlerfreien Kopiervorgängen sind.

Die 659 Diagramme bilden ausgehend von 30 Originaldiagrammen zirka 30 genealogische Reihen von durchschnittlich 21 „Kindern“. Das heisst, die 659 Diagramme bilden 30 Verwandtschaftsgruppen mit je einem Original und 21

³¹Mit fehlerfrei ist hier gemeint, dass keine Abweichungen auftreten. Die Unterscheidung von intendierten Veränderungen und Fehlern ist nicht nötig, da der Gehalt der Bilder hier nicht in Betracht gezogen wird.

Kopien, deren Entstehung damit auf je 21 Kopiervorgänge zurückzuführen ist. Die 659 Diagramme sind damit das Produkt von ungefähr 630 Kopiervorgängen. Aus diesen Häufigkeiten leiten wir näherungsweise einen Wert p für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von *keiner* Abweichung bei einem Kopiervorgang, d.h. für das Entstehen von identischen Kopien, ab:

$$p = \frac{44}{630} \approx \frac{1}{14} \quad (\text{V.7})$$

Daraus ergibt sich für das Auftreten von einer oder mehr Abweichungen der Wert $(1 - p)$.

$$(1 - p) \approx \frac{13}{14} \quad (\text{V.8})$$

Die Wahrscheinlichkeit, dass beim Kopieren von Diagrammen keine Fehler auftreten, ist also um den Faktor 13 mal kleiner als die Wahrscheinlichkeit einer Kopie mit mindestens einem Fehler. Wichtig sind in diesem Zusammenhang nicht so sehr die genauen Werte von p und $(1 - p)$ als vielmehr der grundsätzliche Befund, dass gilt: $p < (1 - p)$. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von identischen Kopien ist deutlich kleiner als die Wahrscheinlichkeit fehlerhafter Kopien.

Bevor wir nun die verschiedenen möglichen Abstammungsverhältnisse zwischen zwei Diagrammen $D1$ und $D2$ auf ihre Wahrscheinlichkeiten hin vergleichen können, müssen wir noch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von *einem* Fehler an *einer spezifischen* Stelle bestimmen. Dazu machen wir Gebrauch vom Bernoulli-Schema (Binominalverteilung):

$$\binom{n}{k} p^k (1 - p)^{n-k} \quad (\text{V.9})$$

„ n “ stehe für die totale Anzahl der Fehlermöglichkeiten (= Anzahl signifikanter Zeichen) bei einem Diagramm und „ k “ für die Anzahl der tatsächlich gemachten Fehler. Gehen wir von $n = 5$, d.h. von 5 signifikanten und damit fehleranfälligen Zeichen aus, ergibt sich für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines bestimmten Fehlers an einer spezifischen Stelle der folgende Wert s , der bei grösser werdendem n stetig kleiner wird:

$$s = p(1 - p)^{n-1} = \frac{1}{14} \left(\frac{13}{14}\right)^4 = 0.053 \quad (\text{V.10})$$

Damit sind wir in der Lage, die möglichen Abstammungsverhältnisse zwischen zwei Diagrammen $D1$ und $D2$ auf ihre Wahrscheinlichkeit hin zu vergleichen.

Wir wollen das wahrscheinlichste Abstammungsverhältnis ermitteln zwischen einem Diagramm $D1$ mit einer Abweichung $A1$ von der fehlerfreien Version des entsprechenden Diagrammtyps D einerseits und einem zweiten Diagramm $D2$ mit den beiden Abweichungen $A1$ und $A2$ von D andererseits. Wieder sind drei mögliche Kopierrelationen möglich: eine Geschwisterbeziehung und zwei Eltern-Kind-Beziehungen. Betrachten wir zunächst die Geschwister-Variante (Variante 1): Ein drittes (verschollenes) Diagramm DX mit der Abweichung $A1$ ist zugleich Vorlage für $D1$ und $D2$ (vgl. Abbildung V.13). Bei dieser Konstellation tritt einmal eine identische Kopie und (unabhängig davon) einmal eine fehlerhafte Kopie der Vorlage auf. Die Wahrscheinlichkeit für dieses Abstammungsverhältnis ergibt sich aus dem Produkt von p und $(1 - p)$.

$$\text{Variante 1: } P_1 = p(1 - p) = \frac{1}{14} \left(\frac{13}{14} \right) = 0.066 \quad (\text{V.11})$$

Gehen wir dagegen von Eltern-Kind-Beziehung aus, ergeben sich zwei mögliche Richtungen der Abstammung: Entweder ist $D1$ Vorlage für $D2$ oder umgekehrt. Im ersten Fall (Variante 2) tritt zweimal hintereinander und unabhängig voneinander je eine Abweichung von D auf. Die Wahrscheinlichkeit für Variante 2 berechnet sich folglich mit $(1 - p)^2$:

$$\text{Variante 2: } P_2 = (1 - p)^2 = \left(\frac{13}{14} \right)^2 = 0.862 \quad (\text{V.12})$$

Schliesslich bleibt noch die Möglichkeit einer umgekehrten direkten Abstammung, d.h. $D2$ bildet die Vorlage für $D1$. Hier kommt es in einem ersten Schritt zu einer doppelten Abweichung von der korrekten Version des Diagrammtyps D . Für einen derartigen Kopiervorgang setzen wir ebenfalls die Wahrscheinlichkeit $(1 - p)$, ohne damit freilich unterstellen zu wollen, dass Diagramme mit derselben Wahrscheinlichkeit in einfacher wie in doppelter Hinsicht fehlerhaft kopiert werden. Tendenziell wird die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von zwei Fehlern eher kleiner sein als diejenige fürs Auftreten eines einzelnen Fehlers. Dieser Unterschied braucht uns an dieser Stelle jedoch nicht zu interessieren, denn es reicht für die Zwecke der hier intendierten Analyse aus, wenn wir dem ersten Kopierschritt von D nach $D2$ die Wahrscheinlichkeit $(1 - p)$, d.h. die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von *mindestens einem* Fehler, zusprechen. Im zweiten Kopierschritt — demjenigen von $D2$ nach $D1$ — tritt nun wiederum eine Abweichung von der Vorlage auf, diesmal jedoch nicht eine beliebige, sondern eine ganz *bestimmte*. Die Abweichung $A2$ wird rückgängig gemacht, d.h. auf einen

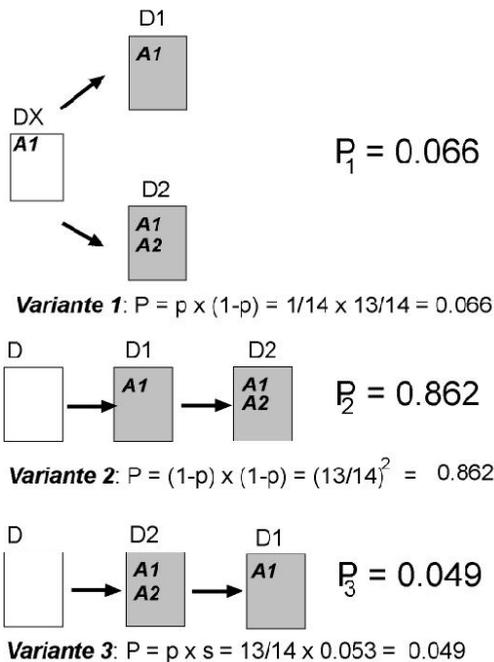


Abbildung V.13: Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten für Kopierrelationen bei Diagrammen nach Regel 1.

ganz bestimmten Originalzustand zurückgeführt. Dieser zweite Kopierschritt tritt demnach nicht mit Wahrscheinlichkeit $(1-p)$ auf, sondern hat den Wert s . Damit berechnet sich die Gesamtwahrscheinlichkeit für Variante 3 wie folgt:

$$\text{Variante 3: } P_3 = (1-p)s = \frac{13}{14} \cdot 0.053 = 0.049 \quad (\text{V.13})$$

Man kann gegen diese probabilistischen Berechnungen im einzelnen einiges einwenden. Zunächst einmal unterscheiden wir hier nicht zwischen dem Eintreten von einer und demjenigen von mehreren Abweichungen im Verlauf eines Kopiervorgangs. Auch wird nicht in Betracht gezogen, dass bestimmte Fehler möglicherweise nicht mit gleicher Wahrscheinlichkeit entstehen. Schliesslich wird man an obigen Berechnungen auch beanstanden können, dass der Wert für p aus

einer Population von Diagrammen gewonnen worden ist, die nicht unbedingt alle $n = 5$ signifikante Zeichen, d.h. Fehlermöglichkeiten, aufweisen, und somit für unser probabilistisches Modell nicht zulässig ist.

Diese Einwände sind alle berechtigt. Wesentlich für Gültigkeit der hier angestellten Überlegungen sind jedoch nicht die konkreten Zahlwerte von p , s oder n , sondern vielmehr nur folgende zwei Befunde:

- (A) Fehlerfreie Kopiervorgänge sind deutlich unwahrscheinlicher als fehlerhafte.
- (B) Das Auftreten einer *spezifischen* Abweichung ist unwahrscheinlicher als das Auftreten einer *beliebigen* Abweichung.

Dass die Kopierbeziehung von $D1$ und $D2$ die in Variante 1 dargestellte Form hat, ist unwahrscheinlicher als ein direktes Abstammungsverhältnis gemäss Variante 2, weil in Variante 1 neben einer fehlerhaften auch eine (unwahrscheinliche) fehlerfreie Kopie entsteht. In Variante 2 dagegen kommt es, wie es in den meisten Fällen der Fall ist, ausschliesslich zu fehlerhaften Kopierprozessen.

Dass das Abstammungsverhältnis zwischen $D1$ und $D2$ schliesslich die in Variante 3 dargestellte Form hat, ist unwahrscheinlicher als eine Kopierrelation nach Variante 2, weil in Variante 3 nicht wie in Variante 2 bloss beliebige Abweichungen, sondern darüber hinaus auch eine ganz bestimmte Abweichung, von $A2$ zurück in den Originalzustand, auftritt.

Gegeben (A) und (B) können wir also unabhängig von konkreten Zahlwerten zeigen, dass das Abstammungsverhältnis zwischen $D1$ und $D2$ mit allergrösster Wahrscheinlichkeit eine Eltern-Kind-Beziehung ist, wie sie Variante 2 darstellt.

(A) *garantiert, dass* $P(\text{Variante 1}) < P(\text{Variante 2})$

(B) *garantiert, dass* $P(\text{Variante 3}) < P(\text{Variante 2})$

Unter den in der Beispielrechnung angenommenen Bedingungen ergibt sich, dass Variante 2 etwa um den Faktor 15 wahrscheinlicher ist als die nächstwahrscheinlichere Variante 1 (vgl. Abbildung V.13). Damit beträgt die Wahrscheinlichkeit, dass, unter den Bedingungen des Rechenbeispiels, die anhand der ersten Regel erstellten Kopierbeziehungen korrekt sind, etwa 94 Prozent. Auch in der Anwendung auf die astronomischen Diagramme des frühen Mittelalters kann also gesagt werden, dass Regel eins zu der Annahme berechtigt, dass zwei Diagramme, wenn sie die entsprechende Verteilung von Abweichungen aufweisen,

in einer Eltern-Kind-Beziehung nach Variante 2 stehen. Zusammenfassend kann somit die folgende Regel für die Bestimmung von Kopierrelationen zwischen überlieferten Diagrammen formuliert werden:

Von einem Diagramm D1 kann davon ausgegangen werden, dass es die Vorlage für ein Diagramm D2 ist, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind: Beide enthalten gemeinsame Abweichungen von den übrigen Diagrammen der selben Familie. Ausserdem muss D2 mindestens eine zusätzliche Abweichung enthalten, welche in keinem anderen Diagramm enthalten ist.³²

2.5 DIE ERSTELLUNG DER STAMMBÄUME

Mit der so gewonnenen Methode zur Bestimmung von historischen Abhängigkeiten wurden die Stammbäume für alle 31 Bildtypen erstellt. Die Grösse der untersuchten Bildfamilien liegt zwischen 6 und 52 Abbildungen, wobei die Mehrzahl der Gruppen etwa 20 Abbildungen zählt. Den Prozess der Baumgenerierung kann man allgemein in vier Phasen einteilen:

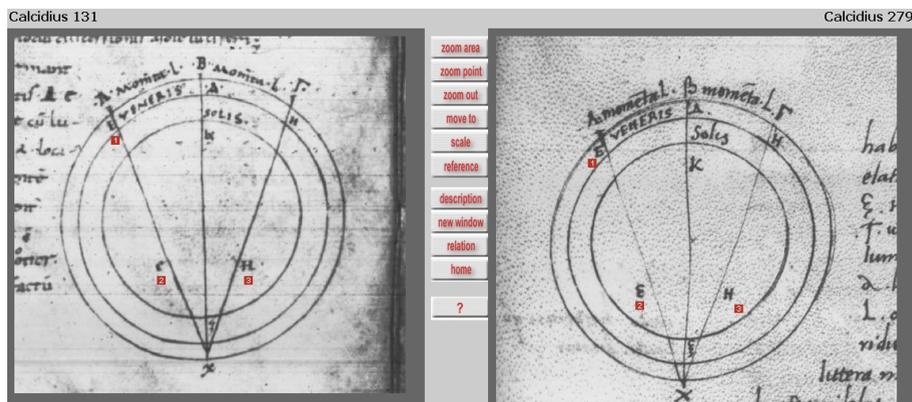


Abbildung V.14: Zwei Exemplare der gleichen Teilfamilie eines Bildtyps. Vaticano BAV, Ms Vat. lat. 1544, f.31r; Oxford BoL, Ms Canon. Class. lat. 175, f.23v.

³² Anders als in der ursprünglichen Formulierung der Regel bei Maas (1959) wird hier bewusst nicht davon gesprochen, dass ein Diagramm von einem anderen abstammen *muss*, da dies im Fall von Wahrscheinlichkeitsabschätzungen sachlich nicht zutreffend ist.

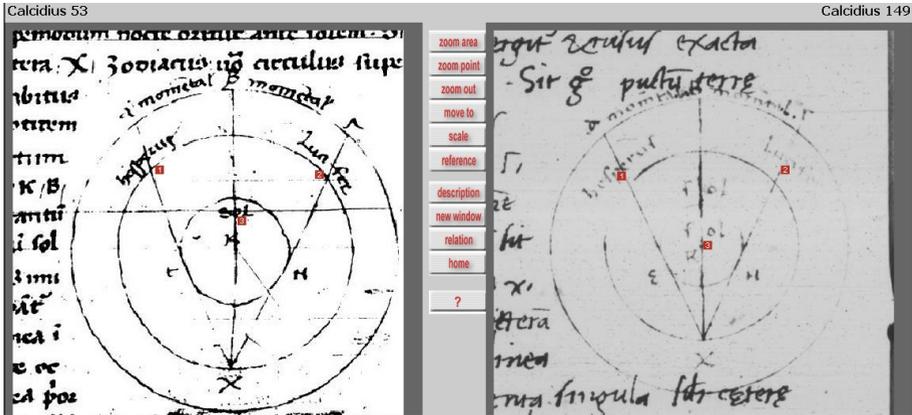


Abbildung V.15: Zwei Exemplare einer anderen Teilfamilie des gleichen Bildtyps. Firenze BML, Ms Plut.89 sup.51, f.16r; Oxford BoL, Ms Canon. Class. lat. 176, f.57v.

- Materialsichtung und Einteilung in Grossfamilien: Am Anfang des Prozesses steht das Zusammentragen des gesamten Bildmaterials, da es unabdingbar ist, während des gesamten Prozesses der Stammbaumerstellung den Überblick über alle Abbildungen zu behalten. Eine erste Sichtung ergibt in der Regel schnell eine grobe Einteilung des Materials in “Grossfamilien”. Diese sind meist auf den ersten Blick zu unterscheiden, da es sich um sehr frühe Spaltungen in der Überlieferung handelt, mit der Folge, dass sich die Bilder in grundsätzlichen Eigenschaften unterscheiden. Abbildung V.14 und V.15 enthalten je zwei Exemplare einer Familie. Wenn die beiden Bildpaare auch mit Sicherheit zum selben Bildtyp gehören, unterscheiden sie sich doch grundsätzlich in einigen Details. So schneiden die äusseren Geraden im Gegensatz zu Abbildung V.14 den innersten Kreis beispielsweise in Abbildung V.15 nicht. Weiterhin enthalten die Bildpaare jeweils unterschiedliche Bezeichnungen für den Planeten Venus (zwischen den beiden äusseren Kreisen in der linken Bildhälfte).
- Teilfamilien und ungerichtete Vererbungslinien: Anschliessend folgt eine feinere Analyse der Bildelemente innerhalb der Grossfamilien. Gezielt wird nun nach einzelnen Zeichen bzw. Eigenschaften von Zeichen gesucht, die

sich nur in einem Teil der Grossfamilien finden. So entstehen innerhalb der grösseren Familienverbände neue Teilfamilien, welche durch die gemeinsamen Elemente einen genealogischen Zusammenhang aufweisen. Ist man bei kleinen Gruppen von 2-5 Diagrammen angelangt, beginnt die Erstellung der eigentlichen Kopierbeziehungen mit Hilfe der oben skizzierten methodischen Regel. Das rechte Diagramm in Abbildung V.15 konnte beispielsweise als eine Kopie des linken Bildes identifiziert werden. Gemeinsame Merkmale, nur diesen beiden Zeichnungen eigen, sind die veränderten Bezeichnungen für Venus in Kombination mit dem Fehlen von Schnittstellen der Geraden mit dem innersten Kreis. Zusätzlich zu diesen Abweichungen weist das rechte Bild jedoch noch eine Veränderung auf, die sich in keinem anderen Diagramm findet: die Verdoppelung des Schriftzuges *so/* in der Mitte des Bildes. Gemäss Regel 1 ist Abbildung Calcidius 149 von Calcidius 53 kopiert.

So entstehen erste Vererbungslinien über mehrere Generationen. Oft ist es jedoch in dieser Phase der Baumerstellung noch nicht möglich, bei einer Vererbungslinie von z. B. 3 Generationen festzustellen, auf welcher Seite das Grosselterndiagramm und an welchem das Enkelkind-Diagramm liegt. Denn zunächst ist es nicht offensichtlich, in welche Richtung eine Bildveränderung stattfindet, bzw. welches von zwei Bildern die Vorlage für das andere ist. Der Grund hierfür ist, dass man bei Bildveränderungen nicht wie bei Texten von Fehlern sprechen kann, da man Abweichungen nicht an einem bekannten Standardtext messen kann. Während ein Text so viele Zeichen hat, dass es kaum geschehen wird, dass dasselbe Wort mehr als einmal verändert wird, ist es bei Abbildungen häufig der Fall, dass verschiedene Versionen eines Zeichens zur Disposition stehen, von denen zunächst keine als die archetypische Version erkennbar ist.

- Festlegung der Kopierrichtung und Verbindung der Teilbäume: Erst allmählich kann die Richtung der Vererbungslinien festgelegt werden. Dies gelingt erst, wenn irreversible Abstammungsbeziehungen bestimmt werden können. Kann bei zwei Diagrammen beispielsweise gezeigt werden, dass sie von derselben Vorlage abstammen, ist eindeutig, welches der Bilder die Vorlage ist. Oder es kann, wenn in einem Diagramm mehrere signifikante Merkmale auftreten, die sich in keinem der anderen Bilder finden, dieses als Blatt identifiziert werden, womit es gleichzeitig als Kind, einer Eltern-Kindbeziehung bestimmt wird. Ist die Feinstruktur der Familien

bekannt, geht es zurück zur Grobstruktur, indem versucht wird, jeweils die Ausgangsdiagramme der Teilfamilien in ein genealogisches Verhältnis zu bringen. So entsteht im Idealfall ein Baum, welcher alle Teilbäume in einer Struktur zusammenfasst. In den meisten Fällen können jedoch nicht für alle Bilder Kopierbeziehungen bestimmt werden. Bis zu einem Drittel der Abbildungen einer Diagrammgruppe lassen sich aufgrund einer fehlenden Merkmalskombination, wie sie von der genealogischen Regel gefordert wird, keinem anderen Bild zuordnen. Zum Teil gelingt auch die Vernetzung der Teilstrukturen nicht. Das Ergebnis hat die Form, wie sie in Abbildung V.16 zu sehen ist.

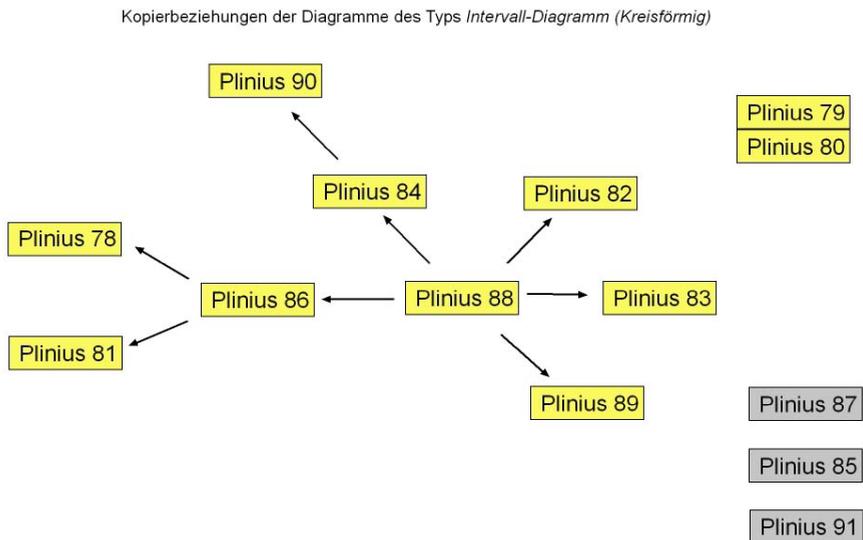


Abbildung V.16: Stammbaum der Intervall-Diagramme (Kreis).

Die durch Pfeile verbundenen Kästchen stehen für Bilder, welche in Richtung der Pfeile mit anderen Abbildungen in einem Kopierverhältnis stehen. Der Pfeil zeigt immer von der Vorlage auf die Kopie. Abbildungen,

welche nicht zugeordnet werden konnten, befinden sich neben dem Stammbaum.³³

3 ERGEBNISSE

Wie könnte so ein Nachweis aussehen? Eine Überprüfung der Übereinstimmung der etablierten Kopierrelationen mit historischen Abstammungsverhältnissen konnte auf zweierlei Wegen durchgeführt werden: Zum einen können die, wenn auch unpräzisen, Datierungen der Bilder dazu verwendet werden, die Stammbäume auf Widersprüche zu testen. Eine zweite Möglichkeit die etablierten Kopierverhältnisse auf Fehler zu untersuchen bietet der Abgleich der verschiedenen Stammbäume.

3.1 DER ERSTE TEST: EINSETZEN DER DATIERUNGEN

Das erste Verfahren zur Prüfung der Validität der erzielten Ergebnisse stützt sich auf die zur Verfügung stehenden Datierungen der Manuskripte, in welchen sich die Diagramme befinden. Obgleich diese sehr unpräzise sind und für die meisten Abbildungen nur Angaben über das Jahrhundert der Entstehung des Manuskriptes existieren, bieten diese Daten die Möglichkeit die etablierten Abhängigkeitsverhältnisse auf Widersprüche zu prüfen. So grob die Informationen über die Zeit der Entstehung eines Manuskriptes auch sein mögen; der Zeitpunkt der Erstellung des Manuskriptes darf, eine korrekte Kopierrelation vorausgesetzt, nicht vor der Entstehungszeit seiner Vorlage liegen. Ebenfalls ist der Gültigkeit einer Kopierrelation widersprochen, wenn die Vorlage in einem Jahrhundert entstand, welches nach dem Zeitpunkt der Entstehung der Kopie liegt.

Um auf diese Weise wirklich eine aussagekräftige Prüfung der Ergebnisse der Rekonstruktion der Kopierrelationen zu ermöglichen, wurden die Datierungen bis zum Abschluss des Rekonstruktionsprozesses nicht in diesen einbezogen. Die Informationen über das Jahrhundert, in welchem eine Abbildung entstand, wurden bewusst ignoriert, um die Datierungen für eine Validitätsprüfung zur Verfügung zu haben.

³³Die Frage, inwiefern man hier von tatsächlichen Kopierrelationen zwischen den betroffenen Manuskripten gesprochen werden kann bleibt hier zunächst offen und wird in Abschnitt 3 diskutiert werden.

Der Test selbst besteht darin, dass alle für einen bestimmten Bildtyp etablierten Abhängigkeitsverhältnisse durch die bestehenden Datierungen ergänzt werden: über die Kästchen mit den Bezeichnungen der einzelnen Bilder wurden die Angaben über das Entstehungs-Jahrhundert hinzugefügt. Nun wurde für jeden einzelnen Kopierschritt geprüft, ob die Kopie nicht vor der Vorlage datiert ist.

Die Prüfung auf Widersprüche führte bei allen Bildtypen zu einem negativen Ergebnis. In den allermeisten Kopierschritten entsprachen die vorliegenden Datierungen den Annahmen über die Kopierrelationen zwischen den Bildern. Für die wenigen Fälle, welche den Prognosen des Rekonstruktionsverfahrens über Kopierrelationen zunächst zu widersprechen schienen (13 Prozent), zeigte sich, dass hier Datierungen vorliegen, welche so dicht beieinanderliegen, dass sie aufgrund des vergleichsweise geringen Grades an Genauigkeit der Datierungen keinen Widerspruch darstellen. Betroffen sind hier insbesondere Datierungen, welche das Ende oder den Anfang eines Jahrhunderts als Entstehungszeitraum angeben. Zieht man aber die Ungenauigkeit der Datierungen in Betracht, wird klar, dass die Datierungen sich um die Jahrhundertwende überschneiden könnten. Demnach ist es trotz korrekter Datierungen durchaus möglich, dass die Vorlage nach der Kopie entstand.

Und doch gibt es einen kleinen Teil der erstellten Kopierbeziehungen (4 Prozent), welchem die Datierungen der Bilder widersprechen, da die Vorlage eindeutig nach der Kopie datiert ist. Was bedeutet das für die Gültigkeit des "genealogischen Verfahrens"? Eine gravierende Beschränkung der Gültigkeit der auf der Grundlage des Verfahrens gemachten Aussagen ist mit diesen „Ausreißern“ nicht verbunden. Schliesslich prognostiziert die Abschätzung der Wahrscheinlichkeiten eine Fehlerquote von etwa 6 Prozent.³⁴ Das Ergebnis des ersten Validitätstests bestätigt die Hypothese, dass die etablierten historischen Abhängigkeiten in den meisten Fällen auch den tatsächlichen, Kopierrelationen der betroffenen Manuskripten entsprechen.

³⁴Aus diesem Grund ist es auch nur begrenzt möglich, das Verfahren zur unabhängigen Datierung einzelner Abbildungen zu verwenden, da diese nur mit einer Sicherheit von etwa 96 Prozent korrekt ermittelt werden können.

3.2 DER ZWEITE TEST: DER ABGLEICH DER STAMMBÄUME

Der zweite Validitätstest bedient sich des Umstandes, dass sich in den meisten Manuskripten mehrere Diagramme befinden, in der Regel alle Bildtypen derselben Bildtradition. Die Stammbäume der verschiedenen Bildtypen wurden jedoch ohne Einsicht in die Manuskripte vorgenommen, in welchem die Bilder sich befinden.

Da die Informationen darüber, in welchem Manuskript sich ein Bild befindet nicht in den Prozess der Stammbaumerstellung einfließen, können sie nach Abschluss des Verfahrens dazu verwendet werden, die Vorgehensweise auf ihre Validität hin zu prüfen. Denn angesichts der Forderung, dass Kopierrelationen nur für Abbildungen erstellt werden können, denen eindeutig eine Vorlage zuzuordnen ist, ist zu erwarten, dass die in einem Manuskript enthaltenen Abbildungen alle von derselben Vorlage, also demselben Manuskript abstammen. Zwar ist es theoretisch ebenfalls denkbar, dass zwei Abbildungen eines Manuskriptes von verschiedenen Vorlagen kopiert wurden und dabei jedes eindeutig von einer dieser beiden abstammt. Finden sich jedoch in keiner Abbildung eines Manuskriptes Hinweise darauf, dass Elemente verschiedener Vorlagen in das Bild eingeflossen sind, erscheint es äusserst unwahrscheinlich, dass die Bilder eines Manuskriptes unterschiedliche Vorlagen haben.

Prinzipiell besteht der Test nun darin, die Stammbäume der verschiedenen Bildtypen darauf hin zu vergleichen, ob sie für dieselben Manuskripte identische Kopierrelationen enthalten. Faktisch soll bei diesem Test jedoch, wie auch beim ersten Test, vielmehr geprüft werden, ob sich die Stammbäume nicht widersprechen, als dass ihre Übereinstimmung festgestellt werden soll. Denn in den meisten Fällen bestehen nicht für alle in einem Manuskript enthaltenen Bilder Kopierrelationen. Entweder es wurden keine Veränderungen vorgenommen, welche Grundlage einer Etablierung solcher Relationen sein könnten (vermutlich etwa 6 Prozent. Vgl. Abschnitt V.13), oder die Abweichungen in einem Diagramm entsprechen nicht den Forderungen, nach welchen sie gemäss der drei Regeln zur Bestimmung einer Kopierrelation mit einem anderen Bild verwendet werden könnten. An der schematischen Darstellung in Abbildung V.17 kann diese Situation nachvollzogen werden.

Manuskript A, B und C enthalten je drei Diagramme. Nur zwei der drei für Manuskript A etablierten Kopierrelationen beziehen sich aber auf Manu-

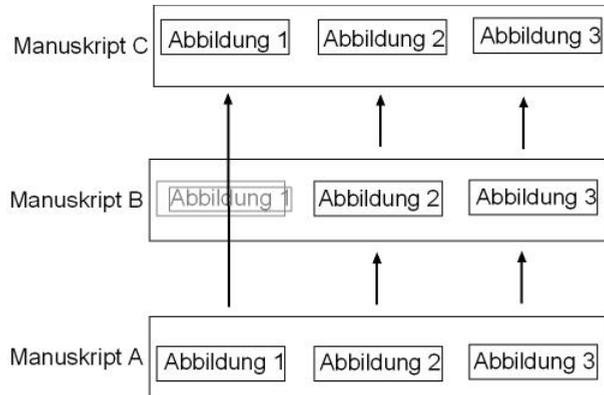


Abbildung V.17: Kopierbeziehungen können eine Generation überspringen.

skript B. Das im Bildschirm grau dargestellte Diagramm 1 aus Manuskript B wurde zwar ebenfalls von Manuskript A kopiert, weist jedoch keine Veränderungen auf, auf welche sich die Rekonstruktion der Relationen stützen könnte und wurde daher nicht in den Prozess der Rekonstruktion der Kopierrelationen miteinbezogen. Diagramm 1 aus Manuskript C dagegen weist sowohl gemeinsame Merkmale mit Diagramm 1 aus Manuskript A als auch die von Regel eins geforderten separaten Abweichungen auf. Im Zuge der Erstellung von Abstammungsverhältnissen für die einzelnen Bildtypen wird auf dieser Grundlage Diagramm 1 aus Manuskript A als die Vorlage für Diagramm 1 aus Manuskript C etabliert. Bei der Prüfung der Gültigkeit der erstellten Beziehungen sind solche „Übersprünge“ zu berücksichtigen.

Das Ergebnis des zweiten Tests ist noch eindeutiger als das des ersten. Von wenigen Ausnahmen abgesehen ergab der Abgleich der Stammbäume keine Widersprüche. Nur in 6 von 281 etablierten Kopierschritten widersprechen sich zwei Stammbäume.

3.3 DIE UMSETZUNG IN COMPAGO

Die Schwierigkeit, die Evidenz einer so grossen Menge von Kopierbeziehungen zwischen Bildern in Buchform zu präsentieren, war einer der Gründe „COMPAGO“ zu entwickeln.

Der Einstieg in den Nachvollzug der Evidenz für die etablierten genealogischen Beziehungen erfolgt über die Einstiegsseite des Astronomieprojektes in COMPAGO (Vgl. Abbildung IV.7). Hier bietet sich die Möglichkeit, zwischen den verschiedenen Bildtypen auszuwählen (Siehe Kapitel IV). Es handelt sich bei diesen Bildgruppen um Abbildungen, die alle auf dasselbe Diagramm zurückgehen. Klickt man auf einen der Bildtypen, gelangt man auf die Stammbaumannsicht der Bilder, zu welchen man in COMPAGO die Evidenz nachvollziehen will (Siehe Abb. V.16). Zu diesem Zweck kann nun einer der Pfeile, welche die einzelnen Bilder verbinden, aktiviert werden, wodurch eine Vergleichsansicht geöffnet wird, die eben diese beiden Bilder enthält.



Abbildung V.18: Auswahl der Stammbaum-Evidenz.

Einer der Aspekte, unter denen in der Vergleichsansicht gewählt werden kann (links unten), ist der Aspekt der Kopierbeziehungen zwischen diesen Bildern. Die Präsentation wurde den oben entwickelten Kriterien für die Stammbaumgenerierung angepasst. Aktiviert man den Button *Stammbaum* im Menü der Vergleichsaspekte, bekommt man im Feld rechts davon die Möglichkeit zwischen *gemeinsamen Abweichungen* und *separaten Abweichungen* zu wählen. Dies entspricht den beiden Teilen der genealogischen Regel, welche einerseits gemeinsame und andererseits separate Abweichungen fordert. Weisen zwei Abbildungen sowohl gemeinsame Abweichungen auf, als auch eines davon separate Abweichungen, welche in Kombination mit den gemeinsamen Veränderungen nur diesem Diagramm zukommen, kann letzteres als eine Kopie des ersteren verstanden werden.

Der Nachweis über diese Abweichungen wird in COMPAGO geführt. Für jede Kopierbeziehung wird das entsprechende Bildpaar samt den dazugehörigen Anmerkungen präsentiert. Neben dem Feld mit der Wahl zwischen gemeinsamen und separaten Veränderungen werden in einem Textfeld die betroffenen Elemente der Bilder genannt und mit Zahlen verse-

hen, die den Markierungen in den Bildern entsprechen, so dass der Betrachter schnell und mühelos die Argumente in Form von veränderten bzw. gleichen graphischen Elementen für die jeweilige Kopierbeziehung nachvollziehen kann.³⁵

³⁵Vergleiche hierzu auch das Kapitel IV, S. 79.

Kapitel VI

AKTIVE UND PASSIVE BILDVERÄNDERUNGEN

1 DAS PROBLEM: INTENDIERTE VERÄNDERUNGEN

Die Erfassung aller Bildveränderungen ermöglicht die in dieser Arbeit angestrebte systematische Analyse der Veränderungen auf den von ihnen betroffenen Gehalt und die ihnen zugrundeliegende Intention hin.



Abbildung VI.1: Irrtümliche Verschiebung eines Schriftzuges. Von links nach rechts: Firenze BL Plut. 51.13, f. 128V; Venezia BN XIV.35, f. 143r.

Das Beispiel in Abbildung VI.1 zeigt jedoch, dass zuvor noch ein wichtiger Schritt unternommen werden muss: Auf der linken Seite sind zwei Diagramme zu sehen, von denen das linke nach unten von dem Schriftzug *eclipsis lunae* abgeschlossen wird, was als eine Art Überschrift für das Diagramm über die Entstehung von Mondfinsternissen zu verstehen ist. Im Folgediagramm auf der rechten Seite ist dieser Schriftzug dem Diagramm zugeordnet, welches ursprünglich gar keine Schrift enthielt. Der Kopist ordnete den Schriftzug versehentlich der falschen Zeichnung zu. Eine solche Veränderung kann für das Anliegen dieser

Arbeit, den Nachvollzug frühmittelalterlicher Denkprozesse in der Astronomie, nicht von Interesse sein, da er nicht das Ergebnis einer Auseinandersetzung mit dem Gehalt des Bildes ist, sondern schlicht ein Kopierfehler, der vermutlich auf fehlenden Sachverstand zurückzuführen ist. Soll der Niederschlag frühmittelalterlicher Beschäftigung mit antiken Texten in den Diagrammen rekonstruiert werden, sind nur solche Abbildungsveränderungen von Interesse, welche von den Kopisten intendiert waren.



Abbildung VI.2: Vorsätzliche Einführung von Planetendarstellungen. Von Links nach rechts: Paris BN nal. 1615, f.161r; Monza BCapit. F.9.176, f.73r.

Die in Abbildung 2.2 enthaltene Veränderung eines Abbildungstyps, welcher dem Leser schon aus Kapitel III bekannt ist, wäre ein Beispiel für eine Modifikation, die mit Sicherheit intendiert war. Es ist auszuschliessen, dass die Integration von anthropomorphen Planetendarstellungen in das Bild aus Nachlässigkeit zustande kam.

2 ÄHNLICHKEITSRELATION UND GEHALTSRELATION

Das Anliegen dieser Arbeit erfordert eine Unterscheidung von intendierten und nicht intendierten Veränderungen in Bildkopien. Auf welcher methodischen Grundlage könnte eine solche Bestimmung geschehen? Hier ist es hilfreich, sich zunächst einmal grundlegende Unterschiede zwischen den beiden Arten von Bild-

veränderungen bewusst zu machen. Auf der Grundlage der im letzten Kapitel eingeführten Unterscheidung zwischen graphischen Elementen und Zeichen kann als basaler Unterschied die Abbildungsbeziehung gesehen werden.¹

2.1 ÄHNLICHKEITSRELATION

Gehen wir zurück zu Abbildung VI.1 und betrachten die Art von Abbildungsbeziehung zwischen der Vorlage und der Kopie. Der Kopist nahm die fehlerhafte Veränderung des Bildes nicht mutwillig vor. Sein Anliegen war es vielmehr, eine möglichst exakte Kopie der Vorlage zu erstellen. Wie konnte es trotzdem zu einer so gravierenden Bildveränderung wie der Zuordnung eines Schriftzuges zu einem falschen Diagramm kommen? Dies wird verständlicher, wenn man sich verdeutlicht, auf welcher Ebene der Kopist das Bild reproduziert. In Kapitel VII wurde unterschieden zwischen Marken auf der einen Seite und graphischen Elementen und Zeichen auf der anderen Seite. Marken stellen bei einer Zeichnung oder einem Diagramm die materielle Seite des Bildes dar, und zwar ohne jegliche Zuordnung von Bedeutung. Graphische Elemente dagegen sind bedeutungstragende Einheiten, welche Instanzen eines Zeichens darstellen.² Wenn ein Kopist eine exakte Kopie eines Bildes anstrebt, so zielt er in jedem Fall eine möglichst weitgehende Übereinstimmung auf der Ebene der Marken an. Zwischen beiden Abbildungen soll eine möglichst weitgehende Ähnlichkeitsbeziehung hergestellt werden, ganz unabhängig zunächst davon, was die einzelnen Marken bedeuten. Ein solcher Kopist kann ein Verständnis des Bildgehaltes haben, muss es aber nicht. Im Fall der Abbildung VI.1 hatte der Kopist offensichtlich kein sehr weitgehendes Verständnis des Bildgehaltes, da er den zum oberen Diagramm gehörenden Schriftzug sonst nicht aufgrund seiner zufälligen räumlichen Nähe der waagerechten Geraden aus dem unteren Diagramm zugeordnet hätte. Das entscheidende Merkmal nicht intendierter Veränderungen von Abbildungen, auf welche im folgenden als *passive* Veränderungen Bezug genommen werden soll, ist, dass es sich um missglückte Versuche handelt, eine Kopie der Vorlage zu erstellen, welche dieser auf der Ebene der Marken vollkommen gleicht.

DEUTUNGSZWANG UND DEUTUNGSSPIELRAUM

Es muss jedoch betont werden, dass eine nicht intendierte Veränderung des Bildes nicht notwendigerweise auf ein Versagen des Kopisten zurückzuführen sein muss. Wie in Abbildung VI.3 zu sehen ist, ist ein Kopist in vielen Fällen ge-

¹Näheres zu dieser Terminologie findet sich in Kapitel VII, S. 173.

²Vgl. Kapitel VII, Abschnitt 1.

zwungen ein Bild zu verändern. Das gilt für all die Fälle, in denen eine Marke so wenig eindeutig ist, dass sie mehrere Interpretationen nicht nur zulässt, sondern fordert. Von den drei Diagrammen ist das mittlere die Vorlage für die beiden äusseren. Sieht man sich den nach oben geöffneten Bogen in allen drei Bildern an, ist man mit drei deutlich voneinander unterscheidbaren Varianten konfrontiert. Der Grund für diese starken Abweichungen in der Reproduktion einer Marke wird deutlich, wenn man die Vorlage genauer betrachtet.



Abbildung VI.3: Unpräzise graphische Elemente erzwingen eine Deutung. Von Links nach rechts: Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Paris BN 8671, f. 84r; Firenze BL San Marco 190, f. 102r.

Die Linie, welche einen nach oben offenen Bogen darstellt, ist so uneindeutig und unpräzise gezeichnet, dass jeder Kopist gezwungen ist, sie zu interpretieren, da nicht unmittelbar klar ist, welche Art von Marke der Autor des Originals zeichnen wollte. Im Falle einer Reproduktion mit dem Anliegen, eine möglichst ähnliche Abbildung zu erstellen, ist man also gezwungen, sich für eine Interpretation zu entscheiden. Der Autor des rechten Bildes entschied sich für die Interpretation „Längliche, sackförmige Figur, deren Enden sich oben leicht aufeinander zu bewegen“. Der Autor des linken Bildes bevorzugte die Lesart „Nach oben geöffneter Halbkreis“. In beiden Fällen ist der Kopist gezwungen, von der Vorlage abzuweichen. Dieser Deutungszwang kann anhand eines Blicks auf die Zusammenstellung überlieferter Kopien eines anderen Diagramms verdeutlicht werden (Vgl. Abbildung VI.4). Es handelt sich um eine Darstellung der Sonne im kreisförmigen Intervall-Diagramm (Plinius 88), welche fünfmal kopiert wurde.

Hier ist zu beobachten, dass alle Reproduktionen der Vorlage in Abbildung VI.4 unterschiedliche Variationen der zu deutenden Marke darstellen. Die Erklärung ist, dass das Spektrum möglicher Interpretationen der zu kopierenden Marke in diesem Fall sehr gross ist. Es ist abhängig davon, in welchem Mass es einer Abbildung an Eindeutigkeit mangelt. Dieser Deutungsspielraum stellt die Bandbreite der möglichen Abweichungen von der Originalmarke dar, wel-

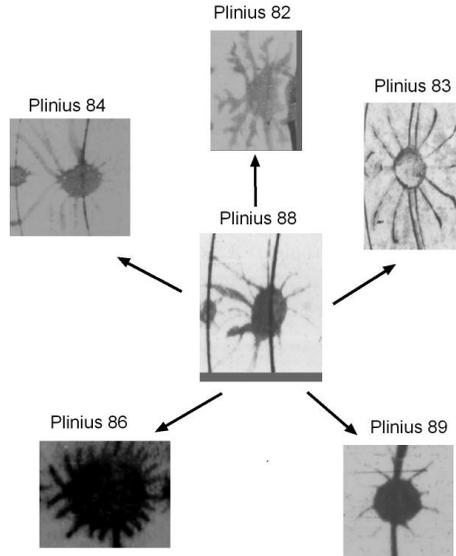


Abbildung VI.4: Fünf Deutungen einer unpräzisen Sonnendarstellung. Plinius 88: Paris BN nal. 1615, f.161r. Im Uhrzeigersinn, beginnend mit Plinius 82: Vaticano BAV Ross. 247, f.200v; Paris BN 2389, f.50v; Monza BCapit. F.9.176, f.73r; London BL Harl. 647, f. 19r.

che noch als Kopien derselben gelten können. Im Fall der in höchstem Masse uneindeutigen Marken der in alle Richtungen zeigenden Linien in Abbildung VI.4 umfasst der Deutungsspielraum eine Vielzahl an Variationen derselben. Jeder Kopist war gezwungen, die Marke darauf hin zu interpretieren, welches wohl die Intention des Autors des Originals auf der Ebene der Marken war. Eine exakte Kopie wäre angesichts der hohen Variabilität von Strichdicke und Linienform nicht nur kaum zu bewerkstelligen, sondern auch nicht sinnvoll, da bei einer so unpräzisen Zeichnung nicht davon auszugehen ist, dass es auf jedes Detail der Marke ankommt. Wie hoch bei so wenig eindeutigen Marken der Deutungsspielraum ist, zeigen die fünf Kopien der Vorlage. Der Zeichner des Bildes Plinius 86 interpretierte die Marken als „Wurmformige Gebilde, welche in alle Richtungen abstehen“, während der Autor von Abbildung 82 besonders die verschiedenen Verzweigungen in den Linien der Vorlage relevant zu sein schienen, da er diese in

seiner Kopie in den Vordergrund rückt. All dies sind mögliche Interpretationen der Marke aus dem Original.³

Je eindeutiger eine Marke ist, desto kleiner wird ihr Deutungspielraum. Die Bandbreite möglicher Interpretationen eines präzise und eindeutig gezeichneten Kreises ist beispielsweise, verglichen mit den eben diskutierten Beispielen, sehr eingeschränkt. Variationen sind noch in der Grösse des Kreises relativ zu seiner Umgebung bzw. der Strichdicke denkbar. Während andersherum der Kreis eine mögliche Interpretation der freien Ovalform darstellte, wird ein Kreis kaum als Oval gedeutet werden. Ebenso wird eine Gerade kaum als gewellte Linie oder ein einigermaßen leserlicher Schriftzug nicht als ein Schriftzug mit anderen Buchstaben interpretiert werden. Dies würde über den Deutungspielraum der jeweiligen Marken hinaus gehen.

DAS FLÜSTERPOST-PRINZIP

Bei einer genaueren Betrachtung der Bildveränderungen und ihrem Nachvollzug über mehrere Kopierschritte hinweg zeigte sich, dass ein grosser Teil dieser unbeabsichtigten Modifikationen nach dem Prinzip der Flüsterpost entsteht. Mit dem Prinzip der Flüsterpost ist der Vorgang gemeint, nach welchem sich leichte Veränderungen in der Wiedergabe nicht eindeutiger Äusserungen, ob mündlich oder schriftlich, im Verlauf mehrerer Reproduktionen zu so gravierenden Änderungen auswachsen, dass der ursprüngliche Sinn oft gar nicht mehr zu erkennen ist. Das bedeutet, dass Teile der Abbildung in einem ersten Veränderungsschritt modifiziert werden und diese Änderung in nachfolgenden Kopien nicht nur weiter reproduziert, sondern wiederum Gegenstand weiterer Modifikationen werden kann. In einer Stammbaum-Übersicht, wie sie Abbildung VI.5 enthält, kann dieser Prozess nachvollzogen werden.

Betrachtet man die Bildfolge Archetyp-C1-C2 erkennt man, wie die etwas unregelmässig gezeichneten Geraden zu beiden Seiten des zentralen Ovals, wie sie sich im Archetyp finden, in Abbildung C1 verlängert und die Unregelmässigkeit der Geraden so verstärkt wird, so dass diese jetzt als leicht gewellt erscheinen. Im nächsten Kopierschritt zu Abbildung C2 werden genau diese beiden Eigenschaften weiter verstärkt, dass aus den ursprünglich kurzen, relativ geraden Strichen zu beiden Seiten des zentralen Ovals lange, stark gewellte Linien werden. Eine andere Entwicklung nach dem Prinzip der Flüsterpost ist in der Bildfolge Archetyp-B1-B4 zu sehen. Das im Archetyp sich leicht nach oben verjüngende

³Damit soll nicht gesagt sein, dass ausgeschlossen ist, dass die Hersteller der Kopien ein Verständnis des Bildgehaltes hatten. Vgl. hierzu Abschnitt 3.

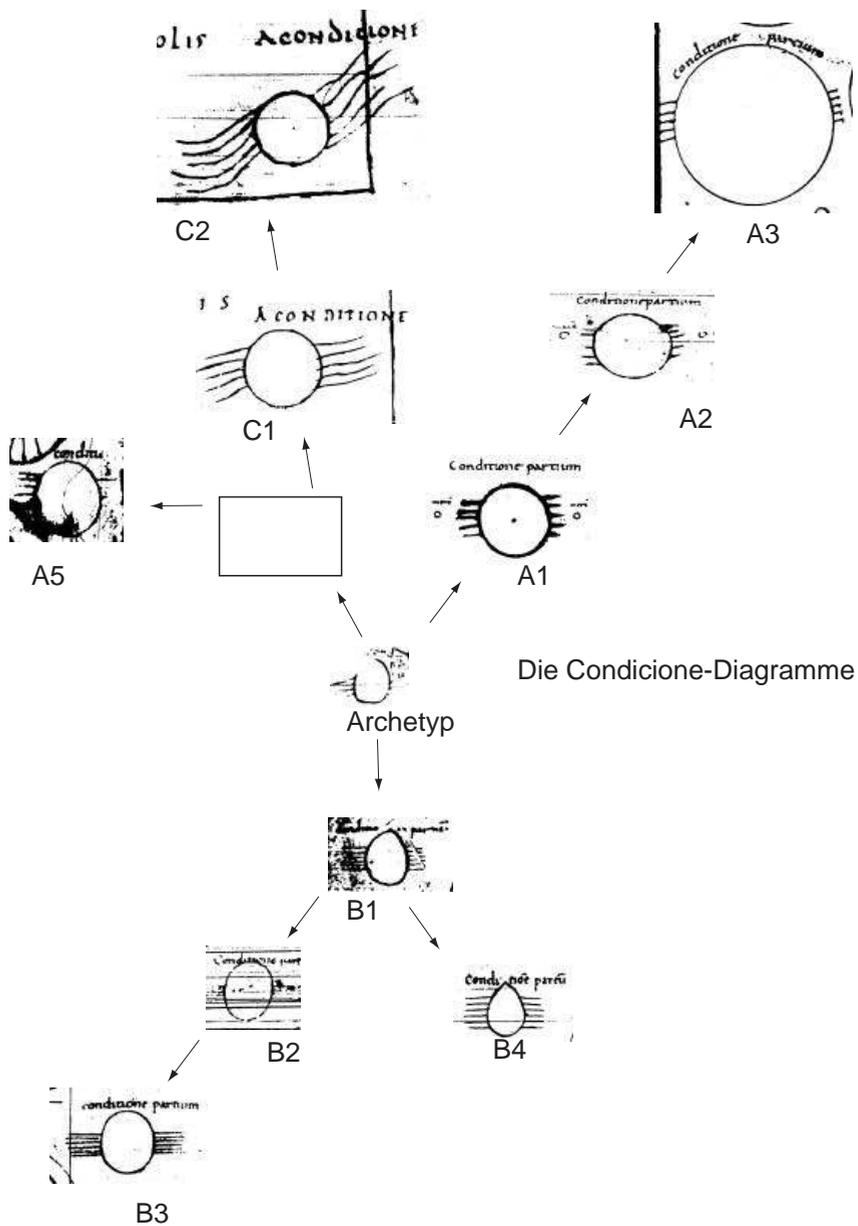


Abbildung VI.5: Übersicht über die Reproduktionen des Condicione-Diagramms.
Aus: Liess (2000), S. 145.

Oval wird im Bild B1 als Oval mit einer deutlich zu erkennenden Spitze kopiert. In Bild B4 schliesslich wird diese Eigenschaft zu einem dominierenden Merkmal der Figur verstärkt.

KORRUPTION, UNKENNTNIS UND NACHLÄSSIGKEIT

Neben dem Deutungszwang und dem Prinzip der Flüsterpost gibt es noch weitere Ursachen für Änderungen an Bildern, denen nicht unbedingt ein Verständnis des Bildgehaltes zugrundeliegt. Als häufige Ursachen solcher Bildmodifikationen wurden schon Korruption, Unkenntnis des Sachverhaltes sowie Nachlässigkeit im Umgang mit den Bildern genannt. Ein eindrückliches Beispiel für Modifikationen, welche auf Unkenntnis des im Bild behandelten Sachverhaltes zurückgehen, war in Abbildung VI.1 zu sehen. Nur so lässt sich erklären, warum der Kopist den zwischen den Diagrammen plazierten Schriftzug nicht korrekt zuordnen konnte.

Wie nachlässig durchgeführte Reproduktionen zu beträchtlichen Bildveränderungen führen können ist in Abbildung VI.6 zu sehen. Der Kreis im Zentrum

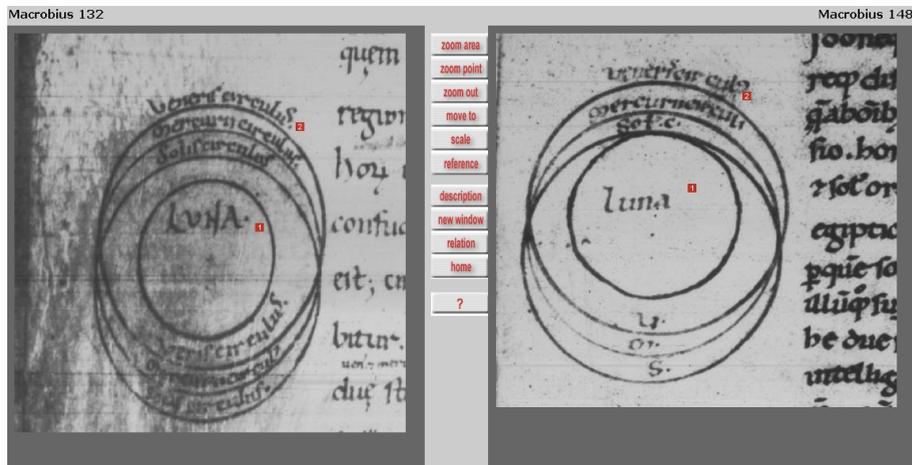


Abbildung VI.6: Viele Veränderungen beruhen auf Nachlässigkeit. Hier die Berührung des innersten Kreises mit dem über ihm liegenden. Von links nach rechts: Firenze BML, Ms Conv. Soppr.444, f.39r; Vaticano BAV, Ms Reg. lat. 1367, f.40v.

der Abbildung, welcher keinen der drei sich schneidenden Kreise berührt, gerät

in der Kopie so weit aus dem Zentrum des Diagramms, dass er den ihm am nächsten liegenden Kreis berührt.⁴ In diesem Fall spielt es keine Rolle, ob der Kopist ein Verständnis des Bildgehaltes hatte oder nicht, denn die Berührung der Mond- mit der Sonnenbahn kann, auch vor dem Hintergrund der zeitgenössischen Theorien, als nicht intendiert verstanden werden.

Die Korruption, um noch eine weitere Ursache für nicht intendierte Veränderungen zu nennen, ist bei einem Quellenbestand, welcher in den meisten Fällen über 1000 Jahre alt ist, ebenfalls ein wichtiger Faktor. Über einen so langen Zeitraum haben viele der Manuskripte Wasserschäden oder mechanische Beschädigungen erlitten, was in einigen Fällen auch die enthaltenen Diagramme betrifft. Ein solcher Fall ist in Abbildung VI.5 zu sehen. Betrachtet man die Bildfolge Archetyp-A1-A2-A3 stösst man auf ein zunächst schwer zu erklärendes Phänomen: Nachdem die Ovalform des Archetypen in A1 zu einem Kreis modifiziert wurde, findet sich in A2 statt des Kreises wieder eine Ovalform, welche jedoch dieses Mal horizontal gelagert ist. In Bild A3 schliesslich ist wieder ein Kreis zu sehen. Dieser Befund scheint allem zu widersprechen, was bis jetzt in diesem Kapitel gesagt wurde. Anstatt dass die geometrisch eindeutige Form des Kreises, mit welcher die unpräzise gezeichnete Form aus dem Archetyp ersetzt wurde, nun ohne weitere Veränderungen weiter reproduziert wird, entsteht ein Oval. Darüberhinaus wird dieses in einer weiteren Reproduktion (A3) wieder in einen Kreis transformiert. Diese Abfolge von Veränderungen ist äusserst unwahrscheinlich (Vgl. Kapitel V). Aufgrund anderer Merkmale konnte diese Reihe von Reproduktionen jedoch eindeutig etabliert werden. Das Rätsel löste sich, als sich herausstellte, dass die Manuskriptseite des Originalmanuskriptes aus welchem Abbildung A2 stammt, in der Mitte des Diagramms einmal gerissen und wieder zusammengeklebt worden war. Bei diesen Reparaturen wurden die Risskanten etwas übereinander gelegt, so dass in der Mitte des ursprünglichen Kreises etwas fehlt, was ihn heute wie ein Oval aussehen lässt.

IRRELEVANTE EIGENSCHAFTEN VON MARKEN

Dies bringt uns zu einer weiteren wichtigen Quelle von Bildveränderungen, die kein Verständnis des Bildgehaltes erfordert und die neben dem Deutungszwang die wohl häufigste Ursache passiver Modifikationen an Abbildungen darstellt: das Ignorieren von vermeintlich oder offensichtlich irrelevanten Eigenschaften des Bildes, wie beispielsweise dessen Lage relativ zu anderen Zeichnungen, dessen Grössenverhältnisse relativ zur Seite oder dem Text. Abbildung VI.7 enthält zwei

⁴Die vertikale Verzerrung des Bildes liegt an technischen Problemen des Scan-Vorgangs.

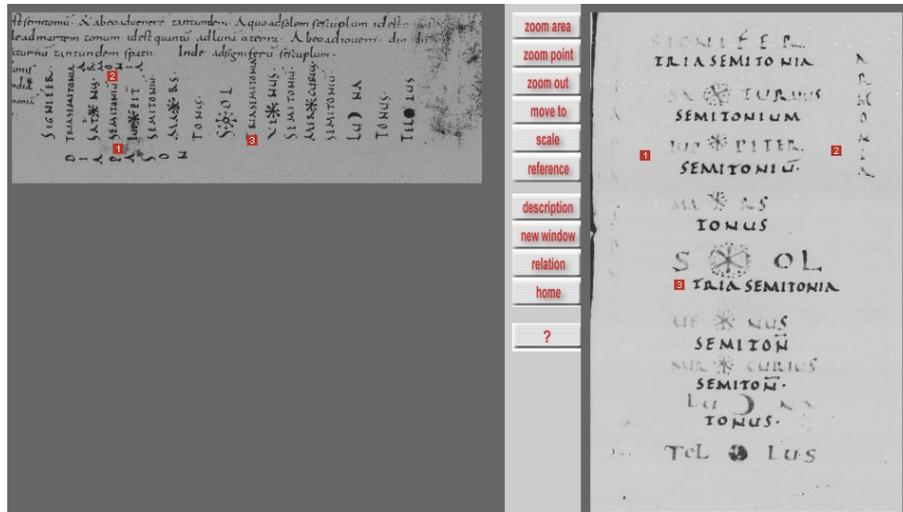


Abbildung VI.7: Änderung irrelevanter Eigenschaften eines Diagramms. Hier die horizontale Ausrichtung des Diagramms. Von Links nach rechts: Oxford BL Canon.class. 279, f.33v; Bern BB 347, f.25r.

fast identische Abbildungen, von denen das rechte eine weitgehend exakte Kopie der Vorlage zu sein scheint: Die Schriftzüge sind identisch, die Lage der Schriftzüge zueinander stimmt überein und auch Details, wie die Planetendarstellungen, sind erstaunlich detailgetreu kopiert. Der einzige Unterschied besteht darin, dass das Diagramm insgesamt um 90 Grad gedreht wurde.

Auch wenn der Kopist gute Gründe für diese Modifikation gehabt haben mag, denkbar wäre etwa eine verbesserte Lesbarkeit, so setzt diese Änderung doch kein Verständnis des Bildgehaltes voraus und muss daher als passiv klassifiziert werden. Ein anderes Beispiel findet sich in Abbildung VI.8: Wieder stehen die Bilder in einer weitgehenden Ähnlichkeitsrelation, abgesehen von den Proportionen der Zeichnung, welche stark verändert wurden. Aus dem eher länglichen Diagramm in der Vorlage wird in der Kopie fast eine quadratische Gesamtform. Bei einem so qualitativen Bild wie diesem übersteigt diese eigenmächtige Modifikation nicht den Deutungsspielraum der betroffenen Marken und muss daher als passiv verstanden werden.

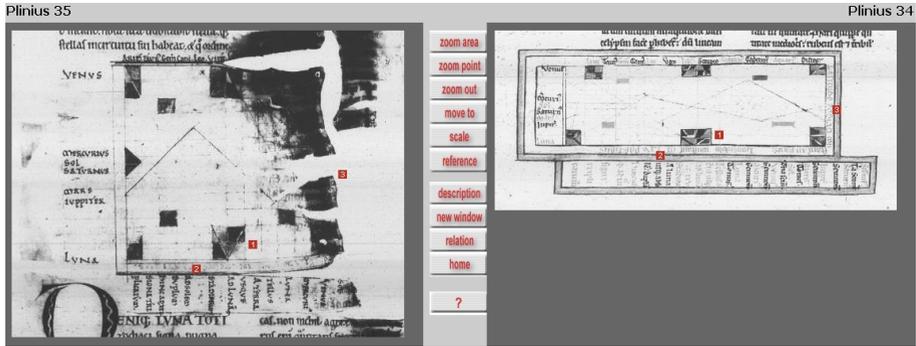


Abbildung VI.8: Änderung irrelevanter Eigenschaften einer Abbildung. Hier die Proportionen des rechteckigen Rahmens des Diagramms. Von links nach rechts: London BL Cott. Tib. E.IV, f.141r; London BL Egerton 3088, f.83v.

2.2 GEHALTSRELATIONEN

Ein grosser Teil der erfassten Bildveränderungen sind jedoch so einschneidend, dass davon auszugehen ist, dass der Kopist keine Ähnlichkeitsrelation zwischen den Marken der Vorlage und denen der Kopie anstrebte. So sind z. B. die beiden Diagramme in Abbildung VI.9 auf den ersten Blick nicht als Kopie und Vorlage zu erkennen. Einige Elemente in Bild C1 sind im Archetypen gar nicht enthalten, wie z. B. die Schriftzüge *eclipsis lunae*, *luna* und *sol*, andere sind stark verändert, wie die nicht mehr parallel verlaufenden Geraden, welche zwei der kleinen Kreise verbinden. Weiter sind diese Geraden an ganz anderen Stellen plaziert als in der Vorlage. Auf der Ebene der Marken betrachtet, handelt es sich um weitgehend unterschiedliche Zeichnungen, zwischen welchen man keine Kopierbeziehung vermuten würde.

Ein anderes Urteil ergibt sich, wenn man die beiden Bilder auf der Ebene des Bildgehaltes analysiert. Gemäss dem in Kapitel VII dargestellten Ansatz bedeutet dies, dass man das Bild nicht hinsichtlich seiner Marken, sondern der in ihm enthaltenen bedeutungstragenden graphischen Elemente betrachtet. Eine Eigenschaft graphischer Elemente, welche es wert ist, an diesem Punkt wiederholt zu werden, ist, dass zwei bedeutungsgleiche graphische Elemente in keiner Ähnlichkeitsrelation zueinander stehen müssen: So muss ein handschriftlicher und ein gedruckter Buchstabe A auf der Ebene der Marken keinerlei Ähnlichkeit aufweisen

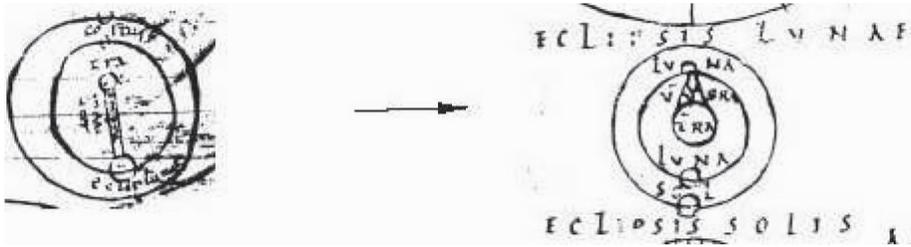


Abbildung VI.9: Gehaltsgleiche Bilder können auf der Ebene der graphischen Elemente stark verändert werden. Von links nach rechts: Paris BN 8671, f. 84r; München SB clm 14729, f. 221v

und ist auf der Bedeutungsebene doch austauschbar. In diesem Sinne soll hier der Begriff der Gehaltsrelation eingeführt werden, als eine Übereinstimmung zweier Zeichnungen auf der Ebene der graphischen Elemente bzw. des sich aus diesen ergebenden Bildgehaltes.

Die genauere Betrachtung der graphischen Elemente der beiden Zeichnungen in Abbildung VI.9 zeigt, dass sie trotz der stark voneinander abweichenden Marken fast bedeutungsgleich sind.⁵ Betrachtet man beispielsweise in der Vorlagezeichnung die zwei Parallelen, welche zwei kleine Kreise verbinden und welchen die Schriftzüge *umbra* (zwischen den Geraden) und *metaliter* (links neben den Geraden) zugeordnet sind. Die Bedeutung dieses komplexen graphischen Elementes ist ein konischer Schatten, welcher bei einer Mondfinsternis von der Erde auf den Mond geworfen wird. Die Geraden stellen die Schattengrenzen dar; der Schriftzug links neben diesen besagt, dass der durch das lateinische Wort bezeichnete Schatten eine konische Form hat.

Die gleiche Bedeutung hat das entsprechende graphische Element im zweiten Diagramm, bestehend aus dem (anders angeordneten) Schriftzug *umbra* und zwei Geraden, welche in diesem Fall jedoch schräg zueinander stehen. Die zuletzt genannte Eigenschaft der Geraden ersetzt den im neuen Diagramm fehlenden Schriftzug *metaliter*, da ihre Bedeutung ist, dass der Schatten der Erde auf dem Mond eine konische Form hat. Auch für den Rest des Diagramms lässt sich Bedeutungsähnlichkeit aufzeigen. Der Schriftzug *Eclipsis solis* etwa ist zwar im Vor-

⁵Eine leichte Modifikation, auf welche in Kapitel VII noch weiter eingegangen werden wird, ist die geänderte Schattenform.

läuferdiagramm nicht enthalten, seine Integration in die Zeichnung ändert jedoch auch deren Inhalt nicht, da er auf einen im Bild behandelten Sachverhalt hinweist, welcher sich schon explizit darin findet. Das ist in diesem Fall der Umstand, dass das im Diagramm präsentierte Modell sowohl Mond- als auch Sonnenfinsternissen umfasst.⁶ Sieht man sich die Zeichnungen genau an, erkennt man, dass auf den beiden grossen Kreisen, senkrecht untereinander, vier kleine Kreise plaziert sind. Für die Beschreibung der Entstehung einer Mondfinsternis, wie sie im linken Bild genannt wird, wären jedoch nur drei notwendig: der Mond, die Erde und die Sonne. Der vierte Kreis liegt auf demselben grossen Kreis wie der Mond, auf den der Schatten der Erde fällt, dargestellt durch die zwei Geraden. Allerdings befindet sich die zweite dargestellte Position des Mondes genau auf der gegenüberliegenden Seite der Mondbahn, zwischen Erde und Sonne, was der Situation einer Sonnenfinsternis entspricht. Unterstrichen wird diese Bedeutung des Bildes durch den im linken Bild zwischen Mond und Sonne plazierten Schriftzug *coetus*, da er besagt, dass eine Sonnenfinsternis entsteht, wenn Sonne und Mond sich, von der Erde aus gesehen, genau in einer Linie befinden. Im Nachfolgediagramm wird dieser Schriftzug durch den eindeutigeren Hinweis *eclipsis solis*, ersetzt. Auch die neu in das Diagramm auf der rechten Seite integrierten Schriftzüge *luna* und *sol* bewirken keine Veränderung des Bildgehaltes, da sie schon im Bild enthaltene Aussagen explizieren. Durch die Bezeichnung des kleinen Kreises im Zentrum des Bildes mit dem Schriftzug *terra*, in Kombination mit dem Schriftzug *eclipsis lunae*, waren auch im Vorläuferdiagramm alle Informationen gegeben, um den weiteren Elementen der Zeichnung eine eindeutige Bedeutung zuordnen zu können.⁷ Auch für diese beiden Bilder kann gesagt werden, dass der Kopist eine möglichst weitgehende Übereinstimmung der Abbildungen anstrebte, nur dass seine Bemühungen nicht auf die Ebene der Marken, sondern auf die Bedeutungsebene zielten. Die beiden auf den ersten Blick sehr unterschiedlichen Abbildungen stehen demnach in einer offensichtlichen Gehaltsrelation. Kopierbeziehungen können also auch dann festgestellt werden, wenn Bilder auf der Bedeutungsebene verglichen werden.

INTENDIERTE VERÄNDERUNGEN

Ein entscheidender Unterschied zwischen Kopien auf der Ebene der graphischen Elemente und solchen auf der Ebene der Marken besteht bezüglich der Inten-

⁶Die Frage, inwiefern es sich bei dieser Zeichnung um eine Modelldarstellung handelt, vgl. Kapitel VII, S. 193.

⁷Zu den verschiedenen Funktionen intendierter Bildveränderungen vgl. Kapitel I, S. 19.

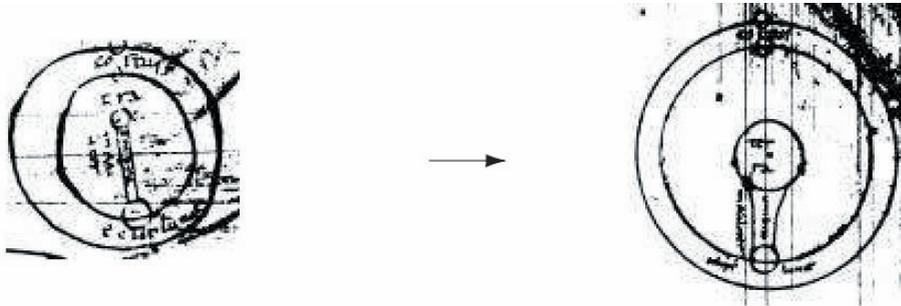


Abbildung VI.10: Intendierte Veränderungen können den Deutungsspielraum übersteigen. Hier die modifizierte Form des Erdschattens. Von links nach rechts: Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Paris BN 8671, f. 84r Eclipses.

tionen für Veränderungen. Im Gegensatz zu einem Kopisten, welcher ein Bild auf der Ebene der Marken im Sinne einer Ähnlichkeitsrelation reproduziert, gilt für einen Kopisten, welcher reproduziert, indem er eine Gehaltsrelation herstellt, nicht notwendigerweise, dass sein Anliegen eine exakte Kopie der Vorlage ist. Während das Beispiel in Abbildung VI.9 einen Fall präsentierte, in welchem der Kopist auf Bedeutungsgleichheit der beiden Bilder achtete, kann an einer anderen Reproduktion derselben Vorlage und weiteren Folgekopien gezeigt werden, dass dies nicht für alle Reproduktionen auf der Ebene der graphischen Elemente gilt. Links oben in Abbildung VI.10 finden wir die Vorlage aus Abbildung VI.9, rechts oben eine andere Reproduktion dieses Bildes. Die Kopie ist mit der Vorlage weitgehend identisch, bis auf eine Ausnahme: Die Schattengrenzen sind schräg zueinander angeordnet und sind geschwungene Linien statt Geraden. Da diese Veränderung der Schattengrenzen den Deutungsspielraum der Marken der zwei Geraden im linken Diagramm deutlich übersteigt, kann gesagt werden, dass es sich um keine Ähnlichkeitsrelation, sondern eine Gehaltsrelation zwischen den beiden Abbildungen handelt.

Der Kopist reproduzierte keine Marken, sondern bedeutungstragende Einheiten. Die Bedeutung des veränderten graphischen Elementes ist jedoch im neuen Bild nicht mehr dieselbe: Die Form der Schattengrenzen wird nun nicht mehr nur aufeinander zulaufend beschrieben, sondern zudem als geschwungen beschrieben.



Abbildung VI.11: Die integration der Tierkreisnamen oberhalb des Diagramms ist eine intendierte Veränderung. Von links nach rechts: Oxford BL Canon.class. 279, f.33v; Cambridge TrinColl. R.15.32, f.3v.

Auch in Abbildung VI.11 wird der Bildgehalt durch eine intendierte Modifikation verändert. In diesem Fall handelt es sich nicht um eine Korrektur einer Bildaussage, sondern um die Ergänzung des Bildgehaltes um weitere Aussagen. Die Diagramme stellen die Wege der Planeten durch die Ekliptik dar. Dabei sind die Planeten durch die sternförmigen Gebilde auf der linken Seite der Bilder dargestellt, das Band der Ekliptik mit den 12 Grad, welche maximal durchlaufen werden können, durch die waagerechten Parallelen und die Bahn der Planeten durch die Zick-Zacklinien. In der Kopie auf der rechten Seite wird der Bildgehalt um die Verteilung der Tierkreiszeichen auf dem Band der Ekliptik ergänzt, indem die Namen derselben oberhalb des Diagramms plziert werden.

3 DIE BESTIMMUNG AKTIVER BILDVERÄNDERUNGEN

Auf der Grundlage der in den vorangegangenen Abschnitten entwickelten Zwischenergebnisse wird nun versucht ein methodisches Vorgehen für die Bestimmung intendierter Bildveränderungen zu formulieren. Zunächst zu einer begrifflichen Schwierigkeit: Obwohl bislang meist von intendierten und nicht intendierten Veränderungen die Rede war, soll von nun an von *aktiven* und *passiven* Veränderungen gesprochen werden, da sich in folgenden Abschnitten zeigen wird, dass auch nicht intendierte Veränderungen an Bildern oft in gewisser Weise intendiert sein können. Aktiv und Passiv entsprechen dem Umstand mehr, dass der entscheidende Unterschied der ist, dass der eine Kopist eigentlich keine Veränderungen vornehmen will, der andere dagegen bewusst das Bild modifiziert.

3.1 DER DEUTUNGSPIELRAUM: GRENZE ODER NIEMANDSLAND?

Ein aktiver Veränderungsprozess wird als Modifikation eines Bildes verstanden, bei der die Kopierrelation eine Gehaltsrelation darstellt. Hinreichendes Kriterium

für eine Bestimmung ist also, dass gezeigt werden kann, dass der Kopist in der Lage war, den Marken einer Abbildung Bedeutung zuzuordnen.

Wie zieht man in der Praxis die Grenze zwischen den beiden Arten von Reproduktionen? Wie bestimmt man im Einzelfall, welche Kopierweise einer Veränderung entspringt? Die bislang präsentierten Beispiele waren so gewählt, dass offensichtlich war, ob ein Kopist passiv oder aktiv kopierte. Der verschobene Schriftzug der Abbildung VI.1 beruht eindeutig auf einem fehlenden Verständnis des Bildgehaltes und ist damit Ergebnis des Versuchs, eine Ähnlichkeitsrelation zu etablieren. Die Transformation der Zeichnung in Abbildung VI.9 dagegen stellt ein so offensichtliches Desinteresse an einer Ähnlichkeit der betroffenen Marken einerseits und einer so verblüffenden Übereinstimmung des Bildgehaltes andererseits dar, dass nur eine aktive Reproduktion und Veränderung der Zeichnung denkbar ist.

In der Praxis sind aber viele der Änderungen nicht so eindeutig einer der beiden Kopierrelationen zuzuordnen. Das beruht auf folgendem Dilemma: Der Spielraum für die passive Veränderung von Abbildungen ist von der Eindeutigkeit der betroffenen Marken abhängig (Vgl. Abbildung VI.3) und umfasst die jeweils möglichen Variationen der Deutung einer Marke. Bei einer freien Form oder unpräzise gezeichneten Marken ist er viel höher als bei eindeutigen Marken.⁸ Da passive Modifikationen diesen Deutungsspielraum geringfügiger Abweichungen nicht überschreiten werden, wogegen aktive Änderungen, wie wir gesehen haben, alle denkbaren Formen annehmen können, könnte man vermuten, dass sich der Deutungsspielraum passiver Änderungen als Grenzlinie zwischen den beiden Arten der Veränderung anbietet. Alle passiven Modifikationen würden demnach innerhalb, alle aktiven ausserhalb derselben liegen.

In der Realität scheitert dieses Modell jedoch daran, dass aktive Kopisten zwar eine grössere Bandbreite an Veränderungsmöglichkeiten haben, diese jedoch nicht notwendigerweise ausgeschöpft werden müssen. Viele aktive Modifikationen sind so minimal, dass sie den beschränkten Spielraum passiver Veränderungen nicht überschreiten, wodurch es unmöglich ist zu bestimmen, welchem Modifikationstyp sie angehören. Der Deutungsspielraum stellt also eher einen

⁸Das heisst nicht, dass ausgeschlossen ist, dass ein Kreis zu einer anderen Form verändert werden kann. Im hier bearbeiteten Bildmaterial gibt es einige Beispiele für derartige Veränderungen von scheinbar in höchstem Grade eindeutigen Elementen. In all diesen Fällen ist die Ursache der Veränderung aber nicht eine Fehldeutung der Marke, sondern eine unpräzise Kopie, was in einer eventuellen Folgekopie zu einer Fehldeutung führen kann.

Streifen Niemandsland dar als eine klare Grenze. Abbildung VI.12 ist eine schematische Darstellung dieses Problems.

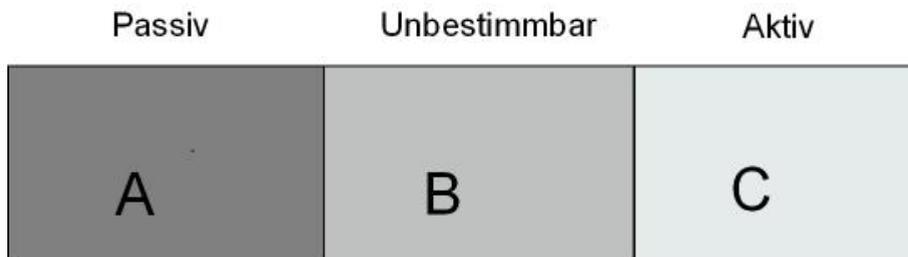


Abbildung VI.12: Schematische Darstellung der Verteilung aktiver und passiver Veränderungen.

Sektor A steht für die auftretenden passiven Veränderungen in den vorliegenden Manuskripten. Es handelt sich um Modifikationen, welche so minimal sind, dass sie als missglückte Reproduktionen der entsprechenden Marke in der Vorlage verstanden werden können. Sektor C repräsentiert diejenigen der aktiven Veränderungen, welche den Deutungsspielraum der Marke aus der Vorlage eindeutig überschreiten und somit als aktive Veränderung identifiziert werden können. Der mittlere Sektor B steht für all diejenigen aktiven Bildveränderungen, welche aufgrund ihres minimalen Grades an Modifikationen von passiven Veränderungen nicht zu unterscheiden sind.

Der Nachweis einer Gehaltsrelation, Bedingung für die Unterscheidung aktiver von passiven Veränderungen, ist nur für Bildveränderungen des Sektors C möglich. Denn nur hier kann eindeutig gezeigt werden, dass ein Kopist ein Verständnis des Bildgehaltes besass und die Änderung bewusst vornahm, wenn diese deutlich den Spielraum eines passiven Kopisten übersteigt.

Im folgenden sollen einige Beispiele von Veränderungen, die nicht eindeutig bestimmt werden konnten, sowie von solchen, bei denen eine Klassifizierung schwerfiel, einen Eindruck davon vermitteln, wie in dieser Arbeit faktisch die Bestimmung aktiver Modifikationen vorgenommen wird, welche Schwierigkeiten zu meistern sind und wo die Grenzen des Verfahrens liegen.

Zuerst zu den Grenzen: Diese bilden jene Abbildungsveränderungen, welche möglicherweise aktiv sind, jedoch nicht eindeutig als solche klassifiziert werden

können, da sie den Deutungsspielraum passiver Veränderungen nicht überschreiten.



Abbildung VI.13: Die Vergrößerung der Erddarstellung in der Mitte des Bildes kann aktiv und passiv sein. Von links nach rechts: Monza BCapit. F.9.176, f.73r; Vaticano BAV Vat. 645, f.67v.

Die Bedeutung des Ausschnittes in Abbildung VI.13 ist die Erde im Mittelpunkt des Bildes, umgeben vom Mond auf seiner Bahn um die Erde. Dementsprechend lauten auch die Schriftzüge *luna* und *terra*. Der dritte sichtbare Schriftzug ist nur im Zusammenhang mit dem Gesamtdiagramm zu verstehen und spielt für die weiteren Ausführungen keine Rolle.⁹ Beide Abbildungen sind fast identisch: Die gleichen Schriftzüge befinden sich an weitgehend identischen Stellen, das gleiche gilt für die schwarze Kugel im Mittelpunkt der Diagramme und den schwarzen Halbmond. Offensichtlich verändert ist jedoch die Grösse der zentralen Kugel relativ zum sie umgebenden Kreis. Handelt es sich um eine aktive oder passive Veränderung? In jedem Fall ist es keine eindeutig passive Modifikation, da sie durchaus das Ergebnis einer Auseinandersetzung mit dem Gehalt des Bildes sein könnte. Sie könnte unter diesen Umständen die Meinung des Kopisten über die Grösse der Erde relativ zur Umlaufbahn des Mondes oder des Mondes selbst wiedergeben.

⁹Der dritte Schriftzug *tonus* (Ton) gehört zu einer Reihe von lateinischen Begriffen, mit welchen in diesem Diagramm die Intervalle zwischen den Planeten dargestellt werden.

Eine aktive Veränderung lässt sich jedoch in diesem Fall nicht nachweisen, da sie den Deutungsspielraum nicht überschreitet. Eine Gehaltsrelation zwischen den Bildern ist zwar denkbar, jedoch nicht zwingend anzunehmen, da der Umfang der Kugel in diesem qualitativen Diagramm auch für einen passiven Interpretieren einigen Spielraum lässt: In diesem Fall könnte ein passiver Kopist die Marke lediglich als „Schwarze Kugel im Zentrum des Kreises“ gedeutet haben.



Abbildung VI.14: Die Angleichung der Grösse des mittleren Kreises kann sowohl aktiv als auch passiv sein. Von links nach rechts: München SB clm 14436, f.60v; Vaticano BAV Palat. 1577, f.83r.

Eine ähnliche Situation haben wir in Abbildung VI.14. Der Inhalt der Bilder betrifft die Reihenfolge der Planeten von der Erde aus gesehen (von rechts nach links): Mond, Merkur, Venus, Sonne, Mars, Jupiter und Saturn. Eine deutliche Modifikation erfährt der Kreis der Sonne: Während er in der Vorlage den Umfang der anderen Kreise übertrifft, ist er in der Kopie an diese angeglichen. Wieder wäre eine aktive Veränderung auf der Basis einer Gehaltsrelation durchaus denkbar. Die Modifikation könnte beispielsweise die Ansichten des Kopisten bezüglich der Grösse der Sonne relativ zu den Planeten darstellen. Eine solche Gehaltsrelation ist jedoch auch in diesem Fall nicht nachzuweisen. Zu wahrscheinlich ist es, dass ein unvorsichtiger Kopist diese besondere Eigenschaft einen der Kreise schlicht übersehen hat. Es könnte sich also sehr gut um eine missglückte Herstellung einer Ähnlichkeitsbeziehung handeln. Das Verschwinden von Eigenschaften einzelner Marken, welche nicht auf den ersten Blick ersichtlich sind, überschreitet den Deutungsspielraum meist nicht.

Dass diese Regel nicht unumstösslich gilt und es sich im Einzelfall immer lohnt, Veränderungen daraufhin zu prüfen, ob sich nicht eine Gehaltsrelation etablieren lässt, zeigt das Beispiel in Abbildung VI.15.

Zunächst scheint es sich um einen ähnlichen Fall zu handeln wie im letzten Beispiel: Ein Teil einer Marke wird nicht reproduziert. In diesem Fall wird der Schriftzug im Zentrum des Diagramms *globus terrae* reduziert auf *terra*. Die Argumentation, dass hier der Deutungsspielraum überschritten wird, ist folgende: Zum einen wird nicht nur ein Teil des Schriftzuges eliminiert, sondern der



Abbildung VI.15: Die Eliminierung eines Wortes kann anhand der grammatikalischen Angleichung des verbliebenen Wortes als aktiv identifiziert werden. Von links nach rechts: Vaticano BAV, Ms Regin. lat. 1762, f.184r; München SB, Ms clm 6362, f.62r.

verbleibende Teil wird entsprechend der Exklusion des ersten Wortes sogar in eine grammatikalisch korrekte Form gebracht. Aus der Genitiv-Endung in der Vorlage wird in der Kopie eine Nominativ-Endung. Ausgeschlossen ist somit, dass der Kopist den ersten Teil des Schriftzuges einfach übersehen hat. Eine bewusste Reduzierung des aus zwei Worten bestehenden Schriftzuges auf ein Wort dagegen stellt eine deutliche Überschreitung des passiven Deutungsspielraumes der betroffenen Marken dar. Schriftzüge können von passiven Kopisten abgekürzt oder durch Synonyme ersetzt werden. Ein Kopist mit dem Anliegen einer Ähnlichkeitsbeziehung wird jedoch schwerlich ein Wort bewusst eliminieren. Die Veränderung wird demnach als aktiv gewertet.

3.2 SCHRIFT IM BILD: AKTIV ODER PASSIV?

Damit sind wir bei einem Sonderfall, auf den hier eingegangen wird, da er in den untersuchten Abbildungen häufig vorkommt: in die Bilder integrierte Schriftzüge. Vor dem Hintergrund der bisherigen Ausführungen würde man Schriftzüge für besonders einfach klassifizierbare Marken halten. Denn Schrift gehört zu den eindeutigsten Marken mit sehr kleinem Deutungsspielraum. Sie werden kaum missgedeutet werden, vorausgesetzt, sie sind einigermassen leserlich ge-

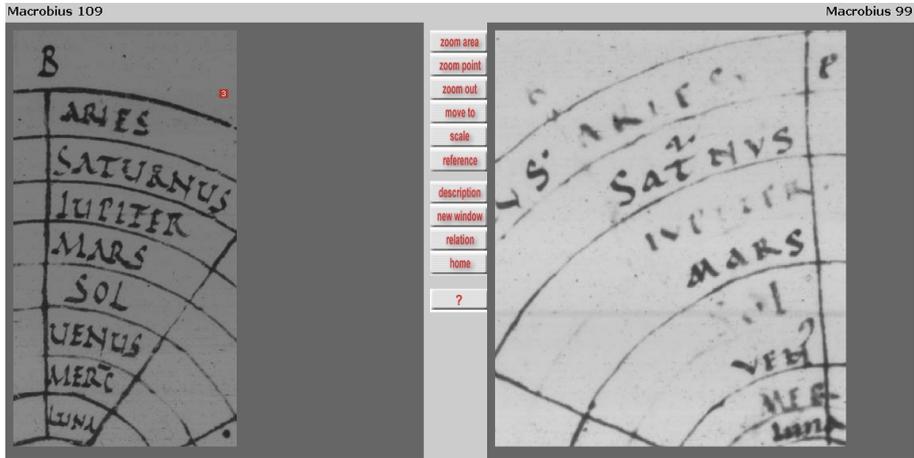


Abbildung VI.16: Für die Planetennamen existieren viele mittelalterliche Varianten. Von links nach rechts: Vaticano BAV, Ms Regin. lat. 1762, f.184r; Trento BC, Ms 225, f.38v.

staltet. Passive Kopisten werden also, so würde man vermuten, vorwiegend fehlerfreie, unveränderte Kopien der Schriftzüge produzieren und aktive Veränderungen würden mit der Wahl anderer Worte, bzw. Anordnungen von Worten so eindeutig sein, dass die Bestimmung nicht schwer fallen wird.

Um so mehr erstaunt es festzustellen, dass ein grosse Teil der passiven Modifikationen Schriftzüge betrifft. Sieht man sich Abbildung VI.16 an, erkennt man zwei Listen von Planetennamen, welche bezüglich der Reihenfolge der Planeten und der Anordnung der Schriftzüge übereinstimmen. Ein genauerer Blick auf die Planetennamen offenbart einen verwirrenden Befund: Einige der Planetennamen weichen in der Schreibweise erheblich voneinander ab. Gemäss den bisherigen Ausführungen wäre dieser offensichtliche Verstoss gegen eine Ähnlichkeitsrelation so zu deuten, dass es sich um aktive Modifikation handelt. Das Argument würde lauten: Nur wer die Bedeutung des Schriftzuges versteht, ist in der Lage ihn zu verändern, ohne dabei seinen Gehalt zu modifizieren. Auch wenn dem nichts entgegen zu setzen ist, ergab sich an einer Vielzahl von Fällen die Situation, dass in eindeutig passiven Kopien von Diagrammen Schriftzüge aktiv verändert wurden. In den allermeisten Fällen ist hier von verschiedenen Varianten der Ab-

kürzung die Rede. Aber auch die Ersetzung eines Begriffs durch ein Synonym oder andere Varianten der Schreibweise sind nicht selten.

In den meisten Fällen wurden diese Veränderungen, solange sie nicht den Gehalt betrafen, trotzdem als passive Änderungen aufgefasst. Die Argumente hierfür sind, dass die entsprechenden Kopisten zwar offensichtlich ein Verständnis der Wortbedeutung hatten, was jedoch nicht mit einem Verständnis des Bildgehaltes einhergehen muss. Ein Kopist ohne jede Kenntnis des im Bild behandelten Sachverhaltes kann trotzdem die Bedeutung der Planetennamen verstehen und in der Lage sein, sie seiner persönlich bevorzugten Schreibweise dieser Begriffe anzupassen. Auffällig ist das weite Spektrum verschiedener Schreibweisen, Abkürzungen und Bezeichnungen in den Diagrammen. Fast jeder Kopist scheint eine eigene Auffassung darüber gehabt zu haben, wie ein Wort geschrieben, welche Begriffe verwandt sind oder welche Abkürzung gewählt wird. Beispielsweise finden sich alleine in den acht Planetenordnung-Diagrammen (Liste) fünf Schreibweisen für den Planeten Merkur (vgl. Abbildung V.12, Seite 122).

3.3 MISCHFORMEN

In den bisherigen Ausführungen mag der Eindruck entstanden sein, dass die Bestimmung von aktivem oder passivem Kopiermodus nur für ganze Diagramme gilt. Es ist jedoch nicht notwendigerweise der Fall, dass von einem Kopisten, der einige graphische Elemente der Vorlage auf sehr kreative Art aktiv modifiziert, zu erwarten ist, dass alle auftretenden Bildveränderungen in diesem Kopierschritt aktiv sind. Dies ist nur bei einem Teil der Kopierschritte der Fall. Häufig kommt es vor, dass im Fall mehrerer Veränderungen in einem Kopierschritt diese teils aktiv teils passiv sind. Jeder Veränderungsschritt muss einzeln auf seinen Modus hin geprüft werden, da es möglich ist, dass der Zeichner ein einzelnes Element aktiv verändert, während er für den Rest der Zeichnung keine Veränderungen vorsieht, im Kopierprozess jedoch Fehler macht. Einen solchen Fall präsentiert möglicherweise Abbildung VI.17, welche zwei der nun schon hinlänglich bekannten Diagramme über die Planetenordnung enthält. Die Reproduktion des linken Bildes enthält zwei markante Veränderungen, von denen eine aktiv und eine andere möglicherweise passiv ist. Erstere ist die Verdoppelung der Planetenliste in der oberen Bildhälfte: Die untereinander aufgeführten Planetennamen werden im Feld daneben fast vollständig reproduziert. Eine solche einschneidende Ergänzung des Diagramms um sechs Schriftzüge sprengt den Rahmen einer passiven Reproduktion und kann nicht als das Ergebnis einer missglückten Ähnlichkeits-

beziehung betrachtet werden. Der Zeichner muss in diesem Fall die Änderung bewusst intendiert und demnach ein Verständnis des Bildgehaltes gehabt haben.

Die zweite Änderung betrifft die Fortführung der Geraden bis in das Zentrum des Bildes. Hier muss kein Verständnis des Bildgehaltes zugrunde gelegen haben, da man sich gut vorstellen kann, dass ein Kopist die Geraden aus Unachtsamkeit bis in die Mitte fortführt, ohne diese Veränderung bewusst intendiert zu haben.

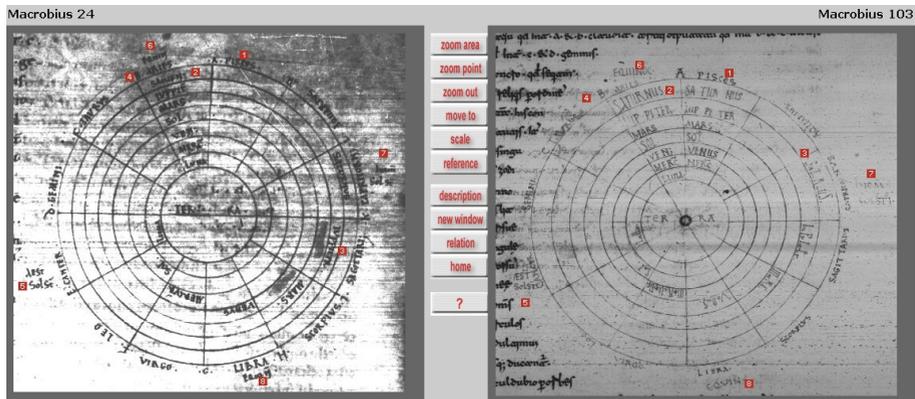


Abbildung VI.17: Im Zuge eines Kopierschrittes können sowohl aktive als auch passive Modifikationen auftreten. Von links nach rechts: Firenze BML, Ms Plut. 51.14, f.39v; Vaticano BAV, Ms Ottob. lat. 1939, f.38r.

4 BEISPIELANWENDUNGEN DES VERFAHRENS

Am Ende dieses Kapitels sollen einige Beispiele stehen, welche die Anwendung des in den vorangegangenen Abschnitten präsentierten Verfahrens zur Identifizierung aktiver Veränderungen an ganz unterschiedlichen Diagrammen zu unterschiedlichen Autoren demonstrieren. Dabei geht es nicht so sehr darum, eine vollständige Abdeckung aller Typen von auftretenden Veränderungen zu präsentieren, sondern vielmehr soll an ausgewählten Veränderungen ein Eindruck davon vermittelt werden, wie das Verfahren im Einzelfall angewendet wurde bzw. auf welche Art die Menge aktiver Veränderungen bestimmt wurde, auf der die weiteren Ergebnisse der Arbeit basieren.

4.1 EINDEUTIGE FÄLLE: AKTIV



Abbildung VI.18: Eine aktive Veränderung: die geänderte Zuordnung zweier Planeten zu einer Bahn. Von links nach rechts: Oxford BL Canon.class. 279, f.33v; Cambridge TrinColl. R.15.32, f.3v.

Ein erster Fall einer wenig problematischen Bestimmung einer aktiven Veränderung enthält Abbildung VI.18: Gegenstand der Bild-Ausschnitte sind Sonne und Saturn sowie der Beginn einer gemeinsamen Bahn von links nach rechts bewegt. Die Vorlage löst das Problem der Darstellung einer Bahn für zwei Planeten, indem sie die Zeichen für die beiden Himmelskörper nebeneinander plazierte, getrennt durch die Bezeichnung der Sonne.¹⁰ In der Kopie werden fast alle Eigenschaften der Vorlage beibehalten, bis auf die Lösung des eben geschilderten Darstellungsproblems. Hier findet sich nur die Darstellung eines Himmelskörpers begleitet von zwei Schriftzügen sowie verbunden mit einem *Und*-Symbol. Hier ist eine problemlose Bestimmung einer Gehaltsrelation zwischen den kopierten Marken möglich, denn zum einen sind beide Bilder gehaltsgleich und zum anderen übersteigt die Modifikation der Vorlage den passiven Deutungsspielraum der betroffenen Marken erheblich. Es ist kaum vorstellbar, dass ein Kopist mit dem Anliegen der Erstellung einer Ähnlichkeitsrelation so weitreichende Veränderungen vornimmt.

Um eine ähnlich unproblematische aktive Bildveränderung handelt es sich in Abbildung VI.19. Auch hier kann anhand der Veränderung eine Gehaltsrelation

¹⁰Links von der linken Planetendarstellung (leider in der Reproduktion nicht zu sehen) befindet sich die Bezeichnung des Saturn.

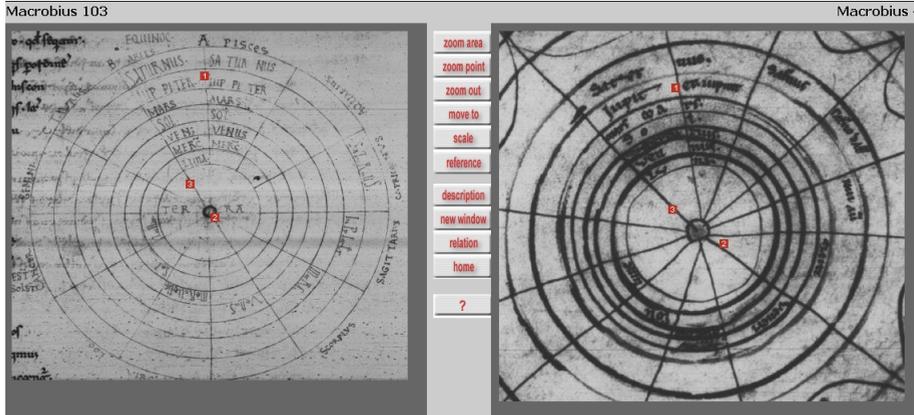


Abbildung VI.19: Eine aktive Modifikation: Veränderung der Kreisabstände. Von links nach rechts: Vaticano BAV, Ms Ottob. lat. 1939, f.38r; Avranches BM, Ms 226, f.88r.

nachgewiesen werden. Gegenstand der Abbildung ist wieder einmal die Ordnung der Planeten von der Erde aus gesehen. Die konzentrischen Kreise sind die Begrenzungen der Sphären in denen sich die Planeten bewegen und zwischen denen die jeweiligen Planetennamen verteilt sind. Im Zentrum des Diagramms befindet sich, dargestellt als kleiner Kreis, die Erde. Der Kopist nimmt einige Veränderungen vor, am deutlichsten an den Abständen der konzentrischen Kreise zu sehen: Während diese in der Vorlage durchgehend gleiche Abstände aufweisen, gilt das in der Kopie nur für die innersten fünf Kreise. Die beiden äusseren Kreisabstände sind dagegen etwa doppelt so gross wie die der inneren Kreise. Der Deutungsspielraum der betroffenen Bildmarken, also der konzentrischen Kreise, wird hier klar überschritten. Ein passiver Kopist wird die Anordnung der 8 Kreise mit gleichem Abstand nicht als 6 Kreise mit gleichem und 2 mit doppeltem Abstand deuten. Die Abweichungen von der Vorlage sind also zu eindeutig, als dass es sich um zufällige Schwankungen von unpräzise gezeichneten Elementen handeln könnte. Dem Kopisten ist wie im ersten Beispiel eine Intention und ein Verständnis des Bildgehaltes zu unterstellen.

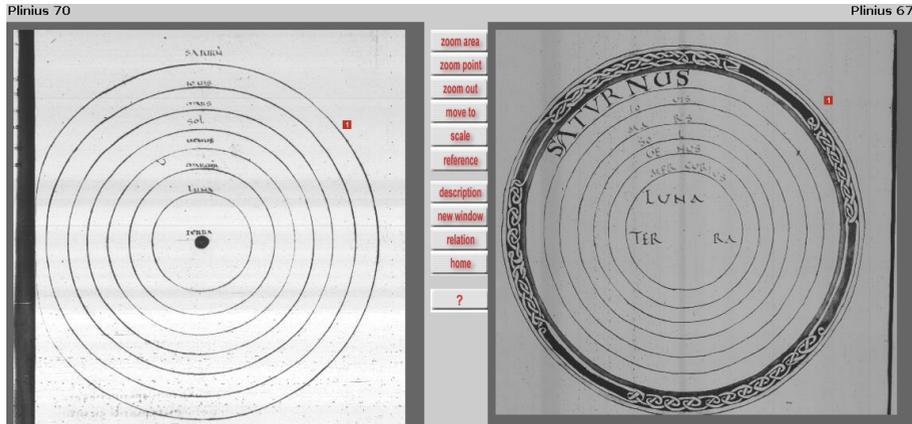


Abbildung VI.21: Eine Modifikation ohne inhaltliche Bedeutung: Exklusion der Erddarstellung. Von links nach rechts: Paris BN nal. 1615, f.161r; Vaticano BAV Ross. 247, f.200v.

Ein interessantes Beispiel einer weiteren eindeutig passiven Bildveränderung ist in Abbildung VI.21 zu sehen. Auch hier weist alles darauf hin, dass der Kopist eine Ähnlichkeitsrelation anstrebte, obwohl die beiden Bilder den Eindruck vermitteln, nicht viel gemeinsam zu haben, ausser dass sie demselben Bildtyp angehören. Der Bildgehalt der Zeichnungen ist die Erdkugel (terra), umgeben von der Mondbahn. Aufgrund der weitgehenden Modifikationen der Kopie würde man zunächst von einer aktiven Kopie ausgehen. Eine genaue Untersuchung der Veränderungen auf ihren passiven Deutungsspielraum zeigt jedoch, dass der Deutungsspielraum nicht überschritten wird, bzw. dass die Veränderung als eindeutig passiv bestimmt werden. Im Zentrum des Bildes fehlt in der Kopie die kugelförmige Darstellung der Erde und der Schriftzug *terra* ist mit einem grossen Abstand in seiner Mitte wiedergegeben. Diese beiden, für sich genommen aktiv erscheinenden Veränderungen ergeben zusammen, dass sie passiv sind. Denn der Abstand zwischen den beiden Teilen des Schriftzugs in der Kopie zeigt, dass der Kopist die Erddarstellung durchaus vorgesehen hatte, nur nicht mehr ausführte. Die etwas veränderte Anordnung des Schriftzuges alleine übersteigt den Deutungsspielraum noch nicht (vgl. Abschnitt 3.2). Die übrigen Planetennamen sind ebenfalls anders angeordnet als in der Vorlage: Während sie in dieser jeweils

oberhalb der Kreise platziert sind, stehen sie in der Kopie unterhalb der Kreise. Auch diese Veränderung übersteigt den passiven Deutungsspielraum noch nicht, da es durch aus vorstellbar ist, dass ein Kopist ohne Verständnis des Sachverhaltes die Marken des Bildes als Kreise deutet, denen jeweils ein Schriftzug zugeordnet ist, wobei er auf die genaue Platzierung derselben nicht achtet oder diese für irrelevant hält.

4.3 GRENZFÄLLE

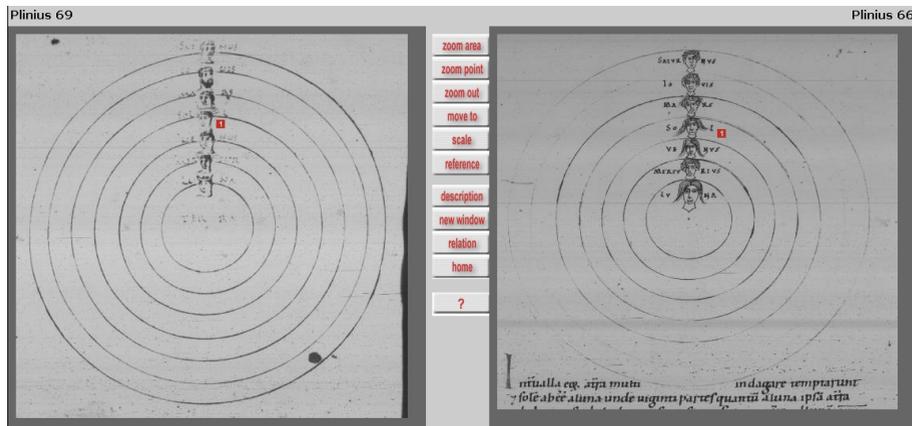


Abbildung VI.22: Eine Veränderung, die sowohl aktiv als auch passiv sein kann: die Platzierung der Planetendarstellungen zwischen den Kreisen. Von links nach rechts: Monza BCapit. F.9.176, f.73r; Wien NB 12600, f.27r.

Zum Abschluss soll noch ein Fall präsentiert werden, der deutlich macht, dass in vielen Fällen eine eindeutige Bestimmung in der Art, wie sie in den vorangegangenen Beispielen zu sehen war, nicht möglich ist. Abbildung VI.22 enthält wieder zwei Diagramme über die Ordnung der Planeten. Sieben konzentrischen Kreisbahnen sind in diesem Fall sieben anthropomorphe Planetendarstellungen zusammen mit den entsprechenden Planetennamen zugeordnet. Ein entscheidender Unterschied zwischen den Bildern betrifft die Platzierung der Köpfe und Namen. Während sich diese in der Vorlage auf den Kreisbahnen befinden, sind sie in der Kopie unterhalb bzw. zwischen denselben platziert. Hier fällt eine Bestimmung des Modus der Veränderung schwerer als in den vorigen Beispielen,

da es durchaus vorstellbar wäre, dass es sich um einen aktiven Kopiervorgang und somit um eine Gehaltsrelation handelt. Denkbar wäre, dass der Kopist den konzentrischen Kreisen eine andere Bedeutung gibt als der Autor der Vorlage, indem er sie nicht als Planetenbahnen, sondern als Grenzen der Sphären versteht, zwischen welchen sich die Planeten bewegen (vgl. Seite 52ff.). Die Planetendarstellungen und Namen wären in diesem Fall folgerichtig nicht auf den Kreisen, sondern zwischen ihnen plaziert.¹¹

Ein eindeutiger Hinweis auf eine Gehaltsrelation zwischen den beiden Zeichnungen lässt sich jedoch nicht finden. Die Veränderung liegt innerhalb des Deutungsspielraumes der betroffenen Marken, da gut vorstellbar ist, dass ein unachtsamer passiver Kopist zwar die Verbindung von je einem Schriftzug/Kopf mit einem der Kreise richtig erfasst, die genaue Lage derselben jedoch falsch reproduziert bzw. für nicht relevant erachtet. Da im Zweifelsfall nicht von einer aktiven Veränderung ausgegangen wird (vgl. Abschnitt 3), würde diese Veränderung den passiven Modifikationen zugerechnet werden müssen.

5 DIE EVIDENZ IN *COMPAGO*

Die Evidenz für alle Aktiv-Passiv-Bestimmungen ist parallel zu dieser Arbeit mit Hilfe des Programms *COMPAGO* im Internet publiziert.¹² Für jeden Bildvergleich kann links unten im Vergleichsbildschirm der Modus *Aktiv/Passiv* ausgewählt werden.

Vergleichsaspekte	Modifikationstyp	Beschreibung
Stammbaum	Aktiv - Schriftzug	Die Ergänzung des Schriftzuges "Signifer" durch weitere lateinische Begriffe ist
Aktiv/Passiv	Passiv - Schriftzug	ein aktiver Vorgang, da sie ein inhaltliches Verständnis des Diagramms
Interpretation	Passiv - Sonnenform	voraussetzt (1).

Abbildung VI.23: Informationen über passive und aktive Veränderungen in einem Kopierschritt erhält man in *COMPAGO*, indem man als Vergleichsaspekt *Aktiv/Passiv* auswählt.

¹¹In diesem Fall würde man allerdings erwarten, dass im Zentrum des Bildes ein zusätzlicher Kreis eingefügt wird, welcher die innere Grenze der Mondsphäre darstellt. Das Fehlen des Schriftzuges *terra* könnte ein Hinweis darauf sein, dass der Kopist genau dies vor hatte, jedoch nicht mehr zur Ausführung kam.

¹²Für eine eingehendere Beschreibung von *COMPAGO* vgl. Kapitel IV.

Daraufhin erscheint rechts davon in der Mitte des Bildschirms eine Liste aller zu diesem Bildvergleich existierenden Aktiv/Passiv-Bestimmungen von Veränderungen. Ganz rechts findet sich dann die entsprechende detaillierte Beschreibung der in Frage stehenden Veränderung hinsichtlich ihres Aktiv/Passiv-Modus sowie die Angabe der dieser Bestimmung zugrundeliegenden Argumente. Die in die Beschreibung integrierten Nummern verweisen auf die an den entsprechenden Stellen in den Bildern plazierte Markierungen.

Gemäss der in diesem Kapitel entwickelten Verfahrensweise für Aktiv/Passiv-Bestimmungen sind die präsentierten Argumente von folgender Art: In den meisten Fällen wird damit argumentiert, dass eine Veränderung den Deutungsspielraum einer Marke deutlich überschreitet oder auch nicht. Ist dies der Fall, handelt es sich um eine aktive, wenn nicht, um eine passive bzw. unbestimmbare Modifikation. In Anbetracht der Tatsache, dass im Rahmen dieser Arbeit ausschliesslich die aktiven Änderungen von Interesse sind, wird zwischen passiven und unbestimmbaren Modifikationen nicht weiter unterschieden. Sie fallen alle unter die Bezeichnung *passiv*.

Ein anderes, den obigen Ausführungen folgendes, Argument ist die Feststellung, dass eine Änderung nicht ohne ein Verständnis des Bildgehaltes zustande kommen konnte, was der Forderung nach einer Gehaltsrelation der zwei Abbildungen bei aktiven Veränderungen entspricht. In der *COMPAGO*-Präsentation wird in diesem Zusammenhang oft der Ausdruck *theoretischer Gehalt* verwendet, welcher als Synonym zu Bildgehalt zu verstehen ist.

6 FAZIT

Eine Art bestehender Kopierbeziehungen zwischen Abbildungen ist eine Ähnlichkeitsrelation. Das bedeutet, dass der Kopist eine möglichst exakte Kopie der Vorlage auf der Ebene der Marken anstrebt und versucht, Veränderungen der Vorlage zu vermeiden. Gründe für passive Veränderungen sind vor allem Unkenntnis des Bildgehaltes, Korruption der Vorlage oder Ungenauigkeit.

Die andere Art von Kopierbeziehung wurde als Gehaltsrelation bezeichnet. Sie unterscheidet sich von einer Ähnlichkeitsrelation darin, dass der Kopist die Marken der Zeichnung als bedeutungstragende graphische Elemente versteht. Ein solcher Kopist ist nicht darauf angewiesen, die Marken exakt zu reproduzieren, da er die graphischen Elemente durch bedeutungsgleiche graphische Elemente ersetzen kann. Er wird bei der Reproduktion demnach versuchen eine Abbildung mit dem gleichen Gehalt statt mit den gleichen Marken zu erstellen.

Sein Verständnis des Bildgehaltes ermöglicht es ihm, das Bild und damit den Bildgehalt zu verändern, sei es, dass er den Bildgehalt reduzieren, erweitern oder modifizieren will.

Hinreichende Bedingung für die Identifizierung einer Veränderung als aktiv ist demnach der Nachweis einer Gehaltsrelation. Eine solche ist nur dort eindeutig zu bestimmen, wo Veränderungen so stark von der Vorlage abweichen, dass ausgeschlossen ist, dass es sich um eine missglückte Herstellung einer Ähnlichkeitsbeziehung handelt. Dies ist wiederum dann der Fall, wenn der Deutungsspielraum einer Marke, der von Fall zu Fall abzuschätzen ist, überschritten wird. Sollte eine aktive Veränderung innerhalb dieses Spielraums bleiben, ist es unmöglich sie als solche zu erkennen. Die Folge dieses Verfahrens ist, dass nur diejenigen der aktiven Veränderungen für das weitere Vorgehen der Arbeit erfasst und weiter bearbeitet wurden, welche nach dem oben genannten Verfahren auch als solche identifiziert werden konnten.

Insgesamt konnten so für die Diagramme der vier Traditionen 222 aktive Veränderungen bestimmt werden, denen 338 passive bzw. nicht eindeutig zu bestimmende Modifikationen gegenüberstehen.

Kapitel VII

WISSENSCHAFTLICHER GEHALT UND FUNKTION DER PLANETENDIAGRAMME

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln die Vorbedingungen dafür geschaffen wurden, kann nun die Fragestellung der Arbeit, die Frage nach Gehalt und Funktion der Diagramme in den Blick genommen werden. Den Anfang bildet dabei die im zweiten Kapitel geforderte, theoretisch reflektierte Analyse des Gehaltes der einzelnen Bildtypen. Zu diesem Zweck wird zunächst der gewählte Ansatz vorgestellt, um auf dieser Grundlage dann zur Bildanalyse fortzuschreiten.

1 INTERPRETATION WISSENSCHAFTLICHER ABBILDUNGEN

Wie interpretiert man wissenschaftliche Abbildungen? Dass man historische Abbildungen mit wissenschaftlichem Gehalt nur allzu leicht missversteht, wurde im Eingangskapitel an einigen Beispielen demonstriert. Eine Arbeit, die sich die Interpretation astronomischer Zeichnungen zum Ziel setzt, kommt daher nicht umhin, das methodische Verfahren offenzulegen, auf welchem die vorgenommenen Bilduntersuchungen beruhen.

Der bildtheoretische Ansatz, der in dieser Arbeit den Interpretationen der Abbildungen zugrunde liegt, wurde in Graßhoff et al. (2002) formuliert. Die hier relevanten Elemente dieses Ansatzes sollen in den folgenden Abschnitten skizziert werden. Anschliessend wird die sich daraus ergebende Methode der Bildinterpretation am Material der astronomischen Diagramme beispielhaft demonstriert und erprobt.

1.1 ELEMENTE EINER WISSENSCHAFTLICHEN ABBILDUNG

WAS IST EINE WISSENSCHAFTLICHE ABBILDUNG?

Zunächst ist zu klären, ob es im Fall der hier untersuchten Diagramme gerechtfertigt ist, von wissenschaftlichen Abbildungen im Sinne der zu skizzierenden Bildtheorie zu sprechen. Wissenschaftliche Bilder werden dort als solche charakterisiert, die zu wissenschaftlichen Zwecken angefertigt bzw. in Auftrag gegeben wurden und die im Rahmen wissenschaftlichen Arbeitens verwendet werden.¹

¹Graßhoff et al. (2002), S. 7.

Sie dienen nicht dem Ausdruck einer bestimmten Gefühlslage eines Künstlers, sondern sollen in erster Linie einen wissenschaftlichen Gehalt visualisieren und diesen einem Kreis von Rezipienten vermitteln. Damit ist die Herstellung einer möglichst störungsfreien Kommunikation zwischen Hersteller und Rezipient ein wesentliches Anliegen wissenschaftlicher Abbildungen, das sie von vielen vorwiegend ästhetisch motivierten Bildern unterscheidet. Zu diesem Zweck werden auf einem Bildträger verschiedene Visualisierungselemente erzeugt, die zueinander in bestimmten Relationen stehen. Unter Berücksichtigung ihrer Herstellung und Anordnung auf dem Bildträger werden die Visualisierungselemente von den Betrachtern des Bildes rezipiert, indem sie diesen im Prozess der Interpretation einen bestimmten wissenschaftlichen Gehalt zuschreiben.

Die wichtigsten Kriterien werden von den frühmittelalterlichen Diagrammen zur Planetenastronomie erfüllt: Im Vordergrund steht nicht die Ästhetik, sondern ihr wissenschaftliche Gehalt. Die wichtigsten Komponenten einer wissenschaftlichen Abbildung, Bildträger, darauf fixierte Marken und der damit ausgedrückte Bildgehalt sollen nun erläutert werden.

BILDTRÄGER UND MARKEN

Die unverzichtbare materielle Seite von Abbildungen bilden *Bildträger* und *Marken* gemeinsam.² Der Bildträger ist schlicht die materielle Grundlage des Bildes. Dies kann von Papier über Stein bis zu einer Leinwand alles sein. In unserem Fall sind es die Pergamentbögen, welche zu Manuskripten zusammengebunden die Träger aller Abbildungen darstellen.

Marken werden zunächst einmal alle Visualisierungselemente genannt, unabhängig von ihrer Herstellung oder Bedeutung.³ Gemeint sind alle künstlich erzeugten, sinnlich wahrnehmbaren Spuren, unabhängig von ihrem Informationsgehalt und ihrer besonderen Gestaltung. Übertragen auf die mittelalterlichen Manuskripte sind Marken somit jeder noch so kleine Tintenklecks auf dem Pergament, unabhängig ob er zu einer Zeichnung gehört oder ob es sich nur um einen zufälligen Spritzer handelt. Eine Abbildung, und das gilt auf jeden Fall für alle hier untersuchten Abbildungen, besteht meist aus mehreren Marken, die in bestimmten Relationen zueinander stehen. Für den im folgenden noch zu behandelnden Gehalt einer Abbildung sind die Relationen der Marken ebenso entscheidend wie die Marken selber.

²Graßhoff et al. (2002), S. 43.

³Der Begriff der Marke geht zurück auf Nelson Goodmans Entwurf einer Symboltheorie, die er in seinem Werk *Languages of Art* entwickelte. Siehe Goodman (1976).

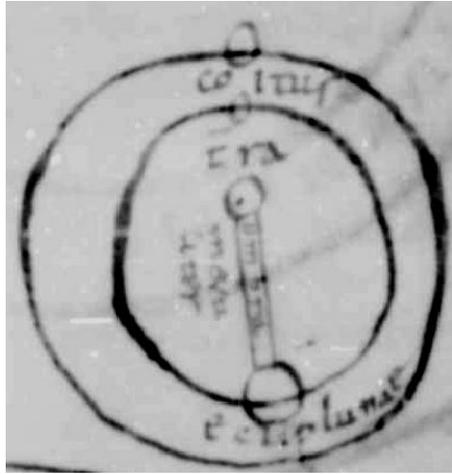


Abbildung VII.1: Graphische Elemente sind bedeutungstragende Marken. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v.

GRAPHISCHE ELEMENTE

Mit den *graphischen Elementen* kommen wir nun zum Gehalt eines Bildes. An Abbildung VII.1 können zunächst noch einmal Bildträger und Marken identifiziert werden. Bildträger ist ursprünglich das Pergament des Manuskriptes, in diesem speziellen Fall jedoch das Papier, auf dem dieses Diagramm reproduziert wurde. Als Marke lässt sich vieles identifizieren: Sowohl die Linien der Kreise und Geraden, als auch die Teile der Schriftzüge, als auch die durch Alter und Schmutz hervorgerufenen dunklen Flecken im Bild. Die Bedeutung kommt ins Spiel, sobald wir von einer Zeichnung sprechen, die wir als solche erkennen. Selbst wenn uns der eigentliche Gehalt der Abbildung noch unklar ist, unterscheiden wir doch schon zwischen Marken, welche zum Bild gehören und somit Bedeutung tragen, und solchen, die kontingente Eigenschaften der Bildumgebung darstellen.⁴

⁴Aus diesem Grund macht es eigentlich keinen Sinn, davon zu sprechen, dass man eine Abbildung unter Absehung ihrer Bedeutung beschreibt, da dies auf eine Beschreibung der Helligkeitsverteilung auf dem Papier hinauslaufen würde, was keiner sinnvollen Bildbeschreibung entspräche. Die Bemerkungen in Kapitel V bezüglich der Unabhängigkeit der Bestimmung von historischen Abhängigkeiten von der Bedeutung der Bilder steht selbstverständlich unter diesem Vorbehalt. Vgl. die Ausführungen hierzu in Graßhoff et al. (2002), S. 12 ff.

Sieht man sich die Zeichnung an, kann man die Marken, die vom Autor der Zeichnung mit einem Sinn belegt wurden von anderen Marken unterscheiden. In diesem Fall wären das die kreisförmigen Linien, die zwei Geraden und die Schriftzüge, die in einer bestimmten räumlichen Relation zueinander plazierte wurden. Der Inhalt des Diagramms sind Aussagen über die Entstehung von Mond- und Sonnenfinsternissen, dargestellt anhand der Kreisbahnen von Mond und Sonne, den kleinen kreisförmigen Planetendarstellungen, zwei Geraden für den Erdschatten sowie einiger Schriftzüge. Den Marken lässt sich also auf verschiedenen Ebenen Gehalt zuordnen, je nachdem, welchen Bildausschnitt man betrachtet. Jede der beiden Geraden beispielsweise hat die Bedeutung einer Schattengrenze. Beide Geraden zusammen mit dem Schriftzug *metaliter* bedeuten den Erdschatten insgesamt. Der Begriff *graphisches Element* umfasst beide Fälle. Er bezeichnet alle Einheiten, die vom Autor der Zeichnung bewusst mit einem Sinn belegt wurden, unabhängig davon, ob es sich um kleine oder grössere Ausschnitte eines Bildes mit einer oder mehreren Marken handelt. Man unterscheidet zwischen einfachen und zusammengesetzten graphischen Elementen.⁵ Einfache graphische Elemente können nach bestimmten Regeln zu zusammengesetzten graphischen Elementen kombiniert werden. Man kann graphische Elemente daher als die darstellenden Einheiten einer Abbildung bezeichnen.

Wichtig ist hier festzuhalten, dass die Bedeutung von zusammengesetzten graphischen Elementen sich sowohl aus den Bedeutungen der einzelnen enthaltenen Marken, als auch aus ihren Relationen untereinander zusammensetzt. Am Beispiel des konischen Erdschattens wären das einerseits die beiden Geraden und der Schriftzug, und andererseits die parallele Anordnung und ihre Lage relativ zu anderen Teilen des Bildes. So wird die Konizität des Schattens durch den Schriftzug dargestellt und die ungefähre Lage des Schattens durch die Geraden und ihre Platzierung in der Figur. Die jeweilige Bedeutung einer Marke haftet dieser nicht dauerhaft an, sondern ergibt sich je nach Bedeutungszusammenhang immer neu.

Was den praktischen Vorgang der Bildinterpretation angeht, ist die Unterscheidung in Marken und graphische Elemente ein entscheidender Schritt. Denn vor der Interpretation eines Bildes ermöglicht die Trennung von Bildmarke und graphischem Element die Untersuchung des Bildes auf verschiedenen Ebenen. Statt sich sofort an die Interpretation des Inhalts der gesamten Abbildung zu begeben, wie es in den beispielhaften Interpretationen im Eingangskapitel durch-

⁵Einfache graphische Elemente sind solche, die keine weiteren bedeutungstragenden Einheiten mehr enthalten.

geführt wurde, ist man nun gefordert, das Bild erst hinsichtlich der enthaltenen Marken und graphischen Elemente zu analysieren. Erst am Ende einer vollständigen Erfassung aller graphischen Elemente einer Abbildung steht die Interpretation der Bedeutung des Gesamtbildes und so lassen sich die Fehler vermeiden, die in den Beispielen im zweiten Kapitel demonstriert wurden (Vgl. Abschnitt 4.2). Denn durch die Bestimmung der graphischen Elemente vor der eigentlichen Interpretation wird erstens sichergestellt, dass alle zum Bild gehörenden graphischen Elemente bewusst wahrgenommen werden und zweitens verringert man so die Gefahr der vorschnellen Zuordnung von modernen Begriffen auf die Bilder, da sich der Gesamtsinn eines Bildes erst aus den Teilkomponenten der vorher ermittelten graphischen Elemente ergibt.

Durch diese Art der Bildbeschreibung zwingt man sich als Rezipienten zur genauen Wahrnehmung des Bildes in seinen visuellen Eigenschaften und entdeckt häufig erst durch diesen Schritt die entscheidenden Hinweise auf die korrekte Interpretation. Um bei unserem Beispiel aus Abschnitt 4.2 des Eingangskapitels zu bleiben: Eine solche Vorgehensweise hätte schon bei der Bestimmung der Bedeutung der konzentrischen Kreise bemerken müssen, dass es sich im zweiten Fall nicht um Bahnen im modernen Sinn handeln kann.

ZEICHEN



Abbildung VII.2: Graphische Elemente können äquivalent sein. Vaticano BAV Palat. 1577, f.83r.

Der eigentliche Sinn eines Bildes ergibt sich jedoch erst auf der Ebene der *Zeichen*.⁶ Wie sich dieses von einem graphischen Element unterscheidet, kann an Abbildung VII.2 verdeutlicht werden. Wieder haben wir es mit einem Eclipsis-Diagramm tun. Die zunächst sehr ähnlich erscheinende Abbildung weist auf den zweiten Blick einige Unterschiede auf. Sieht man sich beispielsweise die Eigenschaften des Erdschattens an, fällt auf, dass dieser durch ein anderes graphisches Element dargestellt wird. Statt zweier Parallelen, die den zentralen kleinen Kreis mit dem unter ihm liegenden verbinden, und dem Schriftzug *umbra metaliter* finden wir hier zwei schräge Geraden, die den zentralen Kreis mit dem über ihm liegenden kleinen Kreis verbinden. Die Ergänzung des Wortes *umbra* durch den Begriff *metaliter* entfällt.

Auf der Ebene der Marken haben diese Bildausschnitte nicht viel gemeinsam. Und dementsprechend ist auch das graphische Element *Erdschatten* sehr verschieden von der ersten Variante, da es sich aus ganz anderen einfacheren graphischen Elementen zusammensetzt. Und doch haben diese beiden Darstellungen des Erdschattens, wenn man sie im Zusammenhang des Gesamtbildes betrachtet, die gleiche Bedeutung: Bei einer Mondfinsternis hat der Schatten den die Erde auf den Mond wirft eine konische Form. Die Konizität wird in dem einen Fall durch die den Zusatz *metaliter* dargestellt, der im Mittelalter durch den Begriff *konisch* übersetzt wurde, und *spitz zulaufend* bedeutete; im anderen Fall wird die Verjüngung des Schattens durch die Anordnung der beiden Schatten Grenzen dargestellt und auf den Schriftzug verzichtet. Ebenfalls verbindet der Schatten in beiden Bildern die Erde mit dem Mond, nur dass der Mond einmal oberhalb der Erde und einmal unterhalb dieser plziert ist.

Die beiden Darstellungen des Mondschattens sind also im Zusammenhang der Abbildung einander äquivalent, im Sinne von austauschbar.⁷ Die Austauschbarkeit definiert sich hier nicht über eine Ähnlichkeitsbeziehung der graphischen Elemente untereinander, sondern über eine Gleichwertigkeit auf der Bedeutungsebene im Rahmen des Bildes. Die Menge aller äquivalenten graphischen Elemente werden hier *Zeichen* genannt. Es handelt sich bei Zeichen also um eine abstrakte Grösse, die verschiedene graphische Elemente als konkrete Realisierungen umfasst.

⁶Die Verwendung des Begriffes *Zeichen* folgt Graßhoff et al. (2002), S. 34f., wo er im Sinne von Goodmans *Charakter* gebraucht wird. Vgl. Goodman (1998), S. 137.

⁷Das Konzept der Äquivalenzklassen von Marken geht ebenfalls auf Nelson Goodman zurück, wobei dieser die Äquivalenzbeziehung schärfer eingrenzt, als es in Graßhoff et al. (2002) vorgeschlagen wird. Siehe hierzu Goodman (1998), S. 143, sowie Graßhoff et al. (2002), S. 17.

DAS BILD ALS ZEICHENSYSTEM

Die Abstraktion von konkreten Eigenschaften einzelner Marken und ihre Rückführung auf eine gemeinsame Äquivalenzklasse ist keine Besonderheit wissenschaftlicher Abbildungen. Betrachten wir beispielsweise einen Satz oder eine andere Wortfolge in verschiedenen individuellen Handschriften, werden die Schriftstücke sich in ihrer äusseren Form nur annähernd bis wenig ähneln. Trotzdem wird problemlos feststellbar sein, ob es sich in allen Fällen um dieselben Worte handelt. Sie werden zwar in Form unterschiedlich gestalteter graphischer Elemente präsentiert, ein Austausch untereinander würde den Satz als solchen aber nicht verändern, weder hinsichtlich seiner Bedeutung noch in Bezug auf seine formalen, grammatikalischen Merkmale.⁸

So wie ein Text sich aus Worten und Buchstaben zusammensetzt, von denen jeder für sich austauschbar ist mit unzähligen anderen Buchstaben des gleichen Typs, bestehen wissenschaftliche Abbildungen wie die astronomischen Diagramme, aus Zeichen, die in Bedeutungszusammenhängen auf verschiedenen Ebenen angeordnet sind. Ihre Interpretation erfolgt demnach ähnlich wie die eines Textes, indem die Bedeutung der einzelnen verwendeten graphischen Elemente (Buchstaben) und ihren Relationen zueinander (Worte) bestimmt wird, aus welchen sich der Sinn des gesamten Zeichensatzes (Text) ergibt.

Ein grosser Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass Abbildungen sehr präzise vergleichbar werden. Das macht diesen Ansatz für die vorliegende Arbeit so fruchtbar. Hat man zwei Bilder eines Bildtyps, wie die zwei eben diskutierten Varianten der Eklipsis-Diagramme, ist es möglich, hinsichtlich ihres Gehaltes zu dem Ergebnis zu kommen, dass sie inhaltlich äquivalent sind, obwohl sie auf den ersten Blick nicht dem selben Bildtyp anzugehören scheinen, wie das am Beispiel des Erdschattens demonstriert wurde. Andersherum ist es möglich, bei einem Bildpaar, das sich äusserlich weitgehend gleich, präzise den Unterschied nicht nur bezüglich der verwendeten Marken und graphischen Elemente zu benennen, sondern diesen auch auf der Ebene des Bildgehaltes zu ermitteln.

Das Diagramm in Abbildung VII.3 beispielsweise ist dem zuerst besprochenen Bild in Abbildung VII.1 sehr viel ähnlicher. Und doch gibt es ein kleines Detail, aufgrund dessen wir zu dem Schluss kommen, dass sich diese Zeichnung bezüglich ihres Gehaltes von der ersten unterscheidet, während die offensichtlich

⁸Nicht eingegangen kann in diesem Zusammenhang auf Abbildungen von Individualgegenständen wie beispielsweise eine bestimmte Pflanze zu einem bestimmten Zeitpunkt. Hier ist der Austausch graphischer Elemente nicht möglich, auch wenn es sich um Abbildungen mit wissenschaftlichem Gehalt handelt. Vgl. Graßhoff et al. (2002), S. 43.

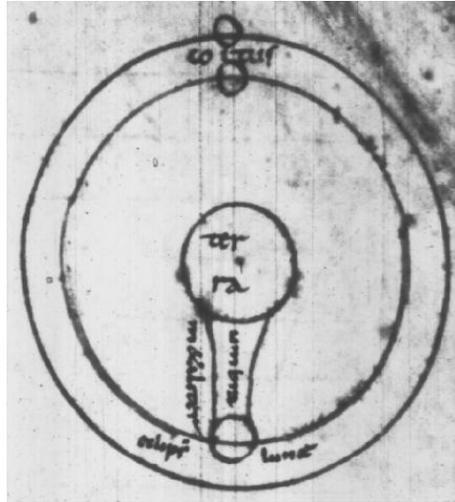


Abbildung VII.3: Eclipsis-Diagramm mit leichter Bedeutungsverschiebung. Paris BN 8671, f. 84r.

stark veränderte Zeichnung in Abbildung VII.2 mit letzterer bedeutungsgleich ist: Die Linien, welche die Schattengrenzen darstellen sind hier nicht gerade, sondern geschwungen. Diese Änderung ist zwar auf der Ebene der Marken weit weniger einschneidend als die grundlegend andere Strukturierung des Diagramms in Abbildung VII.2; sie hat jedoch im Gegensatz zu dieser eine starke Auswirkung auf den Gehalt der Bilder. Die beiden bei der Darstellung des Erdschattens verwendeten graphischen Elemente gehören in diesem Fall nicht derselben Äquivalenzklasse an, da sie eine unterschiedliche Bedeutung haben: Das eine Diagramm enthält das Zeichen “sich verjüngender Erdschatten auf dem Mond mit geraden Schattengrenzen” und das andere das Zeichen “Sich verjüngender Erdschatten auf dem Mond mit geschwungenen Schattengrenzen”. Sowohl die sichere Identifizierung der Bildunterschiede auf der Ebene der Marken als auch die präzise Bestimmung der inhaltlichen Relevanz der Unterschiede ist nur mit Hilfe der klaren Unterscheidung zwischen der Ebene der Marken und graphischer Elemente einerseits und der Ebene der Zeichen andererseits möglich.

SYNTAX UND SEMANTIK

Die prinzipielle Ähnlichkeit einer wissenschaftlichen Abbildung mit einem wissenschaftlichen Text bringt es mit sich, dass noch weitere elementare Eigenschaften eines Zeichensystems auf die Abbildungen zutreffen. Die Rede ist von den Regeln, nach denen sich komplexere graphische Elemente aus einfachen zusammensetzen, nach denen graphische Elemente einem Zeichen zugeordnet werden und nach denen graphischen Elementen und Zeichen eine Bedeutung zugeordnet wird. Denn zu einem Zeichensystem, mit dem sich ein bestimmter Gehalt ausdrücken lässt, den ein Rezipient fehlerfrei verstehen kann, gehören entsprechende Regeln, die dies ermöglichen. Wie für die Wortsprachen lassen sich auch für Bilder zwei Regelsysteme unterscheiden: das syntaktische und das semantische.

Syntaktische Regeln definieren die Bildung, Verknüpfung und Verwendung der in einer Abbildung auftretenden Zeichen und ihrer Realisierung in Form graphischer Elemente. Was bei der Wortsprache die Regeln dafür sind, welche Buchstabenfolgen zulässig sind und auf welche Weise Sätze gebildet werden, hat in wissenschaftlichen Abbildungen eine Entsprechung. Im Fall der astronomischen Planetendiagramme sind diese Regeln jedoch nicht so offensichtlich, wie bei dem etablierten Zeichensystem der Schrift. Man hat es vielmehr mit zeitgenössischen Konventionen über die Darstellung von astronomischen Inhalten zu tun, welche die Zeichner bei allen potentiellen Lesern, also in diesem Fall bei den Gelehrten, welche die im Mittelalter übliche Bildungslaufbahn hinter sich hatten, als bekannt voraussetzten. Ein Beispiel wäre die Regel, Schriftzüge immer dicht bei dem Bildabschnitt, auf den sie sich beziehen und nicht an einer beliebigen Stelle der Abbildung zu plazieren.

Semantische Regeln definieren die Bedeutung der Zeichen. Wie bei der Schrift festgelegt ist, dass ein Buchstabe mit gewissen morphologischen Eigenschaften den Vokal A bedeutet, muss auch in einer Abbildung mit theoretischem Inhalt die Bedeutung der graphischen Elemente geregelt sein. Wieder haben wir es bei den hier behandelten Diagrammen mit impliziten, als bekannt vorausgesetzten Regeln zu tun, die erst rekonstruiert werden müssen. Wie hoch bei historischen Abbildungen die Gefahr der Fehlinterpretation ist, wurde am Beispiel der schwierigen Deutung der Kreise als Planetenbahnen oder Sphärengrenzen beispielhaft demonstriert.⁹ Die Erarbeitung der semantischen Regeln eines historischen Abbildungstyps ist ein wesentlicher Teil ihrer Interpretation. Angesichts des Um-

⁹Vgl. Kapitel III, S. 52ff.

standes, dass die meisten wissenschaftlichen Konzepte seit dem Mittelalter einem starken Wandel unterworfen waren, stellt die Rekonstruktion der semantischen Regeln die Grundlage jeder historischen Interpretation dar.

1.2 METHODISCHE KONSEQUENZEN

Wie interpretiert man wissenschaftliche Abbildungen? Zum Abschluss dieses Abschnitts kann die eingangs gestellte Frage aufgegriffen und ein methodisches Verfahren formuliert werden, das sich als Konsequenz aus den bildtheoretischen Überlegungen ergibt. Der Interpretationsprozess lässt sich in drei Phasen gliedern.

IDENTIFIZIERUNG BEDEUTUNGSRELEVANTER MARKEN

Die Interpretation eines Bildes beginnt mit der Identifikation der interpretierbaren Aspekte eines Bildes, also der graphischen Elemente. Zu bestimmen sind diejenigen Marken oder Markenkomplexe, die eine bedeutungstragende Einheit bilden und bestimmten Zeichen angehören. Aus dem Wirrwarr der Helligkeitsverteilung auf dem mittelalterlichen Manuskript sind diejenigen Marken zu bestimmen, die zum Bild gehören. Schmutzflecke und Tintenkleckse müssen als nicht zum Bild gehörig erkannt werden und die Marken der Zeichnung von Marken anderer Diagramme in der direkten Umgebung korrekt unterschieden werden.¹⁰ Schon bei diesem ersten Schritt zeigt sich, dass die oben konstatierte Dreiteilung des Interpretationsprozesses eher einer übersichtlichen Beschreibung dient, als dass damit der faktische Interpretationsverlauf korrekt wiedergegeben wird. Denn die Entscheidungen, welche Marken zu einem Bild gehören, werden in den meisten Fällen vor dem Hintergrund erster Vermutungen über den Inhalt des Bildes getroffen.¹¹

Wichtig ist hierbei, dass den bildrelevanten Marken zunächst auf der Ebene ihrer Formeigenschaften Bedeutung zugeordnet wird. Abbildung VII.4 stellt einen Versuch dar, den Prozess der Isolierung einzelner Marken aus dem komplexen Markenmaterial einer mittelalterlichen Manuskriptseite anhand einer Darstellung der als relevant erachteten Marken im Fall des Eclipsis-Diagramms zu verdeutlichen.

Die im Original sehr unregelmässigen Elemente der Zeichnung werden als Kreise verschiedener Grösse, als Geraden und Schriftzüge aufgefasst.

¹⁰Wie wenig selbstverständlich dies ist, zeigten die Beispiele fehlerhaften Kopierens in Kapitel VI.

¹¹Nicht jede eindeutig zum Bild gehörende Marke muss einen Beitrag zum Bildgehalt liefern. Kunstvolle Verzerrungen beispielsweise sind Teile des Bildes, aber inhaltlich irrelevant.

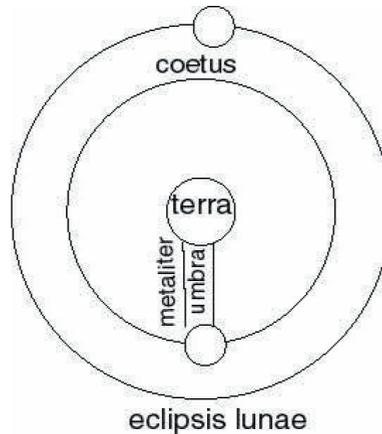


Abbildung VII.4: Schematische Reproduktion eines Eclipsis-Diagramms

GRAPHISCHE ELEMENTE UND IHRE RELATIONEN

In einem nächsten Schritt geht es um die Zuordnung von Bedeutung zu Marken.¹² Im Fall der astronomischen Abbildungen verlangt dies Kenntnis über den zeitgenössischen Wissensstand der Astronomie sowie über die Vorstellungen bezüglich des Aufbaus des Himmels und seiner Eigenschaften. Der wichtigste und direkteste Deutungskontext wird hier immer der Text sein, zu dem die Abbildungen entstanden, insbesondere die Passage, mit der sie in inhaltlichem Zusammenhang stehen. Selbstverständlich bezieht sich die Zuordnung von Bedeutung nicht nur auf die Marken selbst, sondern ebenso auf die Relationen, in denen sie zueinander stehen. Nur so können die einfachen graphischen Elemente des Erschattens gemeinsam als der zwischen Erde und Mond liegende Schatten wahrgenommen werden.

Das Ergebnis lässt sich in einer Tabelle darstellen, welche die einfachen graphischen Elemente sowie die aus ihnen zusammengesetzten komplexeren graphischen Elemente enthält (vgl. Tabelle 1.2). Das graphische Element des Erdschattens ist in diesem Fall als zusammengesetzt aus vier einfachen graphischen

¹²Die Zuordnung von Bedeutung zu einzelnen Marken ist in diesem Prozess nicht endgültig. Im Zuge der Bestimmung von Relationen zwischen den einzelnen graphischen Elementen wird auch die ursprüngliche Interpretation der Marken teilweise zu korrigieren sein. Vgl. Graßhoff et al. (2002), S. 37.

Elementen zu verstehen, nämlich zwei Geraden, welche die Schattengrenzen darstellen, und zwei Schriftzüge, die diesen als Schatten mit einer konischen Form ausweisen. Die korrekte Zuordnung dieses graphischen Elementes zum Zeichen "Konischer Erdschatten" ermöglicht den sachgerechten inhaltlichen Vergleich dieser Abbildung mit einer anderen, in der dasselbe Zeichen durch ein ganz anderes graphisches Element dargestellt ist.

DIE INTERPRETATION

Die dritte und letzte der hier skizzierten Phasen ist die eigentliche Interpretation. Auch hier gilt wieder, dass die Unterscheidung der gerade geschilderten Schritte im Interpretationsprozess eine künstliche Isolierung von Phasen darstellt, die sich in der Interpretationspraxis nicht so strikt voneinander trennen lassen. Denn die Interpretation des Bildes bezüglich seines wissenschaftlichen Gehaltes wird in den meisten Fällen mit einer ersten Idee oder Arbeitshypothese beginnen. Im Gegensatz zu einem Interpretieren, der sofort mit der Interpretation des Gehaltes des Gesamtbildes beginnt, hat der Interpret, welcher die gerade skizzierten methodischen Schritte vorangestellt hat, deutlich mehr Möglichkeiten seine Interpretation auf ihre Angemessenheit zu prüfen: Sie muss in Übereinstimmung mit den ermittelten graphischen Elementen stehen. Im Fall des Eclipsis-Diagramms ergibt sich aus den ermittelten graphischen Elementen vor dem Deutungshintergrund der Textstelle, mit der es anhand des Referenzwortes *ecliplumae* verbunden ist, folgende Bedeutung: Mondfinsternisse entstehen, wenn die sich auf Kreisbahnen um die Erde bewegenden Planeten Sonne und Mond sich genau in Opposition befinden, da dann die Erde einen konischen Schatten auf den Mond wirft und diesen verdunkelt.

2 WISSENSCHAFTLICHE FUNKTION DER BILDSTYPEN

Ausgerüstet mit einem methodisch fundierten Zugang zum wissenschaftlichen Gehalt der Bilder steht einer Analyse der Funktion der Bilder nichts mehr im Weg. In diesem Abschnitt soll diese Frage zunächst hinsichtlich der verschiedenen Bildtypen gestellt werden. Was waren die Gründe für die Zeichner, sich Anfang des 9. Jahrhunderts so ausgiebig des Mediums der Diagramme zu bedienen? Vor einer Analyse der einzelnen Veränderungen der Diagramme soll die Funktion der Bildtypen zum Zeitpunkt ihres Entstehens betrachtet werden. Damit richtet sich der Blick auf die jeweils ersten überlieferten Diagramme eines Bildtyps.¹³

¹³In den meisten Fällen ist nicht davon auszugehen, dass es sich um die ersten Exemplare eines Bildtyps handelt, da nicht rekonstruiert werden kann, ob Vorläufer existieren, die verloren gingen.

Ebene	Marken	Gehalt
Graphisches Gesamtobjekt	Vier komplexe graphische Elemente	Modell der Mond- und Sonnenfinsternis
Graphisches Element 1	Schriftzug	lat: Mondfinsternis
Graphisches Element 2	Schriftzug	lat: Sonnenfinsternis
Komplex. Graphisches Element A		Sonne auf ihrer Bahn
Graphisches Element 1	Kreis	Bahn der Sonne
Graphisches Element 2	Kreis	Sonnenkugel
Graphisches Element 3	Schriftzug	lat: Sonne
Komplex. Graphisches Element B		Mond auf seiner Bahn
Graphisches Element 1	Kreis	Mondbahn
Graphisches Element 2	Kreis	Mondkugel
Graphisches Element 3	Schriftzug	lat: Mond
Komplex. Graphisches Element C		Erde
Graphisches Element 1	Kreis	Erdkugel
Graphisches Element 2	Schriftzug	lat: Erde
Komplex. Graphisches Element D		Schattenkegel
Graphisches Element 1	Gerade	rechte Schattengrenze
Graphisches Element 2	Gerade	linke Schattengrenze
Graphisches Element 3	Schriftzug	lat: Schatten

Tabelle VII.1: Tabelle der graphischen Elemente und ihrer Bedeutungen. Das Gesamtobjekt besteht aus vier komplexen graphischen Elementen A – D, die sich wiederum aus graphischen Elementen (1-3) zusammensetzen.

2.1 DER ZUGANG: DIE BILD-TEXT-RELATION

Eine unmittelbare Erschließung des Verwendungskontextes der Diagramme ist, wie weiter oben schon ausgeführt, nicht möglich. Fragen nach dem Gebrauch und nach den Gründen für die Entstehung der Zeichnungen können demnach nur aus den Abbildungen selbst beantwortet werden. Wesentlich erleichtert wird die Rekonstruktion der Entstehungssituation durch die Tatsache, dass nicht nur die Abbildungen selbst überliefert sind, sondern auch die zugehörigen Texte der historischen Arbeit zur Verfügung stehen. Denn mit diesem unmittelbaren Entstehungskontext eröffnet sich die Möglichkeit, durch einen Abgleich des Bildgehaltes mit den Inhalten des Textes die Entstehungssituation insofern zu rekonstruieren, als nun erschlossen werden kann, was die Bilder bezogen auf den Text leisten, in welchem Verhältnis der Bild- zum Textgehalt steht und, was demzufolge die Motivation für die Entstehung der Diagramme sein könnte.

Hier kommt nun die im letzten Abschnitt skizzierte Methode der Bildinterpretation zum Tragen. Denn nur mit einem Verfahren, das den wissenschaftlichen Gehalt eines Bildes detailliert erfasst, ist es möglich, den Bildgehalt mit dem Inhalt des Textes zu kontrastieren. Hierbei ist ein entscheidender Vorteil, dass der wissenschaftliche Sinn eines Diagramms in die enthaltenen Einzelaussagen zerlegt werden kann, um ihn anschliessend den Aussagen der entsprechenden Textpassage vergleichend gegenüber zu stellen. Auf diese Weise können Differenzen und Übereinstimmungen der Bildinhalte mit dem Gehalt der Texte als Befunde gewonnen werden, die einer historischen Interpretation zur Verfügung stehen.

Zur Erläuterung dieses Verfahrens sei nochmals auf das schon bestens bekannte Beispiel des Eclipsis-Diagramms verwiesen. Der Gehalt dieses Bildes, wie er am Ende der beispielhaften Interpretation im letzten Abschnitt formuliert wurde, kann ebenfalls in Form einer Tabelle aufgelistet werden. Damit ergibt sich eine Liste, die etwa die Aussagen der linken Tabellenseite enthalten würde:

Dieser Liste kann man die Aussagen der Textstelle, mit der dieses Diagramm durch ein Referenzwort verbunden ist, vergleichen. Das Ergebnis entspricht etwa der rechten Tabellenseite in Tabelle VII.2.¹⁴

¹⁴Die Textstelle lautet: „DE INTERVALLIS EARUM. Intervals eorum a terra multi indagare temptarunt, et solem abesse a luna undeviginti partes quantum lunam ipsam a terra prodiderunt. Sed phitagoras vir sagacis animi a terra ad lunam CXXV stadiorum collegit, ad solem ab ea duplum, inde ad XII signa triplicatum. Interdum et musica ratione appellat tonum quantum absit a terra luna, ab ea ad mercurium dimidium spatii, hoc est semitonium, et ab eo ad venerem tantundem, a quo ad solem sescuplum, id est tria semitonia, a sole ad martem tonum, id est quantum ad lunam

Der Mond bewegt sich um die Erde auf einer kreisförmigen Bahn, die kleiner ist als die der Sonne.	—	
Die Sonne bewegt sich um die Erde auf einer kreisförmigen Bahn, die grösser ist als die des Mondes.	—	
Wenn sie sich genau gegenüber stehen, verdeckt die Erde den Mond.	—	(...) cum in contraria luna posita (...) luna defectus fit (...)
Der Schatten ist konisch.	—	(...) umbra terrae metaliter (...)
Eine Mondfinsternis entsteht.	—	(...) videre lumen solis terra ostante non poterit (...)

Tabelle VII.2: Tabelle der Bildaussagen und ihrer textlichen Entsprechung. Ein Teil der Bildaussagen hat keine Entsprechung in der entsprechenden Textpassage.

Diese Gegenüberstellung des Bildgehaltes und seiner Entsprechung im Text zeigt, dass die meisten Bildaussagen eine textliche Entsprechung haben. Handelt es sich also nur um eine illustrierende Verdoppelung des Textgehaltes? Nein, denn die Tabelle zeigt auch, dass ein Teil der Bildaussagen nicht im Text zu finden ist. Die Bildbedeutung weist also einen Überschuss an Aussagen gegenüber der Textstelle auf, zu welcher das Bild entstand.

2.2 DER BEFUND: ÜBEREINSTIMMUNG UND INFORMATIONENÜBERSCHUSS

Nach diesem Verfahren wurden die Bildtypen auf ihren Gehalt untersucht und mit dem Gehalt der relevanten Textstellen kontrastiert. Als überraschend homogenes Ergebnis für die Plinius-, Macrobius- und Capella-Diagramme ergab sich bei fast allen Diagrammen dieser Traditionen eine ähnliche Situation wie in dem gerade durchgeführten Text-Bild-Vergleich am Beispiel des Eclipsis-Diagramms.

INHALTLICHE ÜBEREINSTIMMUNG VON BILD UND TEXT

Einerseits weisen die Diagramme durch weitgehende inhaltliche Übereinstimmung eine starke Verbindung mit einer Textstelle des Manuskriptes auf, zu der sie entstanden. In allen Fällen lässt sich eine Passage finden, die thematisch mit dem Bildgehalt übereinstimmt und die im Bild behandelten Aspekte der beschriebenen astronomischen Sachverhalte enthält. Das mag so offensichtlich sein, wie im Fall des Eclipsis-Diagramms, wo sich die Aussagen einer bestimmte Passage fast vollständig im Diagramm wiederfinden; in anderen Fällen dagegen erstreckt sich die Behandlung eines astronomischen Gegenstandes, zu dem ein Bild entstand, über mehrere Seiten und das Diagramm enthält eine kleine Auswahl der behandelten Aspekte. Letzteres trifft auf alle Plinius-Diagramme sowie die Tierkreisordnung-Diagramme des Macrobius zu.

INFORMATIONENÜBERSCHUSS

Auch der zweite Aspekt der am Beispiel des Eclipsis-Diagramms konstatierten Befundes beschränkt sich nicht auf den beispielhaft diskutierten Einzelfall, sondern ist repräsentativ für die meisten der Plinius-, Capella- und Macrobius-Diagramme. Die vergleichende Analyse von Bild und Text ergab für alle Abbildungstypen einen Informationsüberschuss bezogen auf die Passage des Textes, mit der die Abbildung inhaltlich verbunden ist. Der Umfang des Überschusses an theoretischen Aussagen variiert von Bildtyp zu Bildtyp. Der überwiegende Teil der

a terra, ab eo ad iovem dimidium, et ab eo ad saturnum tantundem spatii, inde ad signiferum sescuplum. Ita septem tonis effici quam diapason armoniam vocant.“ Plinius (1888), p. 36-7.

Bildaussagen ist jedoch in allen untersuchten Abbildungen auch in der entsprechenden Textpassage enthalten.

Dieser Befund gilt ebenfalls für die Diagramme der übrigen Bildtraditionen, wie das folgende Beispiel des Intervall-Diagramms zeigt. Eine Analyse des Bildgehaltes nach dem oben beschriebenen Verfahren ergibt für diesen Diagrammtyp die Aussagen in der linken Tabellenspalte.

Vergleicht man den in dieser Liste dargestellten Bildgehalt mit dem Gehalt der Passage, zu der das Bild entstand, kommt man zu einem ähnlichen Ergebnis wie im Fall des Eclipsis-Diagramms. Wieder kann eine weitgehende Deckung des Bild- und Textgehaltes konstatiert werden (vgl. Tabelle 2.2). Und auch in diesem Fall enthält das Bild eine Reihe von Aussagen, die in der Textstelle nicht enthalten sind.

2.3 TEXTE, MODELLE UND BILDER

Ergibt die umfassende Analyse des Bildgehaltes aller Diagrammtypen ein einheitlicheres Bild der Funktion der Abbildungen als die bislang vorliegenden Studien zu einzelnen Bildtypen oder -traditionen? Der sich aus dem Bild-Text-Vergleich ergebende Befund der weitgehenden inhaltlichen Deckung sowie des Informationsüberschusses schliesst für die meisten Bildtypen bereits eine mögliche Funktion aus: die illustrierende Verdoppelung der Textaussagen in Visualisierungen desselben. Denn in den Diagrammen geschieht mehr als die Darstellung der Aussagen des Textes im Medium des Bildes.

Was genau die Zeichnungen jedoch leisten, muss eine Bestimmung des konstatierten Überschusses an theoretischen Elementen in den Bildern gegenüber dem Text ergeben. Denn alle drei der im Eingangskapitel besprochenen Kandidaten für wissenschaftliche Funktionen der Diagramme würden einen über den Textgehalt hinausgehenden Bildgehalt erfordern. Eine Entscheidung zwischen den Varianten ist daher noch nicht möglich.

Die synoptische Zusammenführung astronomischer Aussagen der verschiedenen zur Verfügung stehenden Autoritäten zu einem astronomischen Thema würde die Präsenz von Bildaussagen erfordern, die aus anderen Texten stammen. Bruce Eastwood hat dies im Fall des Dreier-Diagramms demonstriert.¹⁵ Eine den Text korrigierende Funktion der Zeichnungen würde ebenfalls Elemente in den Bildern voraussetzen, welche im Widerspruch zu Aussagen der Textumgebung des Bildes stünden und diesen korrigierten. Dies könnten sowohl auf eigener Be-

¹⁵Zuletzt in Eastwood (2000*b*), S. 9f.

Die Planeten und der Tierkreis bewegen sich um die Erde	—	
Ihre Bahnen sind kreisförmig.	—	
Ihre Bahnen sind konzen- trisch.	—	
Die Abstände der Bahnen werden als Töne bezeichnet.	—	(...) appellat tonum (...)
Ein Ton entspricht dem Ab- stand Erde – Mond.	—	(...) quantum absit a terra luna (...)
Vom Mond zum Merkur ist es ein Halbton.	—	(...) ab ea ad mercurium dimi- dium spatii, hoc est semitoni- um (...)
Von Merkur bis Venus ist es ein Halbton.	—	(...) et ab eo ad venerem tantundem (...)
Von Venus bis zur Sonne sind es drei Halbtöne.	—	(...) a quo ad solem sescuplum, id est tria semitonia (...)
Von der Sonne bis zum Mars ist es ein Ganzton.	—	(...) a sole ad martem tonum (...)
Von Mars bis Jupiter ist es ein Halbton.	—	(...) ab eo ad iovem dimidium (...)
Von Jupiter bis Saturn ist es ein Halbton.	—	(...) et ab eo ad saturnum tantundem spatii (...)
Vom Saturn bis zur Fixstern- sphäre sind es drei Halbtöne.	—	(...) inde ad signiferum sescu- plum (...)

Tabelle VII.3: Tabelle der Bildaussagen des Intervall-Diagramms (Kreis) und ihre textliche Entsprechung.

obachtung beruhende Informationen sein als auch Aussagen aus Texten anderer Autoren, welche im Widerspruch zu Inhalten des behandelten Textes stehen.

Und auch der dritte besprochene Funktions-Kandidat, die interpretierenden Klärung des Textgehaltes, verlangt, dass ein klärendes Diagramm einen Gehaltsüberschuss gegenüber dem Text aufweist. Denn die Klärung einer Textstelle durch die Interpretation derselben bedeutet, dass der Text an solchen Stellen ergänzt wird, an welchem er mehrere Möglichkeiten der Deutung zulässt. Die Schliessung einer solchen „Informationslücke“, an welcher der Text um die fehlenden Angaben ergänzt wird, würde dazu führen, dass ein „klärendes“ Diagramm über die Aussagen des zu interpretierenden Textes hinausgehenden Gehalt aufweist.

Wenden wir uns zunächst den beiden Beispielen zu, die uns bislang begleitet haben. Die „überschüssige“ Information des Eclipsis-Diagramms bestand darin, dass sich diese beiden Planeten in kreisförmige Bewegungen um die Erde in ihrem Zentrum bewegen, wobei die Bahn des Mondes kleiner und damit dichter an der Erde ist als die der Sonne (vgl. Tabelle 1.2). Um welche Art von Information handelt es sich hierbei?

Ausgeschlossen werden kann zunächst einmal, dass es sich um Beobachtungsergebnisse handelt. Denn weder die Lage der Planetenbewegungen relativ zur Erde noch die Form der Gesamtbewegung sind beobachtbare Sachverhalte. Es handelt sich vielmehr um Eigenschaften der in den Texten beschriebenen planetenastronomischen Modelle. Als Quelle für diese Information bleibt damit einer der im 9. Jahrhundert zugänglichen antiken Texte. Zur Auswahl steht zunächst das spätantike Exzerpt selbst, zu dem die Abbildungen entstand. Und es zeigt sich, dass die gesuchten Angaben hier zu finden sind. Jede der Aussagen des Diagramms, die den Gehalt der zugehörigen Textstelle übersteigt, findet sich an anderen Stellen desselben Capella-Textes. Der Ursprung der „überschüssigen“ Informationen sind also Passagen desselben Textes, deren Gegenstand andere astronomische Themen sind. So wird die kreisförmige Bewegung der Planeten in einer vorangehenden Passage als durch die tägliche Drehung des Himmels um die Erde bestimmt beschrieben.¹⁶ Diese Stelle wird ergänzt durch eine weitere Passage, worin es heisst, dass die Bewegungen von Sonne und Mond im Gegensatz zu denen der anderen Planeten keine Unregelmässigkeiten wie rückläufige Bewegungen oder Stillstände aufweisen.¹⁷ Die unterschiedlichen Grössen der Sonnen-

¹⁶ „tam mundanis raptibus auferuntur.“ Capella (1983), S. 321, Absatz 852.

¹⁷ „sol vero lunaque cursu continuo rapiuntur“. Capella (1983), S. 323, Absatz 854.

und Mondbewegung finden sich in einer Textstelle, welche die Entfernungen der Planeten von der Erde beschreibt.¹⁸

So stellt sich auch am Intervall-Diagramm der Befund dar: Die nicht in der direkten Textumgebung des Diagramms enthaltenen Aussagen der Zeichnung sind keine Beobachtungsdaten, sondern betreffen Eigenschaften der kosmologischen und astronomischen Modelle, die in den Texten beschrieben werden. Und auch hier wird man auf der Suche nach einer Vorlage schnell fündig, da sich die gesuchten Angaben in demselben Text finden wie das Diagramm, jedoch in einem anderen Zusammenhang. Die Angaben über die Ordnung der Planeten sowie die Lage und Form von deren Bahnen finden sich in exakt der Weise, wie sie im Diagramm dargestellt wird, in einem anderen der vier Exzerpt-Teile aus der *Historia Naturalis* des Plinius. In einem Textabschnitt mit der Überschrift *De positione et cursu septem planetarum* wird die Bewegung eines jeden Planeten als Kreisbahn beschrieben und ihre Anordnung relativ zu den anderen Bewegungen genau so angegeben, wie sie im Diagramm zu finden ist.¹⁹

Was an diesen beiden Beispielen demonstriert werden konnte, findet sich in ähnlicher Art in allen Diagrammen der Plinius- Macrobius- und, mit einer

¹⁸ „nam luna, quae propinquior terris est.“ Capella (1983), S. 324, Absatz 858.

¹⁹ Der Wortlaut der Textstelle ist: DE POSITIONE ET CURSU SEPTEM PLANETARUM. Inter caelum et terram certis discreta spatiis septem sidera pendent quae ab incesso vocamus errantia, cum errent nulla minus illis. Quorum summum saturni sidus ideoque minimum videri et maximo ambire circulo, ac trecesimo anno ad brevissima sedis suae principia regredi certum est. Inde inferiorem iovis circulum et ideo motu celeriolem duodenis circumagi annis. Tertium martis sidus igne ardens solis vicinitate binis fere annis converti. Tum solis meatum esse partium quidem CCCLX, sed ut observatio umbrarum eius redeat ad notas, quinos annis dies adici superque quartam partem diei, quam ob causam quinto anno unus intercalarius dies additur ut temporum ratio solis itineri congruat. Infra solem ambit ingens sidus appellatum veneris, alterno meatu vagum; signiferi circuitum peragit trecentis et duoquingenis diebus, a sole numquam absistens partibus sex atque XL longius. Simili ratione, sed nequaquam magnitudine aut vi, proximum illi mercurii sidus inferiorem circulo fertur novem diebus otiole ambitu, modo ante solis exortum modo post occasum splendens, numquam ab eo XX duabus partibus remotior. Ideo et peculiaris horum siderum ratio est neque communis cum supra dictis. Nam eae et quarta parte caeli a sole abesse et tertia, et adversa soli saepe cernuntur. Sed omnium admirationem vincit novissimum sidus terris familiarissimum lunae, crescens semper aut senescens, modo curvata in cornua facie, modo aequa portione divisa, modo sinuata in orbem, maculosa eademque subito praenitens, immensa orbe pleno ac repente nulla, alias pernox alias sera et parte diei solis lucem adjuvans, deficiens et in defectu tamen conspicua, iam vero humilis et excelsa, et ne id quidem uno modo, sed alias admota caelo alis contigua montibus, nunc in aquilonem elata nunc in austros deiecta; proxima ergo cardini ideoque minimo ambitu, vicenis diebus septenisque et tertia diei parte peragit spatia eadem quae saturni sidus altissimum XXX ut dictum est annis. Dein morata in coitu solis biduo cum tardissime a tricesima luce ad easdem vices exit. Plinius (1888), S. 34-6.

Ausnahme, der Capella-Tradition.²⁰ Einen Sonderfall stellt das Dreier-Diagramm dar, in dem, wie schon in Kapitel III gezeigt wurde, explizit auf andere Autoritäten Bezug genommen wird. Wie dieser Sonderstatus sich hinsichtlich einer noch zu bestimmenden generellen Funktion der Abbildungen verhält, wird noch zu klären sein.²¹

2.4 DER SONDERSTATUS DER CALCIDIUS-DIAGRAMME

Wenn die Calcidius-Diagramme bislang nicht Teil der Diskussion um den Gehalt der Diagramme relativ zum Textgehalt waren, hat das den Grund, dass sie sich von den übrigen grundsätzlich unterscheiden. Die vergleichende Inhaltsanalyse ergab eine viel stärker ausgeprägte Deckung von Bild- und Textgehalt. Bei einigen Bildtypen der Calcidius-Tradition fand sich eine solche Übereinstimmung sogar bei fast allen Diagrammen.²² Als Ursache dieser Abweichung von den Bildtypen der anderen Traditionen ergab sich eine weitere Eigenschaft von Bild-Textverhältnissen.²³ Die Calcidius-Texte enthaltene explizite und detaillierte Konstruktionsbeschreibungen für Diagramme. Mit Hilfe griechischer Buchstaben wird in diesen Passagen erläutert, welche geometrischen Elemente wie anzuordnen sind, um das entsprechende Diagramm zu konstruieren. Genau diese Diagramme finden sich in den Manuskripten umgesetzt. Das folgende Zitat mit einer Diagrammbeschreibung aus dem Calcidius-Text sowie dessen Umsetzung in Abbildung VII.5 demonstriert dieses besondere Bild-Text-Verhältnis:

Let there be the zodiacal circle, defined by the letters $AB\Gamma\Delta$. Let its center and the center of the world be placed at Θ , where we say that the earth always remains. Through this midpoint two diameters, the lines $A\Gamma$ and $B\Delta$, are drawn, cutting the circle into four equal spaces. The point A is understood to stand at the beginning of Aries, B at the beginning of Cancer, Γ likewise for Libra and Δ for Capricorn. Therefore the Sun arriving at A is seen to bring the vernal equinox, at B the summer solstice, again at Γ the fall equinox, and at Δ the winter solstice. Thus it appears to circle around through these four equal parts of the world, $AB, B\Gamma, \Gamma\Delta,$

²⁰Die Analyse des Verhältnisses von Text- und Bildgehalt der übrigen Diagrammtypen ist innerhalb des Programmes COMPAGO möglich, in dem die *Einzelbildansicht* alle Bildtypen in einer Ansicht mit der entsprechenden Textstelle präsentiert und die *Werkansicht* das Studium der gesamten Texte ermöglicht. Vgl. hierzu Kapitel IV.

²¹Bruce Eastwood vermutet auch beim Venus/Merkur-Diagramm der Macrobius-Tradition den Einfluss textfremder Information. Vgl. Eastwood (1986a) S. 198ff.

²²Vgl. die Diskussion des Text-Bildverhältnisses der Calcidius-Diagramme in Graßhoff & Eastwood (2003b), S. 71f.

²³Vgl. Kapitel III, S. 18f.

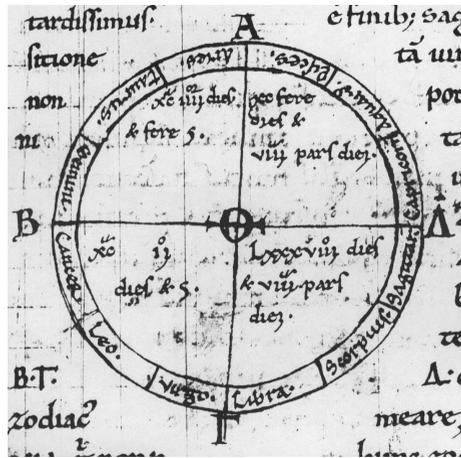


Abbildung VII.5: Jahreszeitenlänge-Diagramm. Leiden Universiteitsbibliotheek, Ms. BPL 64, f.75v.

and ΔA , in unequal and different time intervals. The part of the heavens from vernal equinox to summer solstice comprises about $94\frac{1}{2}$ days and nights; from summer solstice to autumnal equinox takes $92\frac{1}{2}$ days and nights; next, from autumnal equinox to winter solstice consumes $88\frac{1}{8}$ days; and then the remainder of the space, between winter solstice and spring equinox contains about $90\frac{1}{8}$ days. And thus, as all agree, the full passage of the circle of 365 and about $\frac{1}{4}$ days is achieved. In the sign of Gemini it (the passage) is slowest, swiftest within Sagittarius, midway in its change both in Virgo and in Pisces.²⁴

²⁴Das lateinische Original lautet: „Sit enim zodiacus circulus per $AB\Gamma\Delta$ notas circumactus; cuius et universi mundi in medietate posita, iuxta quam stipatam manere dicimus terram, littera sit Θ , per quam lineae duae dirigantur bis secantes circulum in aequalia dimensa quattuor hae $A\Gamma$ et $B\Delta$, diametros utraque, intellegaturque A in exordio Arietis locatum, B in exordio Cancri, item Γ in regione Librae, Δ Capricorni. Ergo sol accedens ad A facere videtur aequinoctium vernum, ad B autem aestivam conversionem, item ad Δ autumnale aequinoctium, ad hiemalem conversionem. Aequales ergo partes mundi quattuor has $\Gamma\Delta$, ΔA iniquis et imparibus temporibus videtur circumire, siquidem ex aequinoctio verno usque ad aestivam conversionem spatium caeli quod interiacet nonaginta fere et quattuor semis diebus et noctibus conflicit, ex conversione vero aestiva usque ad autumnale aequinoctium nonaginta et duobus semis diebus et noctibus pervenit, ab autumnali porro aequinoctio pergens ad brumalem conversionem octoginta et octo diebus pervenit et octava parte unius diei, residuum item spatium, quod inter brumalem conversionem et vernum

Schritt für Schritt beschreibt der Text mit Hilfe der griechischen Buchstaben erst die Konstruktion des Kreises, die ihn teilenden Geraden, die Verteilung des Tierkreises entlang des Kreises sowie alle anderen Elemente des Bildes.²⁵

Im Gegensatz zu den Diagrammtypen der anderen Bildtraditionen haben wir es hier demnach mit Zeichnungen zu tun, die den Textgehalt tatsächlich nur illustrierend verdoppeln und ihn nicht, wie dies in der Regel bei den anderen Bildern der Fall ist, ergänzen. Aus den Überlegungen über die Funktion der Diagramme zum Zeitpunkt ihrer Entstehung in den folgenden Abschnitten sind die Diagramme der Calcidius-Tradition also auszunehmen, da sich die Frage nach den Gründen für die Wahl des Mediums Diagramm nicht stellt, wenn der Text selbst die Erstellung von Zeichnungen, ob mental oder realiter, fordert. Diese Diagrammtypen werden jedoch dann wieder diskutiert werden, wenn es um die Untersuchung der Bildveränderungen und ihre Bedeutung hinsichtlich der Funktion der Abbildungen gehen wird.

2.5 DIE KLÄRUNG DER MODELLE

Was ergibt sich aus diesen vergleichenden Betrachtungen von Bild- und Textgehalt nun für die Frage nach der Funktion der Bilder? Ist es möglich zwischen den oben besprochenen Kandidaten zu entscheiden? Oder sind alle erwähnten Varianten zu verwerfen und es ergeben sich Funktionen von denen bislang noch nicht die Rede war?

Ausgeschlossen werden kann die Funktion, welche weiter oben *Korrektur* genannt wurde, also die Ergänzung des Textes durch Informationen, welche Aussagen des Textes widersprechen. Keiner der Bildtypen der drei untersuchten Traditionen enthält Aussagen, die mit denen des Textes im Widerspruch stehen. Weder Beobachtungsdaten noch dem Text der Bildumgebung widersprechende Inhalte aus anderen Schriften sind in den Bildern enthalten.

aequinoctium interiacet, nonaginta fere diebus et parte octava diei conficit proptereaque omnem circuli meatum trecentis sexaginta et quinque diebus ac noctibus et parte quarta diei propemodum obire consensu omnium creditur: e regione Geminorum tardissimus, e finibus Sagittarii volucer, medius in transitione tam Virginis quam etiam Piscium.“ Aus: Calcidius (1962), S. 125-7.

²⁵Nicht in allen Calcidius-Diagrammen stimmen Bild und Text so präzise überein. Die Gründe dafür liegen jedoch in einer fehlerhaften Umsetzung der Textangaben und nicht in einer bewussten Abweichung von diesem. Dies ändert jedoch nichts daran, dass es sich hierbei grundsätzlich um Umsetzungen von textlichen Angaben zur Konstruktion von Diagrammen handelt. Vgl. hierzu Graßhoff & Eastwood (2003b), S. 71.

Ebenfalls nicht zutreffend ist, von einer oder wenigen Ausnahmen abgesehen,²⁶ dass die Zeichnungen mit dem Zweck erstellt wurden, Angaben verschiedener Autoren zu einem astronomischen Sachverhalt in einer synoptischen Abbildung zusammenzuführen. Wenngleich dies in dem wohl bekanntesten frühmittelalterlichen Planetendiagramm der Fall ist, stellt es doch eine, wenn auch prominente, Ausnahme dar. Die Untersuchung der Text-Bild-Relationen ergab, dass in die Abbildungen keine textfremden Inhalte eingehen.

Bleibt von den besprochenen Kandidaten nur der Aspekt der Klärung des Textgehaltes als mögliche wissenschaftliche Funktion der Diagramme. Als eine Voraussetzung hierfür hatte sich weiter oben ergeben, dass ein in diesem Sinne klärendes Diagramm mehr Gehalt aufweisen muss, als es die entsprechende Textpassage tut, da eine klärende Tätigkeit notwendigerweise damit einhergeht, dass etwas Erklärendes dem Text beiseite gestellt wird, wodurch dessen Inhalt klar wird. Genau dies ist in allen Abbildungen der drei hier relevanten Abbildungstraditionen der Fall. Bezüglich der Natur dieses über den Text hinausgehenden Gehaltes war festgestellt worden, dass es sich durchweg um Informationen handelt, welche an anderer Stelle des Textes stehen, zu welchem ein Diagramm entstand.

Sieht man sich daraufhin die betroffenen Abschnitte der Texte sowie die dazu entstandenen Diagramme im Einzelnen an, bestätigt sich der klärende Charakter der Bilder. Sie entstehen durchweg zu Passagen, in denen Aspekte der antiken Modelle auf eine Weise beschrieben werden, welche die Kenntnis grundlegender räumlicher Eigenschaften der Modelle voraussetzt um verstanden zu werden. In den betroffenen Passagen selbst, die spezielle Eigenschaften der Modelle behandeln, wird die Einordnung der erörterten Aspekte in die räumlichen Verhältnisse des Gesamtmodells nicht mehr geleistet. Der Bild-Text-Vergleich zeigte nun, dass es sich bei den über den Text hinausgehenden Inhalten der Bilder durchweg um die Ergänzung des Textgehaltes um diejenigen Informationen über die räumliche Situation handelt, die für ein Verständnis der Textstelle notwendig ist. Die in den Exzerpten beschriebenen Modelle über den Aufbau des Kosmos und die Bewegungen der darin enthaltenen Planeten relativ zu anderen Teilen des Himmels werden in den Diagrammen visualisiert. Dabei werden diejenigen Informationen, die notwendig sind, um die dargestellten Sachverhalte zu erklären, ergänzt werden. Gefunden werden diese für die Klärung des beschriebenen Sachverhaltes

²⁶Wie schon erwähnt enthält das Dreier-Diagramm explizite Hinweise auf andere lateinische Autoren. Im Fall des Venus/Merkur-Diagramms der Macrobius-Tradition vermutet Bruce Eastwood, dass der zirkumsolare Aspekt des Bildes eine Capella-Anleihe ist. Vgl. Eastwood (1986a), S. 199.

notwendigen Informationen von den Zeichnern in anderen Passagen der Texte, in denen die entsprechenden räumlichen Eigenschaften der Modelle, die Bewegungen der einzelnen Komponenten des Kosmos sowie deren Lage zueinander beschrieben werden.

Kommen wir zurück zu unseren Beispielen. Die Beschreibung der Entstehung von Finsternissen im Capella-Text setzt das Wissen um die Bewegungsform der Planeten sowie die Lage dieser Bewegungen relativ zur Erde voraus. Ohne dieses Vorwissen ist die Textstelle unverständlich. Erst das Kenntnis der Bewegungsformen von Sonne und Mond zeigt, wie die Angaben des Textes zu verstehen sind und inwiefern sie die Entstehung von Finsternissen durch die Möglichkeit von Opposition und Konjunktion erklären. Es sind genau diese Informationen, die zusätzlich zum Gehalt der Passage über die Finsternisse in das Diagramm eingehen.

Eine identische Situation haben wir im Plinius-Diagramm über die Intervalle der Planeten. Auch hier wird im Text auf die Beschreibung der grundlegenden Eigenschaften der Bewegungsformen sowie deren Lage relativ zueinander und zur anderen Elementen des Kosmos verzichtet. Dass die angegebenen Abstände der Planeten zueinander sich auf jeden Punkt der konzentrisch gedachten Kreisbewegungen beziehen, die sich innerhalb einer kugelförmigen Sternensphäre um eine ebenfalls kugelförmige Erde bewegen, wird an dieser Stelle als bekannt vorausgesetzt. Diese für ein wirkliches Verständnis des Phänomens der Intervalle zwischen den Planeten notwendigen Informationen finden sich, wie schon gezeigt wurde, auch in diesem Fall an einer früheren Stelle des Textes, in der generelle räumliche kosmologische Aspekte beschrieben werden.

In diesen beiden Beispielen dienen die Diagramme der Klärung des Textgehaltes durch die Visualisierung der betroffenen Modelleigenschaften. Dabei werden die notwendigen Informationen über Eigenschaften der betroffenen Gegenstände herangezogen, die in der Textstelle selbst nicht integriert sind. Dies kann auch für die übrigen Diagrammtypen der Capella-, Plinius- und Macrobius-Diagramme gezeigt werden. Der nächste Abschnitt wird noch an weitere Beispiele zeigen.

Dass die Integration zusätzlicher Informationen über die beschriebenen Modelle tatsächlich zur Klärung des Textgehaltes notwendig war und nicht die Voraussetzung einer Visualisierung der entsprechenden Inhalte darstellt, kann auf eindrückliche Weise an den Abbildungen der Plinius-Tradition gezeigt werden. Von allen vier Bildtypen entstanden zu einem späteren Zeitpunkt Varianten der Diagramme, welche auf die Integration über die Textstelle hinausgehende astro-

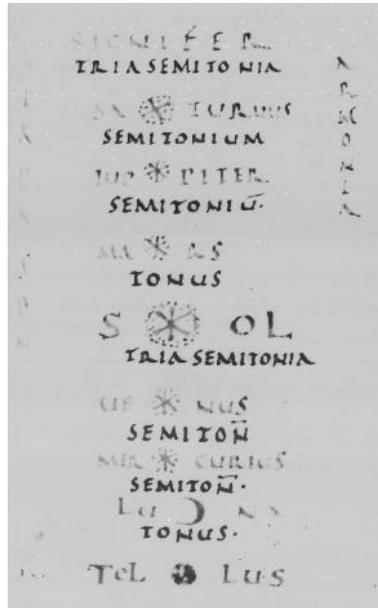


Abbildung VII.6: Intervall-Diagramm (Liste). Bern BB 347, f.25r.

nomische Aussagen weitgehend verzichteten. In Abbildung VII.6 ist die Variante für das Intervall-Diagramm zu sehen. Auf die zusätzlichen Angaben über die Lage und Form der Bewegungen der Planeten wird hier verzichtet und nur die angegebenen Intervalle zwischen den im Text angegebenen Planeten aufgeführt sind. Der in der ersten Variante des Bildes vermutete Klärungsbedarf scheint hier nicht mehr vorhanden gewesen zu sein.²⁷

2.6 FAZIT

Die detaillierte vergleichende Analyse von Text- und Bildgehalt ergab als wissenschaftliche Funktion der astronomischen Diagramme die Klärung des Gehaltes der betroffenen Textstellen. Die Leser der Texte hatten, kurz nach der Wiederentdeckung und Verbreitung der Texte durch die karolingischen Bildungsreformer, Schwierigkeiten mit dem Verständnis der qualitativen Beschreibungen astronomischer Modelle über die Planetenbewegungen.

²⁷Für die vereinfachten Varianten der anderen Plinius-Diagramme siehe die Präsentation der Bildtypen in COMPAGO.

Der Befund in den Bildern weist darauf hin, dass die Aneignung der in den Texten beschriebenen Modelle über den Aufbau des Himmels und die Bewegungen der Planeten nur Schritt für Schritt gelang. Das schriftlich dargelegte Gebäude von Annahmen über den Kosmos wurde von den frühmittelalterlichen Gelehrten zunächst nicht in allen seinen Details und Eigenschaften vollständig erfasst. Vielmehr zeigen die untersuchten Abbildungen, dass zunächst einzelne Aspekte des Gebäudes verstanden wurden, während der Zusammenhang der einzelnen beschriebenen Komponenten der umfassenden Modelle über den Aufbau des Kosmos nur langsam erfasst wurde.

In diesem Prozess scheint die Entstehung der astronomischen Diagramme aus dem 9. Jahrhundert eine wichtige Rolle gespielt zu haben. Sie ermöglichten es den Zeichnern der Bilder, und damit den späteren Lesern der Texte, Angaben aus verschiedenen Teilen der Texte, welche für ein Verständnis der zum Teil komplexen Eigenschaften der in den Texten dargestellten Planetenbewegungen notwendig sind, in einem „Bild“ zusammenzuführen und den Gehalt derselben damit zu klären. Wie aus den Beispielen ersichtlich wurde, ermöglichte in den meisten Fällen erst die Einordnung der beschriebenen Eigenschaften der Planetenbewegungen in die räumliche Situation innerhalb des kosmologischen Gesamtgebäudes ein Verständnis dieser Eigenschaften.

Kaum eine Rolle spielte, zumindest in diesem frühen Stadium der Auseinandersetzung mit den lateinischen Exzerpten, die Tatsache, dass die verschiedenen lateinischen Texte teilweise dieselben Sachverhalte beschreiben. Die Interpreten der Texte war zu diesem Zeitpunkt noch zu sehr mit der Entwicklung eines Verständnisses der Zusammenhänge der Aussagen innerhalb eines einzelnen Textes Aussagen beschäftigt, als dass ihnen eine vergleichende Lektüre der Texte und ein Interesse an einer synoptischen Zusammenführung der Informationen zu einem astronomischen Phänomen möglich gewesen wäre. Die Auseinandersetzung mit astronomischen Texten im 9. Jahrhundert war nicht an einer Klärung der tatsächlichen astronomischen Phänomene oder Beobachtungen interessiert, sondern damit ausgelastet, ein alle Aspekte umfassendes Verständnis des Gehaltes der einzelnen Texte zu entwickeln. Der Eingang von Beobachtungsdaten in die Diagramme konnte ebenfalls nicht festgestellt werden.

Kapitel VIII

DIE BILDTRADITIONEN: MODIFIKATIONEN, MOTIVE, VERLÄUFE

Somit ist der Weg frei für die Auswertung und Interpretation der Daten, die über die Veränderungen im Material der astronomischen Diagramme vom 9. - 13. Jahrhundert gewonnen wurden. Ziel der folgenden Abschnitte ist es, Aufschluss über die Situationen zu gewinnen, in denen Veränderungen vorgenommen wurden, sowie über die Motivationen, welche diesen Veränderungen zugrunde lagen.

1 DIE PRÄSENZ DER MODIFIKATIONEN

Am Anfang soll ein Überblick über die etablierten Veränderungsschritte stehen, für die Kopierrelationen erstellt wurden. In 307 Diagrammen wurden 560 Veränderungen vorgenommen. Durchschnittlich traten demnach in jeder Kopie etwa 2 Veränderungen auf.¹

Die Graphik in Abbildung I.1 zeigt die aufgetretenen Modifikationen relativ zu der Zahl der betroffenen Zeichnungen, aufgeschlüsselt nach den vier Bildtraditionen. Hier wird deutlich, in welchem Ausmass die frühmittelalterliche Kopiertätigkeit mit Bildmodifikationen verbunden ist. Bei jeder der vier Abbildungstraditionen ergaben sich jeweils mehr Veränderungen, als insgesamt Kopien der Bilder entstanden. Wie dieses Verhältnis sich innerhalb der vier Bildtraditionen darstellt, zeigt Abbildung I.1. Verglichen werden in dieser Graphik die Zahl der betroffenen Abbildungen einer Tradition (rechter Balken) mit der Zahl der in dieser Tradition aufgetretenen Veränderungen (linker Balken). Hier wird deutlich, dass die Zahl an Modifikationen je nach Bildtraditionen variiert. Zwar gilt für alle vier Traditionen, dass die Zahl der Bildveränderungen die Zahl der betroffenen Abbildungen übersteigt, die Höhe der Differenz variiert jedoch je nach Tradition stark.

Eine auffällige Besonderheit im Verhältnis der aufgetretenen Diagramme relativ zu den Diagrammzahlen ist im Fall der Capella-Diagramme festzustellen. Stellt man die Differenz von Abbildungszahl und Zahl der Veränderungen in Prozent dar, wird diese Auffälligkeit noch deutlicher. Wie in Abbildung I.2 zu se-

¹Tatsächlich variiert die Zahl der Veränderungen pro Bild. Während es nur wenige Abbildungen ohne jede Veränderungen gibt, enthalten manche Bilder bis zu fünf Veränderungen. Die meisten Abbildungen enthalten jedoch mindestens 1 Abweichung (94 Prozent).

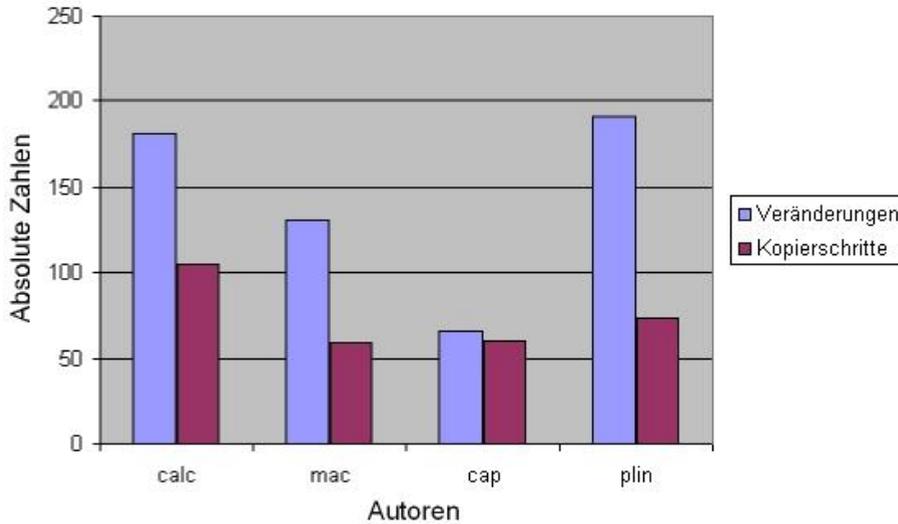


Abbildung VIII.1: Diagramme und Änderungen nach Autoren: calc = Calcidius, mac = Macrobius, cap = Capella, plin = Plinius.

hen ist, liegt die Differenz zwischen Abbildungen und Bildveränderungen bei den anderen drei Traditionen bei 42 – 62 Prozent (Calcidius 62, Plinius 55, Macrobius 42). Die Abbildungsveränderungen der Capella-Tradition jedoch überschreiten die Zahl der betroffenen Bilder nur um 10 Prozent. Wie sich dieser Befund möglicherweise erklären lässt, wird uns im Verlauf der folgenden, differenzierten Analyse des Datenmaterials beschäftigen. Ein erstes wichtiges Ergebnis der Analyse der Abbildungsveränderungen ist ihre gleichmässige Präsenz relativ zur Zahl der Abbildungen: Veränderungen traten in grosser Zahl bei jeder der vier untersuchten Abbildungstraditionen auf.

2 DIE FORTGESETZTE REFLEXION

Nach der Feststellung, dass für das gesamte Bildmaterial eine beachtliche Menge an Bildveränderungen für eine Analyse zur Verfügung steht, stellt sich die nächste Frage: Zu welchem Anteil handelt es sich dabei um aktive Veränderungen? Denn nur diese geben Hinweise auf den zeitgenössischen Umgang mit den Diagram-



Abbildung VIII.2: Differenz zwischen der Zahl der Abbildungen und der Zahl an Änderungen in Prozent.

men und auf die Bedeutung dieser Diagramme für die Zeichner und Leser. Eine erste Übersicht über den Anteil aktiver und passiver Modifikationen an den Bildern zeigt Abbildung I.3. Das Verhältnis dieser beiden Modifikationstypen ähnelt dem Verhältnis von den Abbildungen zu Veränderungen insgesamt: Einem Drittel aktiver Veränderungen (222) stehen etwa zwei Drittel passiver Änderungen gegenüber (338).

Rund ein Drittel der Bildveränderungen sind also aktive, intendierte Veränderungen. Dieser hohe Anteil erstaunt angesichts des äusserst passiven Umgangs der frühmittelalterlichen Gelehrten mit den Inhalten der antiken Texte: Wie in den Ausführungen zur Geschichte der antiken Vorlagen in den frühen Jahrhunderten des Mittelalters deutlich wurde (vgl. Kapitel III), waren die zeitgenössischen Leser der astronomischen Texte sehr zurückhaltend in der kritischen Auseinandersetzung mit den überlieferten Theorien. Hinzu kommt, dass bei der Bestimmung der Modifikationen nur solche Veränderungen als aktiv bezeichnet wurden, die mit Sicherheit als solche identifiziert werden konnten. Geht man da-



Abbildung VIII.3: Aktive und passive Änderungen.

von aus, dass viele intendierte Veränderungen sich nicht eindeutig von passiven, fehlerhaften unterscheiden lassen, liegt der Prozentsatz aktiver Bildmodifikationen noch um einiges höher.

Dieser auf das Gesamtmaterial der überlieferten Bilder gestützte Befund bestätigt, was für einzelne Abbildungen schon bekannt war: Dass es sich bei den Kopien der Bildtypen nicht nur um mechanisch reproduzierte Illustrationen handelt, sondern dass die Diagramme auch im Kopierprozess ein Medium der aktiven Auseinandersetzung mit astronomischen Inhalten darstellten. Die Bilder waren nicht nur zum Zeitpunkt ihrer Entstehung Medium der Reflexion von Textinhalten, sondern bildeten auch als Kopien noch Ansatzpunkte inhaltlicher Auseinandersetzung.

Um zu prüfen, ob dieser Befund generell für die mittelalterlichen Planetendiagramme zutrifft, muss man das Verhältnis von passiven und aktiven Modifikationen innerhalb der vier Traditionen von Planetendiagrammen gesondert betrachten. Die Differenzierung des Befundes nach Abbildungstraditionen zeigt auch in diesem Fall eine deutliche Varianz der Relation von aktiven und passiven Änderungen der Bilder. Die Darstellung des Befundes in Abbildung I.4 vergleicht

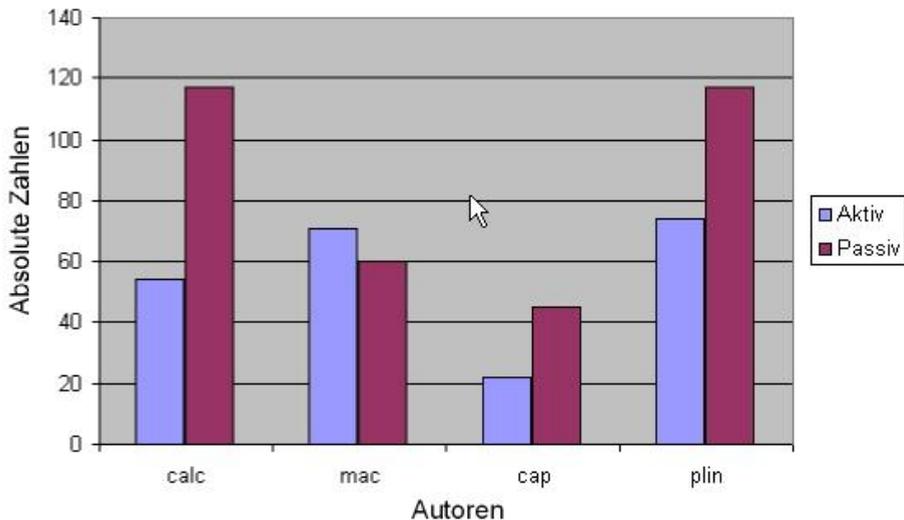


Abbildung VIII.4: Aktive und passive Änderungen nach Autoren.

aktive (linker Balken) und passive (rechter Balken) Veränderungen für das Material der vier Abbildungstraditionen zunächst in absoluten Zahlen.

Der aus dem Gesamtbestand an Veränderungen gewonnene Eindruck spiegelt sich in der Calcidius-, Plinius- und Capella-Tradition wieder, indem diese einen deutlichen Überschuss an passiven Veränderungen aufweisen. Für die Macrobius-Tradition zeigt sich dagegen ein von diesem Trend abweichendes Ergebnis: Hier überwiegen die aktiven Veränderungen gegenüber den passiven. Diese auffällige Abweichung von den anderen Traditionen wird in der Darstellung in Abbildung I.5 noch deutlicher: Abgebildet sind hier die Differenzen zwischen der Zahl aktiver und passiver Veränderungen in Prozent. Während drei der Traditionen eine Differenz von 37 – 54 Prozent aufweisen, besteht für die Macrobius-Tradition eine negative Differenz in Höhe von 39 Prozent. Auch dieser Befund sei hier zunächst festgehalten, um im weiteren Verlauf der Auswertung der Bildmodifikationen nach relevanten Faktoren zu suchen, die für die auffällige Abweichung verantwortlich sein könnten.

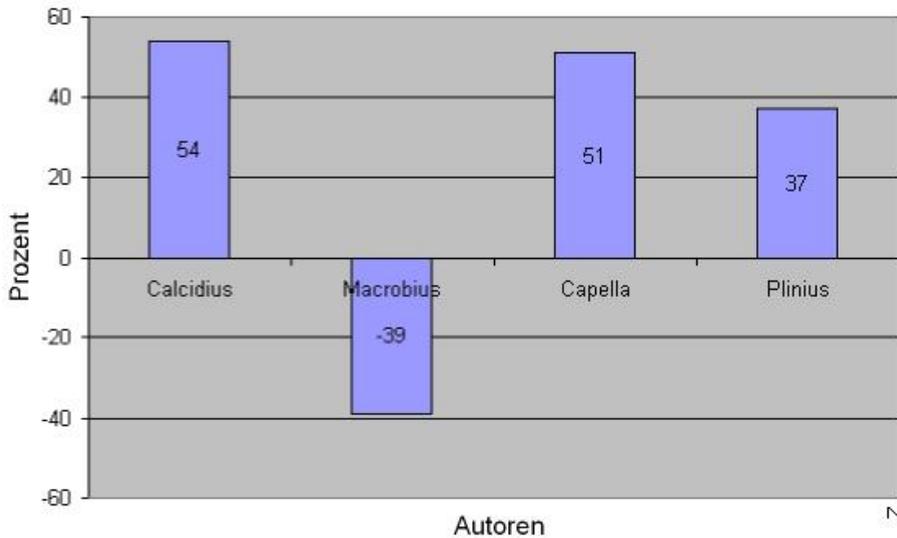


Abbildung VIII.5: Die Differenz zwischen aktiven und passiven Änderungen nach Autoren in Prozent.

3 TYPEN DER VERÄNDERUNG

Es bestätigte sich, dass die Diagramme auch nach ihrer Entstehung noch Medium inhaltlicher Auseinandersetzung mit dem von ihnen beschriebenen astronomischen Gehalt waren. An die Feststellung der starken Präsenz aktiver Modifikationen von Abbildungen durch das gesamte Frühmittelalter hindurch schliesst sich die Frage an, um welche Art von Veränderungen es sich hierbei handelt. Wie ist es möglich, ein differenzierteres Bild der mittelalterlichen Reflexion zu erhalten, die ihre Spuren in den Diagrammen hinterliess? Gibt es wiederkehrende Strategien der Veränderungen, die Grundlage einer solchen ersten Typologisierung sein könnte? Einen Hinweis auf eine grundlegende Unterscheidung zweier Arten von Veränderung hatte schon die Diskussion der aktiven, bzw. passiven Veränderungen ergeben: unterschieden wurden hier solche intendierte Veränderungen, die den Bildgehalt betreffen, von solchen, die diesen nicht tangieren (vgl. Seite 151ff.). Um Modifikationen zu klassifizieren ist man darauf angewiesen, sie nach ihren Auswirkungen auf das Bild zu untersuchen. So wurden die einzelnen als

aktiv identifizierten Veränderungen hinsichtlich ihrer Bedeutung auf das Diagramm analysiert. Dabei wurde jede Bildmodifikation daraufhin befragt, welchen Einfluss sie auf den Bildgehalt hat, welcher Art dieser Einfluss ist oder, im Fall des Fehlens einer inhaltlichen Auswirkung, was das Ergebnis der Änderung sonst ist. Das Resultat ist eine Unterscheidung in fünf immer wiederkehrende Typen der Veränderung:

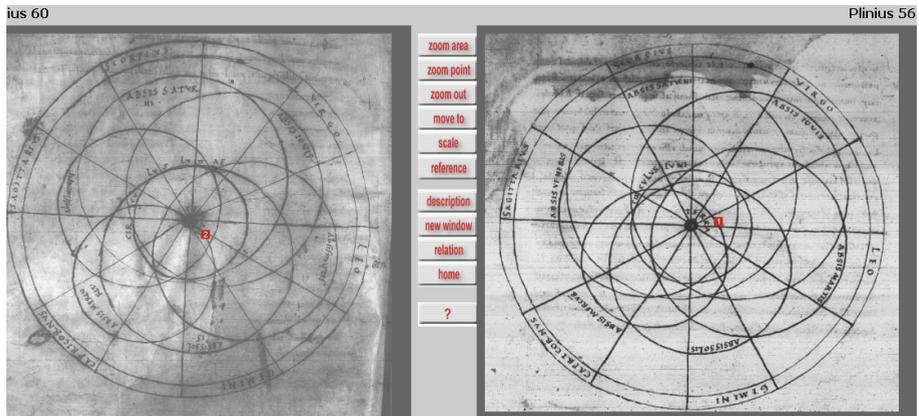


Abbildung VIII.6: Korrektur eines Bildes: die Aufhebung des Schnittpunktes der Merkurbahn mit der Erde. München SB clm 14436, f.60v; Vaticano BAV Palat. 1577, f.83r.

3.1 KORREKTUR

Betrachten wir zuerst die Arten von Veränderungen, die den Bildgehalt betreffen. Eine erste Variante davon sind Änderungen, welche den Inhalt eines Bildes verändern (24 Prozent). Eine Aussage des Bildes wird korrigiert, indem die betroffenen graphischen Elemente so modifiziert werden, dass durch sie eine andere Bedeutung ausgedrückt wird. Ein Beispiel enthält Abbildung I.6: Die Vorlage auf der linken Seite wird sehr präzise und detailliert im Bild auf der rechten Seite kopiert. Das Bild stellt die Bahnen der Planeten als sich schneidende Kreise zwischen dem Tierkreis und der Erde dar, die von fast allen Bahnen umschlossen wird (vgl. die Bildbeschreibungen in Anhang 1). Im Zentrum des Bildes wird jedoch ein signifikanter Aspekt verändert: Der Schnittpunkt der Merkurbahn

mit der Erde wird eliminiert (vgl. die Markierung (1)). Der Kopist hielt dies für eine falsche Interpretation des Textes, worin es tatsächlich keinen Hinweis auf einen solchen Schnittpunkt gibt, und arrangierte die Bahn des Merkur so, dass sie ebenfalls die Erde umschliesst.

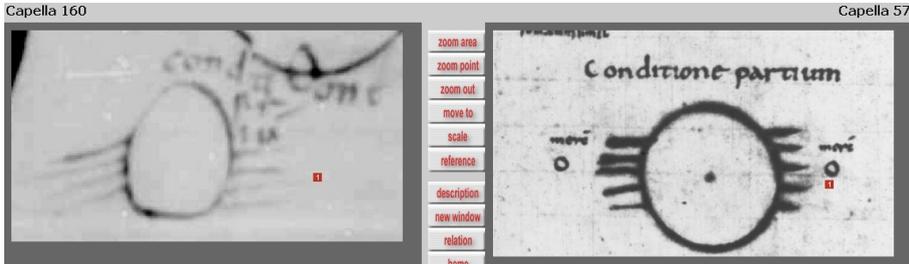


Abbildung VIII.7: Expansion des Bildgehaltes: die Integration der Darstellung von Venus und Merkur in das Diagramm. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Paris BN 8671, f. 84r.

3.2 EXPANSION

Eine andere Strategie der Bildveränderung, die den Bildgehalt tangiert, ist die Ergänzung des Bildgehaltes (26 Prozent). Informationen, die in der Vorlage nicht enthalten sind, werden der Kopie hinzugefügt, ohne dass die Aussagen der Vorlage verändert werden. Abbildung I.7 zeigt eine solche Modifikation: Dargestellt ist die Sonne mit ihren Strahlen zu beiden Seiten, die bewirken, dass die inneren Planeten nur zu sehen sind, wenn sie einen bestimmten Abstand zur Sonne haben, da sie sonst überstrahlt werden. Die Kopie auf der rechten Seite ergänzt den Bildgehalt der Vorlage um zwei Darstellungen des Merkur, welche zu beiden Seiten der Sonne platziert werden (siehe Markierung (1)).

3.3 KONTRAKTION

Ein Typ von Bildmodifikationen ohne Bedeutung für den Bildgehalt sind Veränderungen, welche die Menge der graphischen Elemente eines Bildes reduzieren (24 Prozent). Abbildung I.8 zeigt eine Veränderung, deren Ergebnis eine Kontraktion des Umfangs an graphischen Elementen ist. Gegenstand des Diagramms ist die Anordnung der Planetenbewegungen zwischen dem das Diagramm begrenzenden Tierkreis und der Erde im Zentrum des Bildes, wobei

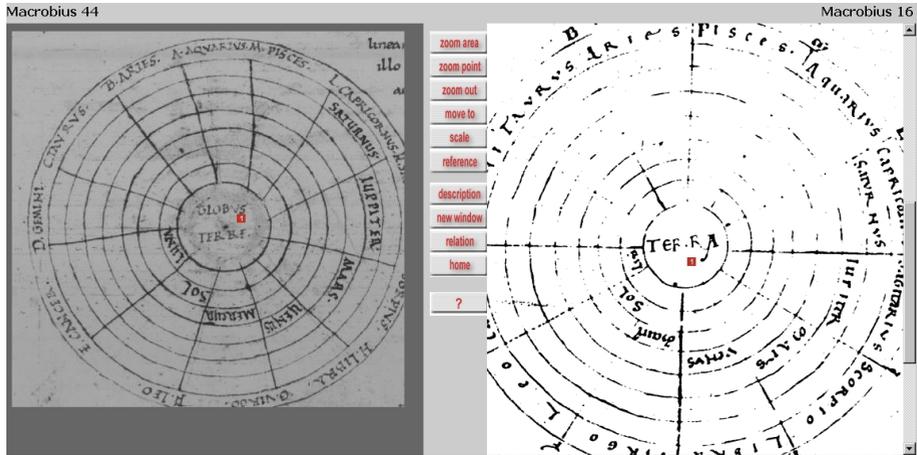


Abbildung VIII.8: Kontraktion eines Diagramms: Die Eliminierung eines redundanten Schriftzuges. London BL, Ms Harl. 2772, f.61v; Cambridge Trinity CL, Ms R.9.23, f.43v.

die Planeten verschiedenen Sternzeichen zugeordnet sind.² Der Schriftzug, der den innersten Kreis als Erde bezeichnet, lautet im Original *globus terre*, was mit *Erdekugel* übersetzt werden kann. In der Kopie wird dieser Schriftzug auf *terra* verkürzt, da die Kugelförmigkeit der Erde schon aus ihrer Gestalt hervorgeht (siehe Markierung (1)).

3.4 OPTIMIERUNG DER REPRÄSENTATION

Eine vierte Art der Modifikation sind Änderungen, die weder den Bildgehalt noch den Umfang an graphischen Elementen tangieren, sondern auf eine Optimierung der Darstellung des Gehaltes zielen (20 Prozent). Varianten hiervon sind eine stärkere Übersichtlichkeit oder die Vermeidung von missverständlichen Anordnungen graphischer Elemente. Ein Beispiel zeigt Abbildung I.9. Es handelt sich um zwei in Kopierbeziehung stehende Calcidius-Diagramme. Wie bei allen Calcidius-Diagrammen wird die Konstruktion vom Text detailliert beschrieben. Der Buchstabe K steht dieser Beschreibung nach für einen bestimmten Punkt

²Für eine detailliertere Beschreibung des Diagramms siehe Anhang 1 oder Graßhoff & Eastwood (2003b), S. 43.

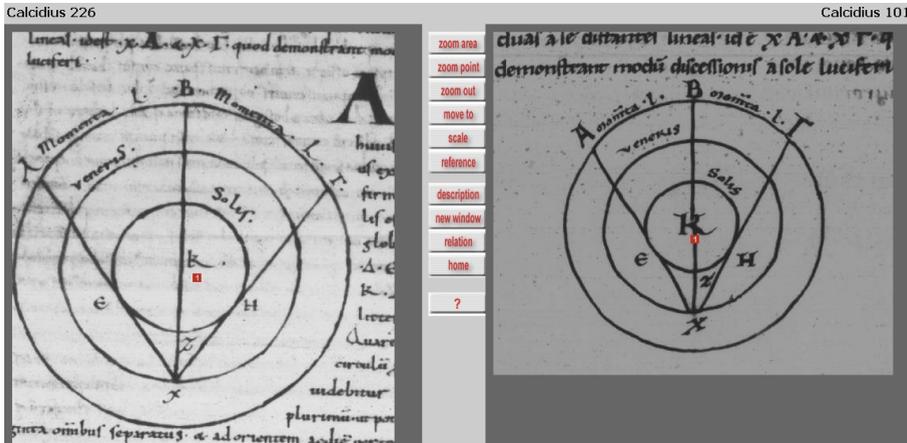


Abbildung VIII.9: Optimierung der Darstellung: die Plazierung des Buchstabens auf dem Punkt der Geraden, welchen er bezeichnet und nicht daneben. Bruxelles BR, Ms 9625-9626, f.28v; London BL, Ms Add. 15293, f.22r.

auf der Geraden XB. In der Kopie wird der Buchstabe nicht mehr zwischen Kreis und Geraden, sondern direkt auf der Geraden an dem Punkt platziert. Während der Buchstabe vorher sowohl den Kreis, als auch die Gerade im ganzen als auch einen einzelnen Punkt der Geraden bezeichnen könnte, ist die Zuordnung nun eindeutiger (siehe Markierung (1)).

3.5 ÄSTHETIK

Eine weitere Art der Veränderung betrifft ebenfalls nicht den Bildinhalt, sondern dessen Darstellung (4 Prozent). Gemeint sind Änderungen der Bilder, die in einer Ausschmückung des Bildes durch künstlerische Elemente wie Verzierungen resultieren. Ein Beispiel enthält Abbildung I.10: Dem Plinius-Diagramm, welches die Abstände der Planetenbewegungen von der Erde beschreibt, wird eine kunstvoll gestaltete Bildbegrenzung hinzugefügt (siehe Markierung (1)).

3.6 SONSTIGE

Der Skizzierung der unterschiedlichen Arten, Veränderungen an den Diagrammen vorzunehmen muss noch hinzugefügt werden, dass es einige wenige aktive Veränderungen gibt, deren Resultat im Diagramm nicht bestimmt werden kann-



Abbildung VIII.10: Dem Diagramm wird eine künstlerisch gestaltete Umrandung hinzugefügt. Paris BN nal. 1615, f.161r; Vaticano BAV Ross. 247, f.200v.

te. Eine solche Modifikation präsentiert Abbildung I.11: Die Anordnung der drei Varianten der Bewegungen der inneren Planeten um die Sonne wird in der Kopie auf der linken Seite nicht übernommen (siehe Markierungen (1, 2, 3)).³ Das Modell mit sich schneidenden Bahnen wird nicht in der Mitte des Bildes, sondern rechts plaziert, die konzentrische Variante wandert von links nach rechts und die Plinius zugeschriebene, dritte Möglichkeit der Bewegungen von Venus und Merkur um die Sonne wird dementsprechend in der Mitte statt links angeordnet.

Damit können aus der Betrachtung der unmittelbaren Auswirkung auf das untersuchte Bildmaterial fünf Arten der Veränderung von Abbildungen unterschieden werden: Die Korrektur, die Expansion, die Kontraktion, die Optimierung der Repräsentation sowie die Ästhetik. Inwieweit diese erste Typologisierung Ausgangspunkt weiterer Erkenntnisse über die Motive für Bildveränderungen sein kann, wird Gegenstand der folgenden Abschnitte sein.

³Für eine Beschreibung und Interpretation des Diagramms vgl. Anhang 1, S. 270.

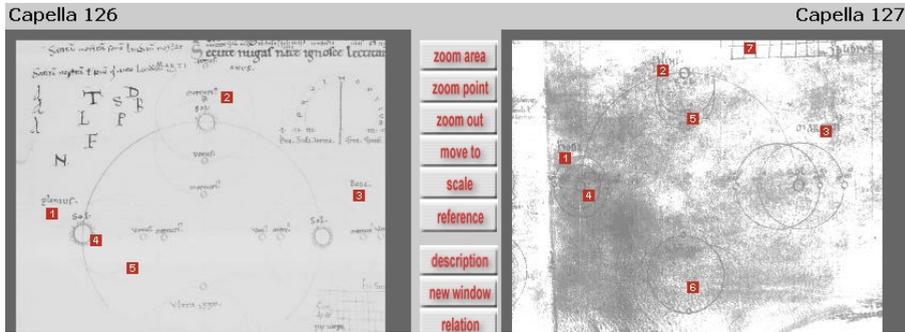


Abbildung VIII.11: Die geänderte Platzierung drei Varianten der Bewegungen der inneren Planeten um die Sonne ist eine Änderung ohne ersichtliche Motivation. Oxford Merton College 291, f.94v; Firenze BR 916, f. 88r.

4 MOTIVE DER VERÄNDERUNG

Ein erster Schritt für die Bestimmung der wissenschaftlichen Funktion der Bildmodifikationen ist mit der Unterscheidung der verschiedenen Veränderungsarten getan. Eine historische Rekonstruktion des zeitgenössischen Umgangs mit den Inhalten der Bilder ist aber erst möglich, wenn die den Veränderungen zugrundeliegenden Motivationen bekannt sind. Erst wenn bekannt ist, aus welchen Gründen ein Kopist eine Abbildung veränderte ist eine Modellierung der sich in den Veränderungen niederschlagenden historischen Denkprozesse möglich.

4.1 KANDIDATEN FÜR VERÄNDERUNGSMOTIVE

Grundsätzlich sind verschiedene Motivationen für Bildmodifikationen denkbar. Die Liste möglicher Motive für Modifikationen umfasst zunächst sowohl externe als auch inhaltliche Gründe. Angesichts der starken Präsenz künstlerischer Elemente in wissenschaftlichen Abbildungen des Mittelalters sind als ein erster Kandidat für die Motivation von Bildveränderungen ästhetische Gründe zu diskutieren.⁴ Die Veränderung wäre in einem solchen Fall motiviert durch den Wunsch des Kopisten, das Bild schöner zu machen. Wie in Abbildung I.10 zu sehen war, gibt es auch eindrückliche Beispiele dafür, dass Bilder aus ästhetischen Gründen verändert wurden. Zieht man jedoch die Häufigkeiten der verschiedenen Ver-

⁴Löffler & Milde (1997), S. 121ff.

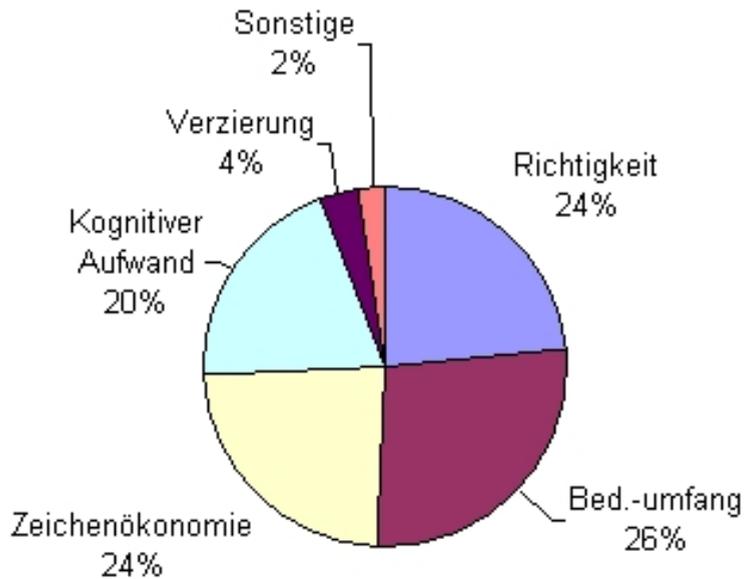


Abbildung VIII.12: Veränderungen nach Kriterien sortiert.

änderungsarten hinzu, wird deutlich, dass für das untersuchte Bildmaterial das Kriterium der Ästhetik keine nennenswerte Rolle spielte: Nur gerade 4 Prozent der erfassten Bildveränderungen haben die künstlerische Gestaltung des Bildes zum Gegenstand.

Eine andere Möglichkeit wäre, dass Veränderungen durch externe Faktoren motiviert sind, die den Gehalt des Bildes nicht tangieren. Eine denkbare Motivation wäre es z. B., den Produktionsaufwand an Zeit und Material (Pergament, Tinte) zu minimieren.⁵ Die frühmittelalterlichen Skriptorien, in welchen die Manuskripte vermutlich erstellt wurden, kannten jedoch bezüglich der Arbeitszeit

⁵Vgl. Löffler & Milde (1997)

kein ökonomisches Denken.⁶ Dazu kommt, dass eine aktive Änderung, welche ein Mindestmass an Auseinandersetzung mit Text- und Bildgehalt voraussetzt eher kontraproduktiv ist, was den Zeitaufwand für den Kopierprozess anbelangt. Und hinsichtlich des zu verwendenden Materials sind die durch die Veränderungen hervorgerufenen Unterschiede zu vernachlässigen. Die Diagramme nehmen in der Regel weder weniger Platz ein, noch wird der Tintenverbrauch in einem relevanten Mass reduziert. Insgesamt betrachtet, macht der Teil an Veränderungen, die mit einer Reduktion graphischer Elemente einhergeht nur 24 Prozent der Gesamtzahl an Veränderungen aus, abgesehen davon, dass die betroffenen Diagrammveränderungen durchweg eine Optimierung der Darstellung als Resultat haben.

Damit weist alles darauf hin, dass wir es bei den Veränderungsmotiven nicht mit externen Faktoren, sondern mit solchen zu tun haben, die sich aus dem Bildgehalt selbst ergeben. Dafür spricht nicht zuletzt der Befund, dass der grösste Teil der erfassten Veränderungen die Modifikation oder Darstellung des Gehalts zum Gegenstand haben.

4.2 KRITERIEN FÜR BILDVERÄNDERUNGEN

Wie gelangt man nun von der erstellten Veränderungs-Typologie und der Erkenntnis, dass die Motive der Veränderungen grundsätzlich epistemischer Natur zu sein scheinen zur Formulierung konkreter Motive für die einzelnen Veränderungstypen?

Die Ausgangslage für solch ein Unternehmen stellt sich folgendermassen dar: Die Erörterung der möglichen Kandidaten für Veränderungsmotive legt nahe, dass die meisten der Diagrammveränderungen aus einer Auseinandersetzung mit dem Gehalt der Bilder resultieren. Weiter ergaben sich aus dem historischen Material vier Typen von Modifikationen: die Korrektur, die Ergänzung, die Kontraktion sowie die Optimierung der Darstellung des Bildgehaltes. Der im Folgenden präsentierte Vorschlag für die Rekonstruktion von Veränderungsmotiven baut nun auf verschiedenen weiteren Annahmen über die Situationen, in denen es zu Änderungen der Bilder kommt, auf. Eine erste Annahme ist, dass ein Kopist intendierte Modifikationen immer mit dem Anliegen ausführt, das Bild zu verbessern. Setzt man voraus, dass die Modifikationen inhaltlich motiviert sind, wird dem Zeichner unterstellt, dass er eine Verbesserung des Gehalts des Bildes oder seiner Darstellung anstrebt. Weiter wird angenommen, dass ein aktiv

⁶Eine aktuelle und umfassende Darstellung des arbeitsteiligen mittelalterlichen Prozesses der Manuskripterstellung findet sich in Trost (1991), S. 22ff.

verändernder Kopist immer Gründe hat, Modifikationen auszuführen. Gemäss der ersten Annahme sind solche Gründe gemeint, die damit zu tun haben, dass ein Diagramm nach Ansicht des Kopisten verbessert werden kann.

Auf dieser Grundlage lässt sich folgende Entstehungssituation für aktive Veränderungen skizzieren: Eine Person (vermutlich der Zeichner) setzte sich mit dem Gehalt des betroffenen Diagramms auseinander.⁷ Auf der Grundlage seines Bildverständnisses erachtete er das Diagramm in gewisser Hinsicht als verbesserungsfähig. Nach bestimmten Kriterien beurteilt, gab es für ihn Gründe, die Zeichnung auf diejenige Weise zu modifizieren, wie sie uns heute vorliegt.

Mit dem Ziel, die den Veränderungen zugrundeliegenden handlungsleitenden Beurteilungskriterien zu rekonstruieren, wurde versucht, die Hinsichten zu bestimmen, in welchen die am historischen Material etablierten Veränderungstypen Verbesserungen der Bilder darstellen. Dabei zeigte sich, dass die Dimensionen, in welchen die Bilder verbessert werden nicht beliebig sind, sondern es konnten vier Kriterien identifiziert werden, nach denen die Abbildungen modifiziert wurden. Sieht man von dem zahlenmässig kaum vertretenen Veränderungstyp der ästhetischen Aufwertung einmal ab, konnte für jeden der etablierten Veränderungstypen ein Kriterium bestimmt werden, nach welchem die Änderungen vorgenommen wurden. Diese sollen im Folgenden erläutert werden.

RICHTIGKEIT

Eine erste Dimension, in welcher viele der Diagramme verbessert wurden soll hier die der *Richtigkeit* genannt werden.⁸ Betroffen sind hiervon die Modifikationen vom Typ *Korrektur*. Die Richtigkeit einer Abbildung bezieht sich ausschliesslich auf den Inhalt eines Diagramms. Im Fall der astronomischen Diagramme ist mit Richtigkeit nicht gemeint, dass alle Aussagen der Zeichnung wahr sind. Vielmehr ist eine Richtigkeit bezogen auf den Text gemeint, welchen das Diagramm klären soll. Ist ein Zeichner der Meinung, dass ein Bild Aussagen enthält, die dem Textinhalt widersprechen, ändert er diese gemäss seinem Verständnis des Textes (vgl. Abbildung I.6).

⁷Das hatte sich aus der Erörterung der Unterscheidung von aktiven und passiven Veränderungen in Kapitel VI ergeben. Ein wesentliches Merkmal der aktiven Veränderungen ist es demnach, dass ihnen ein Verständnis des Bildgehaltes zugrundeliegt.

⁸Die Bezeichnungen der Beurteilungskriterien sind in der Bedeutung, wie sie hier verwendet werden aus Graßhoff et al. (2002), S. 44ff. entnommen, da sich die Befunde bezüglich der Veränderungskriterien mit ihnen gut beschreiben lassen.

ZWECKMÄSSIGKEIT

Eine zweite Hinsicht, nach der der grösste Teil der astronomischen Diagramme verbessert wurde, soll hier die der *Zweckmässigkeit* genannt werden. Es handelt sich um Veränderungen, die vorgenommen wurden um den Gehalt des Diagramms zweckmässiger auszudrücken. Es konnten drei voneinander unabhängige Dimensionen der Zweckmässigkeit einer Zeichnung unterschieden werden: der *Bedeutungsumfang*, die *Zeichenökonomie* und der *kognitive Aufwand*.

Bedeutungsumfang

Um Veränderungen nach dem Kriterium des Bedeutungsumfangs handelt es sich bei Modifikationen vom Typ *Expansion*. Der Bedeutungsumfang ergibt sich aus dem Inhalt eines Diagramms und umfasst alle mit dem Diagramm ausgedrückten Aussagen. Ein Diagramm ist dann maximal zweckmässig hinsichtlich des Bedeutungsumfangs, wenn sein wissenschaftlicher Gehalt maximiert ist, wenn es also möglichst viele oder möglichst detaillierte Aussagen zu einem astronomischen Gegenstand umfasst. Die Forderungen einer Minimierung der Zeichenökonomie einerseits und einer Maximierung des Bedeutungsumfanges können sich widersprechen. Die optimale Zeichnung ist dann eine solche, der es gelingt, diese beiden potentiell konfligierenden Forderungen in einem Kompromiss miteinander in Einklang zu bringen.⁹ Zu Modifikationen nach diesem Kriterium kommt es, wenn der Kopist eines Diagramms zu dem Urteil kommt, dass der Gegenstand desselben durch die Integration von zusätzlicher Information in das Bild zweckmässiger dargestellt ist. Zweckmässig kann hier sowohl bedeuten, dass ein Gegenstand vollständiger dargestellt wird, als auch, dass der Bildgehalt durch die Ergänzung mit zusätzlichen Aussagen leichter erfassbar wird (vgl. Abbildung I.7).

Zeichenökonomie

Sie betrifft die Repräsentationsmittel einer Abbildung. Betroffen sind die Diagrammveränderungen des Typs *Kontraktion*. Die Grundlage zur Vermittlung eines Bildinhalts ist, wie schon erläutert wurde, eine bestimmte Menge an Marken oder an graphischen Elementen. Ein Diagramm ist dann maximal zweckmässig hinsichtlich der Zeichenökonomie, wenn keine für den astronomischen Gehalt der Zeichnung irrelevanten Marken auftreten. Da eine Abbildung jedoch selten ganz ohne inhaltlich irrelevante Marken auskommt, ist die optimale Zweckmässigkeit

⁹Graßhoff et al. (2002), S. 46.

einer Abbildung dann erreicht, wenn der Anteil solcher irrelevanter Elemente auf ein Minimum reduziert ist. Beispiele für irrelevante Marken sind dekorative Elemente und redundante Marken, welche eine Aussage doppelt repräsentieren (vgl. Abbildung I.8). Ist ein Zeichner der der Meinung, dass ein Diagramm für die optimale Darstellung des Bildgehaltes überflüssige Elemente enthält, werden diese eliminiert.

Kognitiver Aufwand

Die dritte Dimension der Zweckmässigkeit eines Diagramms betrifft den kognitiven Aufwand, der erforderlich ist, um seinen wissenschaftlichen Gehalt zu erfassen. Dies betrifft die Modifikationen vom Typ *Optimierung der Darstellung*. Dabei sind zwei kognitive Tätigkeiten zu unterscheiden: Einerseits die Wahrnehmung der Marken und gegebenenfalls ihre Identifizierung als graphisches Element, andererseits die Entschlüsselung des Bildinhalts aus den einzelnen Elementen und ihren Relationen zueinander. Beide zusammen bestimmen den kognitiven Aufwand zur Rezeption eines Diagramms.¹⁰

In dieser Hinsicht ist eine Zeichnung dann maximal zweckmässig, wenn sie möglichst mühelos rezipiert und verstanden werden kann.¹¹ Auch ohne eine theoretisch umfassende Definition dessen, was es heisst, ein Bild mühelos zu verstehen, ist es in der Praxis fast immer möglich, von zwei Abbildungen diejenige zu bestimmen, die müheloser zu erfassen ist (vgl. Abbildung I.9). Zwei mögliche Strategien zur Verminderung des kognitiven Aufwandes, den ein Bild erfordert, sind unter anderem die übersichtliche Anordnung der graphischen Elemente sowie das Einfügen vermeintlich redundanter, aber strukturierender Information (vgl. Abbildung I.9).

Durch die erfolgreiche Unterscheidung verschiedener Dimensionen von aufgetretenen Verbesserungen an den Diagrammen ist das Ziel erreicht, Aussagen über die den aktiven Veränderungen zugrundeliegenden Motivationen zu machen. Ist man doch nun in der Lage, Aussagen darüber zu treffen, in welcher Hinsicht das Bild vom Kopisten als verbesserungswürdig erachtet wurde. So konnten wesentliche Merkmale der Auseinandersetzung der frühmittelalterlichen Astronomen mit den überlieferten Texten und den dazu entstandenen Diagram-

¹⁰Graßhoff et al. (2002), S. 34.

¹¹Die hier geforderte Mühelosigkeit sei dabei nicht verstanden als rein mechanisch zu messende Grösse, etwa die Reaktionszeit, die das Erfassen eines Bildes erfordert. Vgl. Graßhoff et al. (2002), S. 36.

men herausgearbeitet werden. So können nun differenziertere Analysen der Veränderungsstätigkeit vorgenommen werden.

Abbildung I.12 zeigt eine Übersicht über die klassifizierte Veränderungen in Prozent. Hier ist deutlich zu sehen, dass sich die Motive eines Grossteils der Abbildungsänderungen mit Hilfe der Bewertungskriterien rekonstruieren und bezeichnen lassen, wobei sich diese Änderungen in vier Gruppen gleicher Grösse teilen. So gleichmässig sich die Motive auch über das Gesamtmaterial verteilen,

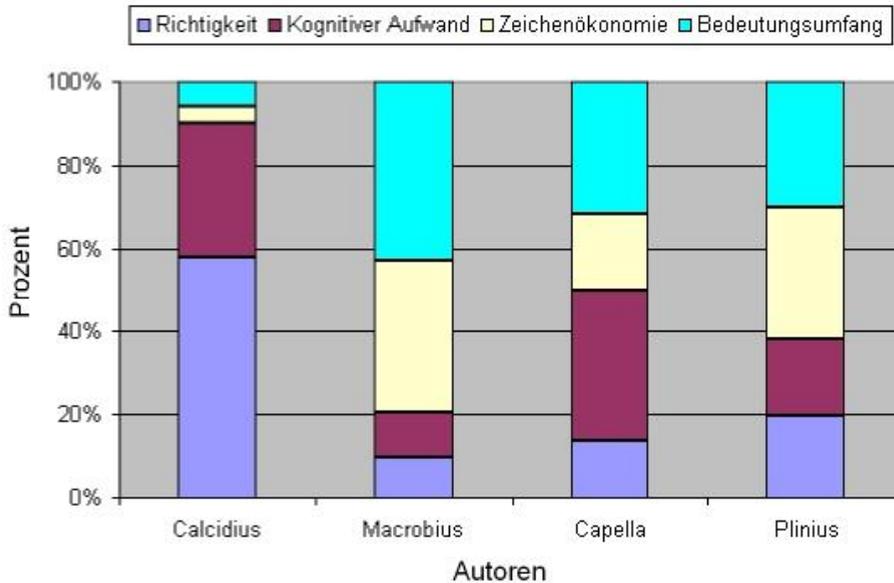


Abbildung VIII.13: Veränderungen nach Kriterien sortiert nach Autoren.

ergibt eine Differenzierung nach Autoren doch eine grosse Varianz für die einzelnen Motive. Abbildung I.13 stellt die Verteilung nach Autoren sortiert dar. Die Säulen stehen für die vier Diagramm-Traditionen, die Farben für den Anteil der jeweiligen Motive der Gesamtzahl der aktiven Veränderungen in Prozent. Im Folgenden werden die übrigen 6 Prozent an Änderungen wegen des zu vernachlässigenden zahlenmässigen Umfanges nicht mehr diskutiert.

Die Abbildung der Veränderungs-Verteilung nach Autoren macht deutlich, dass sich die Capella- und Plinius-Tradition ähnlich der Gesamtverteilung verhalten und keines der Motive übermässig stark oder schwach präsentiert ist. Anders

bei den Traditionen zu Calcidius und Macrobius. Erstere zeichnet sich durch einen auffällig grossen Anteil an Veränderungen nach dem Kriterium der Richtigkeit aus, die fast 60 Prozent der Gesamtzahl ausmachen. Weitere 30 Prozent sind dem Kriterium des kognitiven Aufwands zuzuordnen, nur ca. 10 Prozent entfallen auf die Kriterien des Bedeutungsumfanges und der Zeichenökonomie. Die Verteilung der Kriterien in den Abbildungsveränderungen der Plinius-Tradition ist genau konträr ausgerichtet. Richtigkeit und kognitiver Aufwand konnten nur für jeweils 10 Prozent als das zugrundeliegende Kriterium ermittelt werden. Den grössten Teil von jeweils um die 40 Prozent nehmen Bedeutungsumfang und Zeichenökonomie ein.

5 INTERPRETATION DES BEFUNDES

Ausgehend von den beschriebenen Auffälligkeiten wird in diesem Abschnitt versucht, relevante Faktoren für eine Erklärung des dargestellten Befundes zu finden. Der methodische Weg besteht aus zwei Etappen: Zunächst werden Besonderheiten des Befundes daraufhin untersucht, durch welches spezifische Merkmal sich die betroffenen Diagramme von den übrigen unterscheiden. Ist ein möglicher relevanter Faktor gefunden, wird dieser in einem zweiten Schritt auf das Material der übrigen Diagramme dieser Tradition angewendet und seine Relevanz für das Gesamtmaterial geprüft.

5.1 CALCIDIUS: EINE SYMBIOTISCHE BILD/TEXT-RELATION

Beginnen wir mit der zuletzt beschriebenen Auffälligkeit: Die bei Calcidius deutliche Dominanz von Veränderungen nach dem Kriterium der Richtigkeit und das fast gänzliche Fehlen von solchen nach den Kriterien des Bedeutungsumfanges und der Zeichenökonomie. Auf der Suche nach erklärenden Faktoren hierfür wurden die Veränderungen dieser Bildtradition nochmals eingehend untersucht, und zwar auf die Frage hin, in welcher Hinsicht sich diese Bilder und die Bildveränderungen grundlegend von denen der anderen Traditionen unterscheiden. Dabei zeigte sich, dass diese eigenwilligen Eigenschaften im Veränderungsprofil eng mit einer grundlegenden Andersartigkeit des Text-Bild-Verhältnisses verbunden sind. Wie in Kapitel III eingeführt, handelt es sich bei den Abbildungen der Calcidius-Tradition um Diagramme, deren Konstruktion sehr präzise und detailliert vom Text beschrieben wird. Für jedes Element der Bilder sind Lage und Form vom Text vorgegeben. Damit besteht auf der Ebene der graphischen Elemente, unabhängig vom Gehalt der Bilder, eine äusserst enge Be-

ziehung zwischen Text und Bild.¹² Die Analyse der Veränderungsschritte auf Calcidius-spezifische Besonderheiten ergab nun, dass die meisten Modifikationen darin bestehen, dass Angaben, die im Text bezüglich der Bildeigenschaften gemacht werden, vom Zeichner anders interpretiert und die Darstellung der Bilder diesem abweichenden Verständnis an der entsprechenden Stelle angepasst wird. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um Details der Abbildungen, wie etwa der Frage, an welcher Stelle ein vom Text erwähnter Buchstaben im Bild zu plazieren ist. Die hohe Zahl an Veränderungen nach dem Kriterium der Richtigkeit, das ergab sich aus der Betrachtung der Veränderungsschritte, begründet sich damit, dass der Zeichner mit dem das Diagramm beschreibenden Text die Möglichkeit hat, die Richtigkeit vieler kleiner Details der Zeichnung zu prüfen. Jede Textangabe kann vom Kopisten anders interpretiert werden als von seinem Vorgänger, was sich in einer Korrektur nach dem Kriterium der Richtigkeit niederschlagen wird. Abbildung I.14 demonstriert dies an zwei Exemplaren des exzentrischen Venus-Elongation-Diagramms. Die Kopie auf der rechten Seite wurde präzise vorgenommen und gibt das Diagramm im Wesentlichen genau so wieder, wie es in der Vorlage präsentiert wird. Eine Ausnahme macht jedoch der Buchstabe X im unteren Teil des Bildes: Er wird nicht mehr, wie in der Vorlage, direkt unterhalb des Schnittpunktes der drei Geraden zwischen den beiden äusseren Kreisen plaziert, sondern ausserhalb der Abbildung (siehe Markierung (1)). Der Kopist versteht die Passage des Textes, in der die Konstruktion des Bildes inklusive der Anordnung des Buchstabens X beschrieben wird, anders als der Zeichner der Vorlage und korrigiert sie entsprechend. Auch im Fall der Veränderung in Abbildung I.15 gibt der Text den Bezugsrahmen für eine Beurteilung der Richtigkeit der Abbildung ab. Das Diagramm beschreibt mit zwei konzentrischen Kreisen, zwei sich schneidenden Kreisen sowie drei Geraden und einigen Buchstaben die maximale Elongation der Venus von der Sonne. Neben dem Verzicht auf Angaben über den Tierkreis ausserhalb des Diagramms sowie einige andere Schriftzüge verändert der Kopist ein auffälliges Merkmal der Vorlage: Er plaziert den Schnittpunkt der drei Geraden nicht mehr auf dem unteren der sich schneidenden Kreise, sondern in der von beiden Kreisen umschlossenen Fläche. Veränderungen dieser Art machen den grössten Teil der aktiven Veränderungen von Calcidius-Bildern aus.

Ein erster wichtiger Faktor, der für die vielen Richtigkeits-Veränderungen bestimmt werden konnte, ist also der äusserst enge Text/Bild-Bezug bei der Ge-

¹²Vgl. hierzu auch die Diskussion der Diagramme der Calcidius-Tradition in Kapitel III.

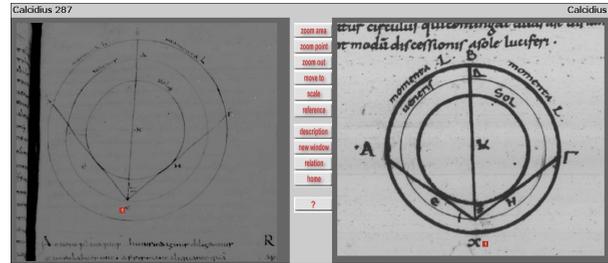


Abbildung VIII.14: Der Buchstaben X wird einem Punkt des Kreises statt dem Schnittpunkt der Geraden zugeordnet. Paris BN, Ms lat. 2164, f.37r; Vaticano BAV, Ms Reg. lat. 123, f.210r.

staltung der graphischen Elemente. Da diese symbiotische Text/Bild-Beziehung nur den Calcidius-Diagrammen eigen ist, konnte dieser Faktor nicht am Material der anderen Tradition überprüft werden. Auch für einen anderen Aspekt des spezifisch calcidischen Befundes konnte ein relevanter Faktor ermittelt werden: für das geringe Vorkommen von Veränderungen nach den Kriterien des Bedeutungsumfanges und der Zeichenökonomie. Eine Folge des engen Bezuges von Text und Bild ist, dass das Bild in der Wahl und Anzahl der enthaltenen graphischen Elemente weitestgehend vom Text bestimmt wird. Der Zeichner hat keinerlei Spielraum bei der Wahl der Darstellungsmittel für den betroffenen Bildgehalt. Fragen danach, wieviel graphische Elemente bzw. wieviel Zusatzinformation für eine optimale Darstellung des Gegenstandes der Abbildung nötig sind, stellen sich in diesem Fall nicht. Entsprechend gering ist die Zahl der Veränderungen nach den Kriterien des Bedeutungsumfanges bzw. der Zeichenökonomie.

5.2 MACROBIUS UND PLINIUS: DIE KOMPLEXITÄT DES BILDGEGENSTANDES

Das führt uns zu den Besonderheiten im Kopierverhalten der Macrobius-Diagramme. Denn hier ist das Veränderungsverhalten genau anders herum gelagert. Der kognitive Aufwand sowie die Richtigkeit sind Kriterien, nach welchen hier kaum Veränderungen vorgenommen werden. Dominant sind die anderen beiden Kriterien: der Bedeutungsumfang und die Zeichenökonomie. Das gleiche gilt, wenn auch in nicht ganz so ausgeprägter Form, für die Plinius-Diagramme. Gibt es, über das Fehlen einer engen Text/Bild-Beziehung hinaus, Merkmale, welche die-

worin die Differenzen zwischen der Zahl aktiver und passiver Veränderungen der Macrobius-Diagramme in Prozent dargestellt sind.

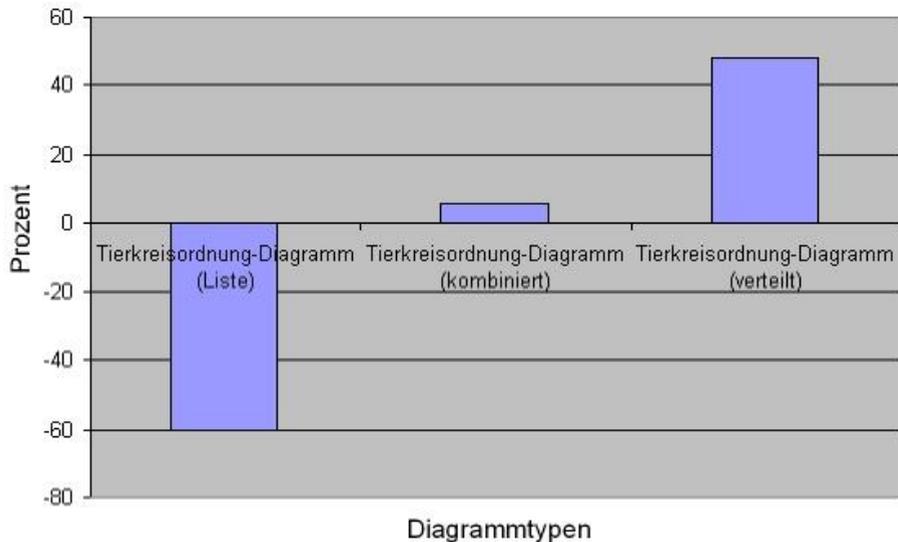


Abbildung VIII.16: Differenz zwischen aktiven und passiven Veränderungen der Macrobius-Diagramme in Prozent.

In Abbildung I.17 beispielsweise wird eine solche den Bedeutungsumfang des Bildes erhöhende Veränderung vorgenommen. Das Macrobius-Diagramm über die Anordnung der Planeten zwischen Tierkreis und Erde wird ergänzt durch einen Zwischenraum zwischen der Erde im Zentrum und dem Bereich, in welchem sich die Planeten befinden. Die Geraden werden nicht bis in diesen Bereich fortgeführt, so dass dieser von dem Raum, in dem die Planeten sich bewegen, abgesetzt wird (Markierung (1)). Der Kopist verstand die Abbildung als die Darstellung einer Sphärenkonstruktion.¹³ Für ein Verständnis der Abbildung in diesem Sinne spricht die Anordnung der Planetennamen zwischen konzentrischen Kreisen, welche in diesem Fall Sphärengrenzen darstellen würden. Auf

¹³Nach dieser, in Kapitel III eingehender beschriebenen Vorstellung besteht der Kosmos aus kugelförmigen Schalen, auf denen sich die Planeten befinden und die sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit drehen und somit die Erscheinungen der Planetenbewegungen hervorrufen.

ein solches Verständnis weist der in die Zeichnung eingefügte Raum zwischen Erde und Mond hin. Denn zu der Vorstellung des sphärischen Aufbaus des Kosmos gehört neben den Sphären für die Planeten auch eine Sphäre zwischen Erde und Mondsphäre, die von den vier Elementen ausgefüllt wird. Diese scheint der Kopist ergänzt zu haben, da er sie für ein Verständnis des Bildes notwendig erachtete.

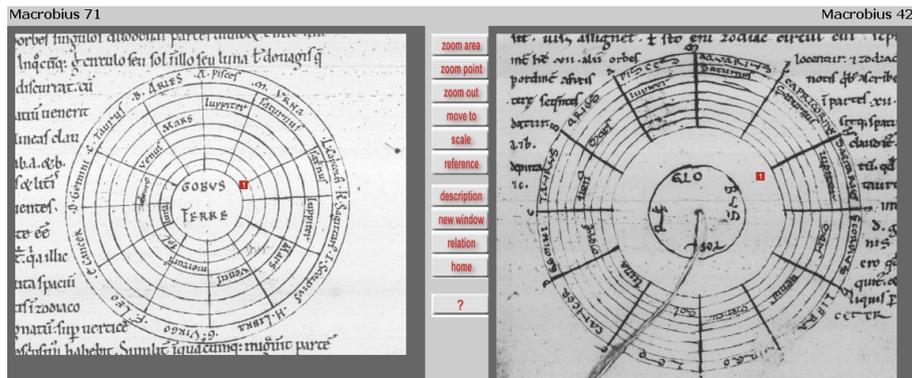


Abbildung VIII.17: Der Bedeutungsumfang des Bildes wird durch die Integration einer Sphäre zwischen Erde und Mondsphäre erhöht. Oxford Lincoln CL, Ms lat. 27, f.138r; London BL, Ms Harl. 2633, f.37r.

Ähnlich stellt sich die Situation in Abbildung I.18 dar. Gegenstand der Abbildung ist die Anordnung der Bewegungen von Sonne, Mond, Venus und Merkur. Auch hier handelt es sich um einen relativ komplexen Bildinhalt, da versucht wird, den schwer zu vereinbarenden Angaben des Textes über die Bewegungen der betroffenen Planeten gerecht zu werden.¹⁴ Hier hielt der Kopist die Einfügung einer Darstellung der Erde im Zentrum des Bildes für ein Verständnis vorteilhaft. Sieht man sich die entsprechende Textstelle an, zeigt sich, dass die Modifikation durchaus dem Verständnis des Bildgehaltes dient. Dort wird der Umstand diskutiert, dass es scheint, als befänden sich Venus und Merkur zeitweise näher an der Erde und zeitweise weiter von ihr entfernt als die Sonne. Das Diagramm enthält eine Konstruktion von Bahnen, welche diesem scheinbaren Widerspruch gerecht wird: Durch die sich schneidenden Bahnen befindet sich teils die Sonne,

¹⁴Siehe hierzu auch die Diagrammbeschreibungen in Kapitel III.

teils Venus und Merkur näher an der Erde. Das Anliegen des Diagramms ist es somit, die Erscheinungen so zu erklären, wie sie von der Erde aus zu sehen sind. Dieser Aspekt wird durch die Einführung der Erddarstellung in das Zentrum des Diagramms explizit zugefügt.

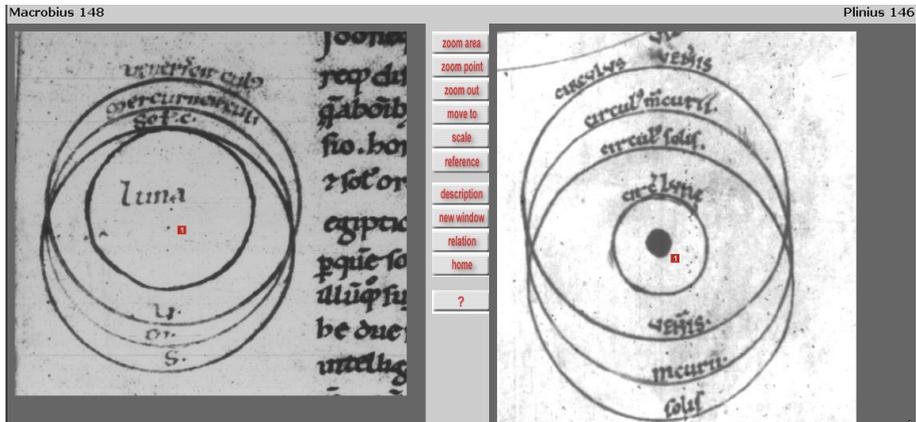


Abbildung VIII.18: Der Bildgehalt wird durch die Integration der Erddarstellung erweitert. Vaticano BAV, Ms Regin. lat. 1367, f.40v; Torino BN D.V.38, f.50v.

Mit der Komplexität des darzustellenden Gegenstandes steigt die Zahl an Veränderungen nach dem Kriterium des Bedeutungsumfanges und der Zeichenökonomie. Das bestätigt sich auch am Material der Plinius-Diagramme. Auch hier zeigt eine Differenzierung des Befundes nach Bildtypen, dass Fragen nach dem optimalen Bedeutungsumfang und der Zeichenökonomie mit zunehmender Komplexität der darzustellenden Sachverhalte an Bedeutung gewinnen. Die Gegenstände der Intervall- und Planetenordnungs-Diagramme sind vergleichsweise einfach: Erstere stellen Relationen von Planetenbahnen zu deren Anordnung zwischen Erde und Tierkreis dar, zweitere ordnen den Abständen zwischen den Bahnen verschiedene Werte zu. Der Anteil an passiven Änderungen ist in diesen relativ einfachen Diagrammen vergleichsweise gering.

Die Gegenstände der zwei anderen Plinius-Diagramme, der Apsiden- und Breitendiagramme sind deutlich komplexer. Erstere umfassen verschieden grosse Bahnen, exzentrisch zur im Mittelpunkt ruhenden Erde gelagert, die noch dazu den von der Erde entferntesten Punkt an einer bestimmten Stelle des Tierkreises

haben. Letztere stellen die unterschiedlichen Breitenabweichungen der Planetenbahnen auf dem Band der Ekliptik dar.

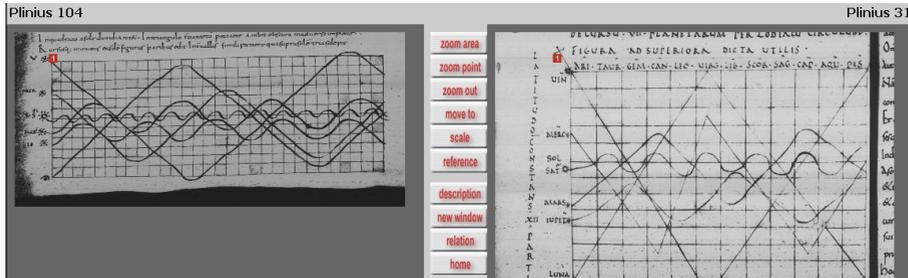


Abbildung VIII.19: Mit der Einfügung der Tierkreiszeichen in das Bild wird es nach dem Kriterium des Bedeutungsumfanges verändert. Oxford BL Canon.class. 279, f.33v; Cambridge TrinColl. R.15.32, f.3v.

Die Breiten-Diagramme in Abbildung I.19 wurden weiter oben schon beschrieben,¹⁵ wobei insbesondere die Veränderung der Bahnformen betont wurde. Eine andere Veränderung wurde jedoch nicht erwähnt: Die Integration der zwölf Tierkreiszeichen oberhalb des Diagramms. Die Bahnen der Planeten werden vor dem Hintergrund eines Gitters abgebildet. Dieses besteht aus 13 waagerechten Geraden, welche die 12 Grad darstellen, welche die Planeten sich maximal von der Ekliptik entfernen, und 29 senkrechten Parallelen, welche Zeitabschnitte darstellen. In der Kopie werden die 29 senkrechten Parallelen auf 13 beschränkt und zwischen die so entstandenen 12 Zwischenräume die Namen der Tierkreiszeichen plaziert. Das Diagramm enthält die zusätzliche Dimension, dass die Planetenbahnen nun auch relativ zum Tierkreis angeordnet werden. Dem Kopisten waren die Angaben der Textstelle zum Thema der Breitenabweichungen der Planeten, wie etwa die Angaben über die Gradzahl der jeweiligen Abweichung, nicht genug. Für ein Verständnis des Bildes hielt er es für förderlich, explizit in das Diagramm mit aufzunehmen, was implizit schon darin steckt: den Umstand, dass Planetenbewegungen relativ zum Tierkreis dargestellt werden. Das ist insbesondere deswegen nachvollziehbar, da in der rechteckigen Variante des Diagramms noch nicht einmal die Kreisförmigkeit der Planetenbahnen enthalten

¹⁵Siehe Kapitel III, Seite 57.

ist.¹⁶ Es werden also jeweils verschiedene Aspekte der räumlichen Beziehungen der Planetenbahnen untereinander und relativ zu Erde und Tierkreis dargestellt.

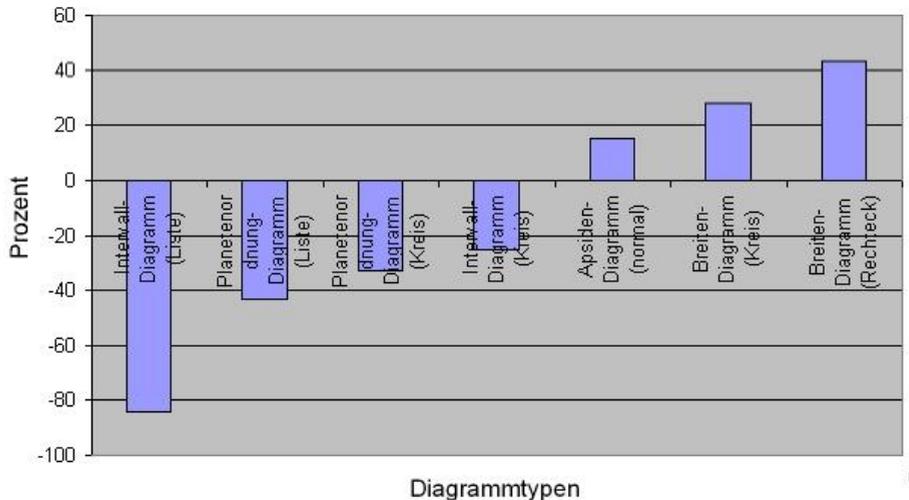


Abbildung VIII.20: Differenz von der Abbildungszahl zu der Zahl aktiver Veränderungen für alle Plinius-Diagramme in Prozent.

Abbildung I.20 enthält die Differenzen von der Zahl der Abbildungen zu der Zahl aktiver Veränderungen für die Plinius-Diagramme in Prozent. Diagrammtypen, die prozentual mehr intendierte Veränderungen als Abbildungen aufweisen, haben eine positive Differenz, die anderen eine negative. Die komplexeren Bildtypen, das Apsiden-Diagramm sowie die Breiten-Diagramme, weisen deutlich mehr aktive Veränderungen pro Abbildung auf als die einfacheren Diagrammtypen. Der Faktor der Komplexität des behandelten Gegenstandes bestätigt sich auch für die Capella-Diagramme. Wieder zeigt sich, dass die Abbildungen, die mehr als zwei Aspekte miteinander in Beziehung setzen, stärker von Veränderungen nach dem Kriterium des Bedeutungsumfangs betroffen sind als einfachere Diagramme. Das prominenteste Beispiel überhaupt ist hierfür das Drei-Versionen-Diagramm, wohl das komplexeste der Capella-Diagramme (Abbildung

¹⁶Es gibt zu diesem Diagrammtyp einen Vorläufer, der die Breitenabweichungen der Planeten vor konzentrischen Kreisen und dem Tierkreis abbildet. Siehe hierzu auch Abbildung III.14.

I.21). Der Zeichner der Kopie auf der rechten Seite ergänzte das Bild durch die Darstellung der Erde anhand eines mit *terra* beschrifteten Kreises unterhalb des Diagramms. Das Verständnis des relativ abstrakten Diagramms wurde durch die Einfügung der Erde erleichtert, da diese verdeutlicht, dass das Kreissegment, das die Teildiagramme verbindet, die Sonnenbahn um die Erde darstellt. Für alle drei Diagramm-Traditionen kann somit gesagt werden, dass mit steigender Komplexität des dargestellten Gegenstandes die Bemühungen um das richtige Mass an zusätzlicher Information einerseits und an notwendigen oder irrelevanten graphischen Elementen andererseits zunehmen. Damit ist ein zweiter Faktor gefunden, der für das Auftreten von Modifikationen nach dem Kriterium des Bedeutungsumfanges relevant ist.

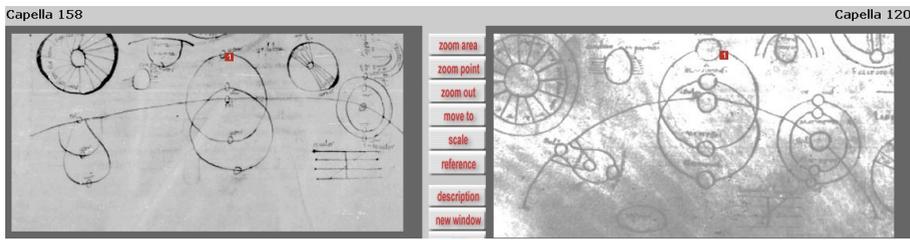


Abbildung VIII.21: Mit der Einfügung der Erddarstellung in das Bild wird es nach dem Kriterium des Bedeutungsumfanges verändert. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Firenze BL San Marco 190, f. 102r Three Versions.

5.3 CAPELLA UND PLINIUS: DIE MANGELNDE PRÄZISION DER TEXTE

Ein Merkmal der Veränderungen der Plinius-Diagramme ist bislang ungeklärt: Denn diese umfassen nicht nur vorrangig Modifikationen nach den Kriterien des Bedeutungsumfanges und der Zeichenökonomie, sondern sie weisen ebenso wie die Capella-Diagramme auch einen beträchtlichen Anteil an Richtigkeitsveränderungen auf. Welche Faktoren könnten die starke Präsenz von Veränderungen nach dem Kriterium der Richtigkeit in den Plinius- und Capella-Diagrammen im Gegensatz zu den Macrobius-Diagrammen erklären? Keine Rolle spielt jedenfalls der im Fall der Calcidius-Diagramme als relevant für Richtigkeits-Veränderungen erkannte Faktor des engen Bild-Text-Verhältnisses in Form einer detaillierten Konstruktionsbeschreibung der Bilder. Eine solche findet sich weder für die Capella- noch für die Plinius-Diagramme. Das Studium der betroffenen Bildveränderun-

gen auf diese Frage hin ergab für die Modifikationen nach dem Kriterium der Richtigkeit in diesen Traditionen, dass sie inhaltlich eine strukturelle Gemeinsamkeit aufweisen: Sie haben alle mit der Modifikation graphischer Elemente zu tun, welche Inhalte darstellen, die im Text nur unpräzise beschrieben werden und daher einen grossen Deutungsspielraum bieten. Ob das die Anordnung der Planetenbahnen relativ zum Band der Ekliptik ist oder die Lage der Planetenbahnen im Apsiden-Diagramm relativ zueinander – die Bildelemente, welche besonders stark von Modifikationen nach dem Kriterium der Richtigkeit betroffen sind, stehen immer im Zusammenhang mit einer Textstelle, welche den entsprechenden Sachverhalt nur undeutlich beschreibt.

Die Diagramme in Abbildung I.22 sind schon aus Kapitel III bekannt, worin die wesentliche Änderung in diesem Kopierschritt bereits erwähnt wurde: die Ergänzung durch einen weiteren konzentrischen Kreis sowie die Platzierung der Planetennamen zwischen den Kreisen statt auf ihnen. Die Veränderung bezieht sich auf eine undeutliche Testpassage der Art, wie sie gerade erwähnt wurde. Plinius beschreibt zwar die um die Erde angeordneten Planetenbewegungen als kreisförmig (*circulum*), geht jedoch nicht weiter auf die kosmologischen Aspekte der Bewegungen ein.¹⁷ Der Zeichner der Vorlage beachtet bei der Darstellung der Bewegungen die Angaben von Plinius über die Kreisförmigkeit und ordnete jedem Planeten einen Kreis zu. Das genügt dem Zeichner der Kopie auf der rechten Seite offenbar nicht, denn er korrigiert die Bedeutung der konzentrischen Kreise und damit die Interpretation des Textes durch das Vorläuferdiagramm: Aus den Bahnformen wurden Sphärengrenzen.

Dieser Zusammenhang bestätigt sich auch für das Material der Capella-Diagramme. Besonders häufig nach dem Kriterium der Richtigkeit werden solche Abbildungen verändert, die Sachverhalte darstellen, die in der entsprechenden Textstelle nur undeutlich oder missverständlich beschrieben sind. Dagegen weisen andere Diagrammtypen, zu deren Gegenständen eindeutige Angaben im Text vorliegen, kaum aktive Änderungen auf, wie etwa das *Equales*-Diagramm, das *Acutis/Spatiosis*-Diagramm oder das *Partes-Angustantur*-Diagramm der Capella-Tradition. Ein deutlicher Zusammenhang ist zu erkennen zwischen der Eindeutigkeit und Präzision, mit welcher ein im Bild dargestellter Sachverhalt im Text beschrieben wird, und der Zahl an Veränderungen nach dem Kriterium der Richtigkeit.

Beispielhaft kann dies in Abbildung I.23 nachvollzogen werden: Die Bildausschnitte zeigen jeweils den Erdschatten aus zwei Varianten des mittlerweile

¹⁷Die entsprechende Passage lautet beispielsweise für den Jupiter: „*Inde inferiorem iovis circum et ideo motu celeriore duodenis circumagi annis*“. King (1969), S. 144.



Abbildung VIII.22: Die Veränderung nach dem Kriterium der Richtigkeit bezieht sich auf undeutliche Angaben im Text. Monza BCapit. F.9.176, f.73r; Vaticano BAV Vat. 645, f.67v.

hinlänglich bekannten Eclipsis-Diagramms. Wie weiter oben erwähnt, wird der Schatten im Text durch das lateinische Wort *metaliter* charakterisiert. Mit diesem Wort lässt Martianus Capella einen sehr speziellen Begriff der antiken Geometrie in den Text einfließen, der schon zu Capellas Lebzeiten den wenigsten Lesern geläufig gewesen sein dürfte. Zum Wortschatz des frühmittelalterlichen Gelehrten gehörte der Terminus mit einiger Sicherheit nicht, womit die Beschreibung des Erdschattens einige Interpretationsarbeit von Seiten der frühmittelalterlichen Kopisten erforderte.¹⁸ Dieser Prozess zeigt sich in den Diagrammen, die mit dieser Unklarheit konfrontiert sind. Der Zeichner der Vorlage in Abbildung I.23 löst das Problem, indem er die Unklarheit des Textes in das Diagramm übernimmt. Er deutet mit zwei Parallelen die Lage des Schattens an, dem er das Adjektiv *metaliter* hinzufügt, das die Eigenschaften des Schattens angibt. Eine Interpretation des Begriffs nimmt erst der Zeichner der Kopie vor. Er geht davon aus, dass der lateinische Begriff sich auf die Schattengrenzen bezieht und korrigiert diese seinem Verständnis des Wortes entsprechend. Die Abbildungen dieses Typs aus

¹⁸Dieser Hinweis stammt aus den anregenden Diskussionen mit Bruce Eastwood über die Bedeutung der Diagramme.



Abbildung VIII.23: Die Form des Schattens wird nach dem Kriterium der Richtigkeit korrigiert. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Paris BN 8671, f. 84r.

den späteren Jahrhunderten zeigen, dass sich die Interpretation durchsetzt, die den Schatten in Richtung des Mondes spitz zulaufend zeigt.

Ein dritter Faktor, der für das Auftreten von Veränderungen nach dem Kriterium der Richtigkeit relevant ist, konnte somit erst an den Diagrammen der Plinius-Diagramme ermittelt und dann am Material der Capella-Diagramme bestätigt werden.

5.4 GEOMETRISCHE EINDEUTIGKEIT DER GRAPHISCHEN ELEMENTE

Für die Verteilung der Veränderungen nach den verschiedenen Kriterien konnten einige Faktoren ermittelt werden, welche die Befunde erhellen. Gänzlich ungeklärt blieben bislang jedoch die starken Schwankungen der Verteilung von aktiven und passiven Veränderungen innerhalb der verschiedenen Bildtraditionen und Bildtypen. Betrachtet man die Aktiv/Passiv-Verteilung nach Bildtypen differenziert, zeigt sich, dass diese innerhalb der Bildtraditionen von Bildtyp zu Bildtyp stark variiert. Ein erster Hinweis auf einen relevanten Faktor lieferte die Betrachtung der Plinius-Diagramme. Hier zeigte sich, dass die beiden Bildtypen, von welchen gerade postuliert wurde, dass sie aufgrund hoher inhaltlicher Komplexität besonders viele aktive Veränderungen aufweisen, auch überdurchschnitt-

lich viele passive Bildveränderungen aufweisen. Die genaue Analyse der passiven Veränderungen ergibt jedoch, dass es hier nur einen mittelbaren Zusammenhang gibt. Der Hintergrund für die hohe Zahl der passiven Modifikationen scheint hier vielmehr der zu sein, dass die verwendeten graphischen Elemente einen unterschiedlichen Grad an geometrischer Eindeutigkeit haben. Gemeint ist also ein Faktor, welcher von der inhaltlichen Bedeutung der graphischen Elemente absieht und diese rein nach ihrer geometrischen Eindeutigkeit beurteilt. Diejenigen Diagramme, so die Erkenntnis hier, die einen hohen Anteil an geometrisch nicht eindeutigen graphischen Elementen aufweisen, sind besonders anfällig für passive Veränderungen.

Mit geometrischer Eindeutigkeit ist gemeint, dass ein graphisches Element für sich und relativ zu den anderen graphischen Elementen des Diagramms eindeutig beschreibbar ist, was wieder die Möglichkeit meint, mit geometrischen Begriffen in einem Text beschrieben zu werden. Ein Kreis ist beispielsweise sehr viel leichter und eindeutiger zu beschreiben als eine unregelmässige Linienform. Ein Zwischending wäre ein Oval, welches zwar geometrisch ausdrückbar ist, jedoch immer noch mehr Spielraum für Varianz lässt, als der Kreis. Eine Konstruktion mit konzentrischen Kreisen beispielsweise hat einen hohen Grad an geometrischer Eindeutigkeit und kann sehr einfach und eindeutig beschrieben werden, während zwei freie Linienformen, welche sich nicht berühren äusserst uneindeutige graphische Elemente darstellen, welche nur mit grossen Schwierigkeiten zu reproduzieren sind.

Dies lässt sich an einem bereits bekannten Diagramm eindrücklich demonstrieren. Die drei Versionen des Drei-Versionen-Diagramms weisen je einen anderen Grad an geometrischer Eindeutigkeit auf, der sich in der Häufigkeit passiver Veränderungen niederschlägt. Die am eindeutigsten beschreibbare Variante befindet sich auf der rechten Seite in Abbildung I.24. Zwei konzentrische Kreise sind um einen sehr kleinen Kreis in ihrem Zentrum angeordnet. Die mittlere Variante mit sich schneidenden Kreisen enthält zwar dieselben, sehr gut beschreibbaren Einzelkomponenten, ordnet diese aber geometrisch weniger eindeutig an: Die beiden grossen Kreise sind in ungleichem Abstand um den exzentrischen kleinen Kreis auf der Sonnenbahn arrangiert. Am wenigsten eindeutig zu beschreiben ist die dritte Variante im linken Bildteil. Die beiden Kreise wurden hier durch freie Linienformen ersetzt, von denen die eine eine Art Tropfen bildet und die andere ein nach oben geöffnetes U. Sieht man sich die Veränderungstätigkeit an diesem Diagramm-Typ an, ergibt sich der folgende Befund: Im Verlauf von 15 Reproduktionen wurde der konzentrische Bildteil zweimal passiv verändert, der

Teil mit sich schneidenden Bahnen dreimal und die Variante mit freien Formen sieben mal.

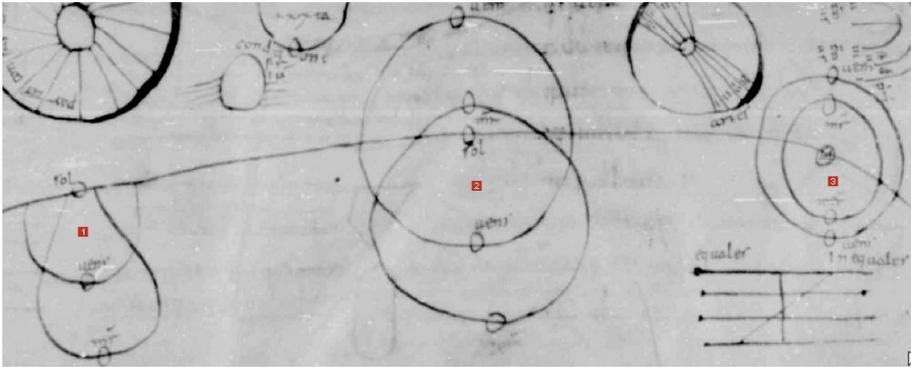


Abbildung VIII.24: Die drei Varianten der inneren Planeten um die Sonne sind unterschiedlich eindeutig beschreibbar. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v.

In den Intervall-Diagrammen sind es die geometrisch uneindeutigen Elemente, das heisst die Bahnformen der Planeten und ihre Lage relativ zu den 12 Grad des Bandes der Ekliptik, die besonders viele passive Modifikationen hervorriefen. Beim Apsiden-Diagramm ist es die geometrisch uneindeutige Lage der Planetenbahnen und die unterschiedliche Grösse derselben, welche Gegenstand besonders häufiger passiver Veränderungen waren. Die Anzahl an geometrisch uneindeutigen Elementen bestimmt also massgeblich die Anzahl an passiven Modifikationen. Dieser Faktor wurde schliesslich an den Diagrammtypen der anderen Bildtraditionen auf seine Anwendbarkeit geprüft und konnte in allen Fällen bestätigt werden.

So konnte der oben erwähnte Befund der niedrigen Anzahl passiver Veränderungen im Fall der Macrobius-Diagramme damit erklärt werden, dass drei der vier Bildtypen geometrisch durchgehend eindeutig beschreibbare Zeichnungen sind und kaum Anlass für passive Modifikationen gaben (Abbildung I.25). Fast jedes Element des Bildes ist hier bezüglich seiner Lage und Form geometrisch sehr präzise bestimmt. Neun konzentrische Kreise werden von zwölf Geraden in gleich grosse Teile geteilt. Am Ende jeder Geraden befindet sich ein Buchstabe; zwischen den beiden äusseren Kreisen sind die zwölf Tierkreiszeichen

angeordnet. Vervollständigt wird das Diagramm durch die Planetennamen, die in den Feldern unterhalb eines bestimmten Tierkreiszeichens plaziert sind, sowie durch die Bezeichnung für die Erde innerhalb des kleinsten Kreises. Interessanterweise ist von den trotzdem auftretenden passiven Veränderungen an diesem Diagrammtyp genau das Element besonders betroffen, das die geringste Eindeutigkeit aufweist: der Schriftzug im Zentrum des Bildes, dessen Plazierung innerhalb des Kreises stark variiert.

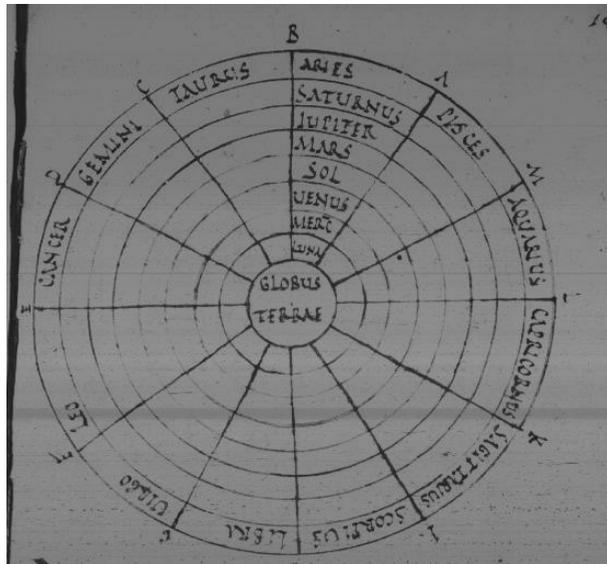


Abbildung VIII.25: Fast alle Elemente des Tierkreisordnung-Diagramms sind geometrisch eindeutig definiert. Vaticano BAV, Ms Reg. lat. 1762, f.184r.

Ebenso lässt sich auf diese Weise erklären, warum gerade das Sonnenexzenter-Diagramm der Calcidius-Tradition die meisten passiven Veränderungen aller Calcidius-Bildtypen aufweist: Im Gegensatz zu den anderen, geometrisch weitgehend eindeutig beschreibbaren Abbildungen, beinhaltet es einen zum Diagrammzentrum exzentrischen Kreis, mit dem eine ganze Reihe von anderen graphischen Elementen wie Buchstaben, Schriftzüge und Geraden verbunden sind, deren präzise Lage im Diagramm nicht eindeutig beschreibbar ist. Eine Überprüfung der be-

troffenen Bildveränderungen zeigte, dass die meisten der passiven Veränderungen dieses Diagrammtyps genau diese Elemente betrafen.

Und nicht zuletzt erwies sich dieser Faktor auch als relevant für die Unregelmässigkeiten bei der Verteilung der passiven Veränderungen bei den Capella-Diagrammen. Auch hier zeigte sich, dass die Diagramme mit hohem Anteil an passiven Modifikationen dadurch gekennzeichnet sind, dass sie geometrisch wenig eindeutige graphische Elemente enthalten. In besonderem Masse betroffen ist hier beispielsweise das *Condicione*-Diagramm mit seiner unpräzisen Darstellung der Sonne, welche ebenfalls Gegenstand zahlreicher passiver Änderungen wurde. Sieht man sich die überlieferten Exemplare dieses Bildtyps sowie deren Kopierbeziehungen in Abbildung I.26 an, wird dieser Zusammenhang sehr deutlich.¹⁹ Die sehr unpräzise gezeichnete Sonnenform des älteren Diagramms dieses Typs (Archetyp) führt zu diversen passiven Veränderungen. Folgt man dem Stammbaum nach unten, erkennt man die schon in Kapitel III präsentierten unterschiedlich spitzen Ovalformen. Der Kopierstrang nach rechts oben zeigt, wie die Sonnenform als Kreis und die Linien zu beiden Seiten als parallele Geraden interpretiert werden, während die Diagramme der Linie nach links oben die Sonnenform ebenfalls als Kreis, die Linien dagegen als geschwungene Wellenlinien verstanden.

Bei diesen beiden Beispielen zeigte sich auch, dass geometrisch uneindeutige Elemente dazu tendieren, in geometrisch eindeutiger transformiert zu werden und diese wiederum in der Regel keinen weiteren Modifikationen unterworfen sind: Ob das der Kreis ist, welcher, bei Diagramm A1 eingeführt, in den Folgekopien erhalten bleibt, oder die parallelen Geraden, die ab Diagramm B1 nicht mehr modifiziert werden. Der vierte für das Auftreten passiver Veränderungen relevante Faktor konnte damit an den Plinius-Diagrammen bestimmt und an den Häufungen von passiven Änderungen im Material der drei übrigen Traditionen bestätigt werden. Bleibt zuletzt noch ein klärungsbedürftiger Befund am Material der Capella-Tradition: Die insgesamt sehr niedrige Zahl an Veränderungen im Fall der Capella-Diagramme. Mit der Anwendung der bislang ermittelten Faktoren für die Häufigkeiten von Bildveränderungen der verschiedenen Arten und Typen stehen relevante Faktoren zur Verfügung, um diesen Befund zu klären. Das Fehlen vieler passiver Änderungen erklärt sich damit, dass die meisten der

¹⁹Archetyp: Firenze BL San Marco 190, f. 102r. B1: Firenze BL San Marco 190, f. 102r. B2: Firenze BL Plut. 51.13, f. 128v. B3: Venezia BN XIV.35, f. 143r. B4: Vaticano BAV Urb. 329, f.139v. A1: Paris BN 8671, f. 84r. A2: Leiden UB BPL 36, f. 129r. A3: . A5: München SB clm 14729, f. 221v. C1: Wien NB 266, f. 111v. C2: Vaticano BAV Palat. 1577, f.83r.

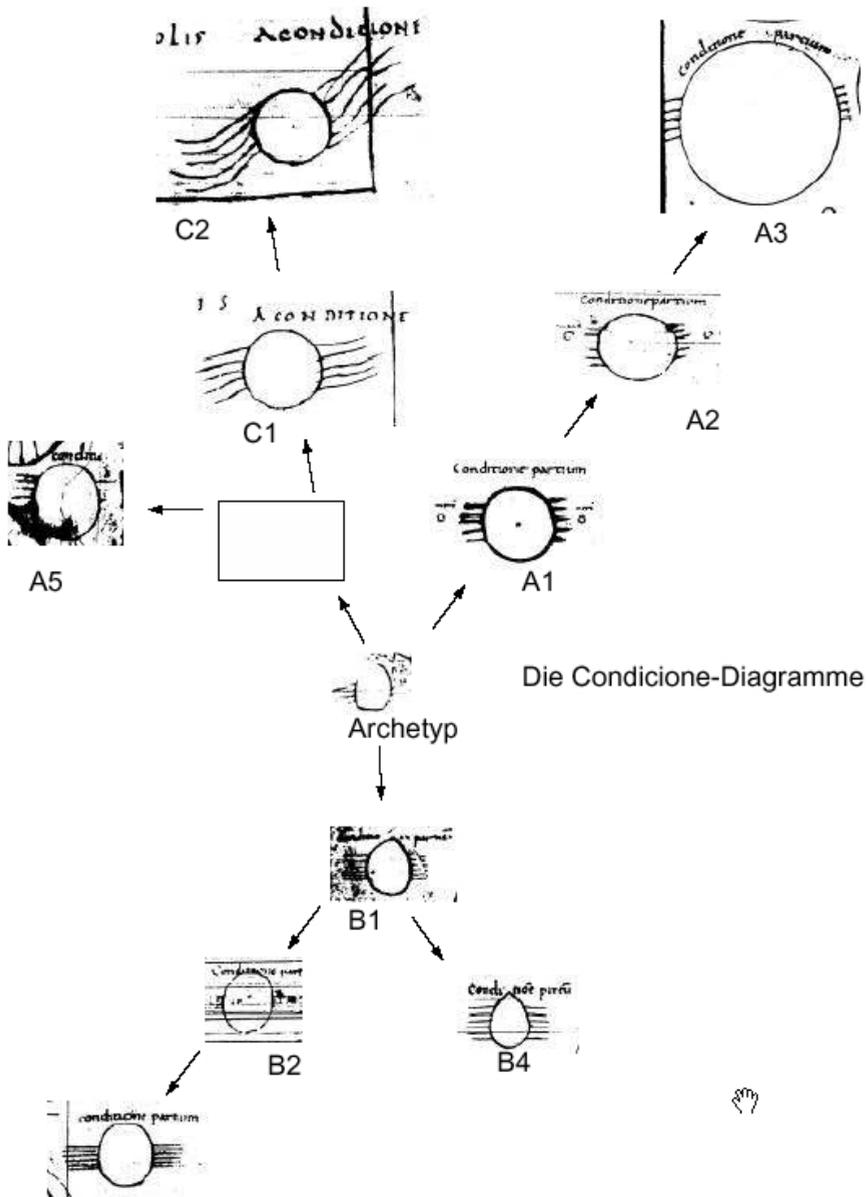


Abbildung VIII.26: Die geometrisch uneindeutige Form des Condicione-Diagramms wird vielfach verändert.

Diagrammtypen (7 von 10) von Beginn an oder sehr früh geometrisch eindeutige Konstruktionen sind, welche nur wenig oder keinen Spielraum für passive Veränderungen lassen. Die geringe Zahl an aktiven Bildmodifikationen dagegen ergibt sich zum Einen daraus, dass sie nicht in einem so symbiotischen Bild/Text-Verhältnis stehen wie die Calcidius-Diagramme. Weiter werden zum Gegenstand der Diagramme im Text kaum uneindeutige Angaben gemacht. Zudem beschreiben sie keine Inhalte, die viele miteinander in Relation stehenden Eigenschaften beschreiben, und sind, wie erwähnt, in der Regel geometrisch eindeutig beschreibbare Konstruktionen. Aus allen Faktoren zusammen erklärt sich, warum die Abbildungen dieser Tradition auffallend wenig Bildveränderungen aufweisen.

6 HISTORISCHER VERLAUF DER VERÄNDERUNGSTÄTIGKEIT

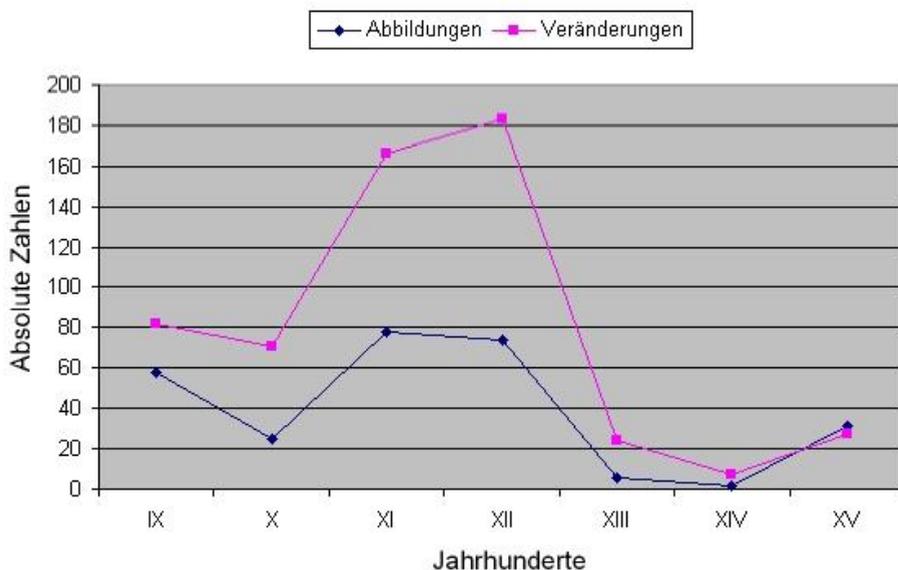


Abbildung VIII.27: Abbildungen und Veränderungen nach Jahrhunderten.

In der systematischen Analyse der Bildveränderungen, wie sie in den letzten Abschnitten vorgenommen wurde, wurde nicht berücksichtigt, dass das untersuchte Diagramm-Material über einen Zeitraum von etwa 500 Jahren, vom 9. bis zum 15. Jahrhundert entstand. Dies soll nun nachgeholt werden, indem die

bisherigen Befunde nach ihrer diachronen Dimension differenziert werden. Wie stellen sich die verschiedenen Bildtraditionen und die Motive zur Veränderung der Bilder dar, wenn sie in ihrem zeitlichen Verlauf betrachtet werden? Die Leitfrage dieses letzten Abschnitts ist es, ob eine Entwicklung im Umgang mit den untersuchten astronomischen Zeichnungen festgestellt werden kann. Auf diese Art sollen die bisherigen Ergebnisse bezüglich der wissenschaftlichen Funktion der Bilder durch ihre historische Entwicklung ergänzt werden. Dazu gehört insbesondere die Untersuchung der Abbildungsveränderungen auf auffällige Häufungen bestimmter Veränderungsarten in bestimmten Phasen und ihre Erklärung.

6.1 DIE STABILE HISTORISCHE PRÄSENZ

Vorab geht es jedoch darum, einen Überblick über die zeitliche Verteilung der in Kopierbeziehungen stehenden Diagramme und ihrer Veränderungen zu gewinnen. Aufgrund der Schwierigkeiten bei der Datierung der Abbildungen liegen nur ungefähre Daten über das Jahrhundert vor, in dem ein Bild entstand.²⁰ Abbildung I.27 zeigt in absoluten Zahlen zweierlei: Einerseits die Verteilung der in die Untersuchung der Veränderungen einbezogenen Abbildungen über die Jahrhunderte (untere Kurve), andererseits die an den Abbildungen vorgenommenen aktiven und passiven Veränderungen (obere Kurve). Die Relation der beiden Kurven zeigt, dass die Bildveränderungen relativ zu den betroffenen Abbildungen stetig zugenommen haben. Im 11. und 12. Jahrhundert wächst die Zahl der durchschnittlich pro Bild vorgenommenen Änderungen stark an, während sie sich im 13. – 15. Jahrhundert auf einem sehr niedrigen Niveau der Zahl der betroffenen Abbildungen annähert.

Daraus ergibt sich die für uns wichtige Erkenntnis, dass die Abbildungsveränderungen sich nicht nur in allen Abbildungstraditionen in hoher Zahl finden, sondern auch verteilt über die Jahrhunderte ein durchgehendes Phänomen sind. Für Aussagen über den Verlauf des Umgangs mit den Diagrammen sowie der Entwicklung der wissenschaftlichen Funktion, wie sie in dieser Arbeit angestrebt werden, ist dies eine notwendige Voraussetzung. Eine weitere Voraussetzung ist die durchgehende Präsenz auf ausreichend hohem Niveau von aktiven Bildmodifikationen, da nur sie Aufschluss über den wissenschaftlichen Umgang mit den Bildern geben können.

Abbildung I.28 enthält die Verteilung aktiver und passiver Veränderungen durch die Jahrhunderte. Sie zeigt zum einen, dass über den gesamten Zeitraum

²⁰Die Arbeit stützt sich hierzu auf die Datierungen aus Graßhoff & Eastwood (2003b).

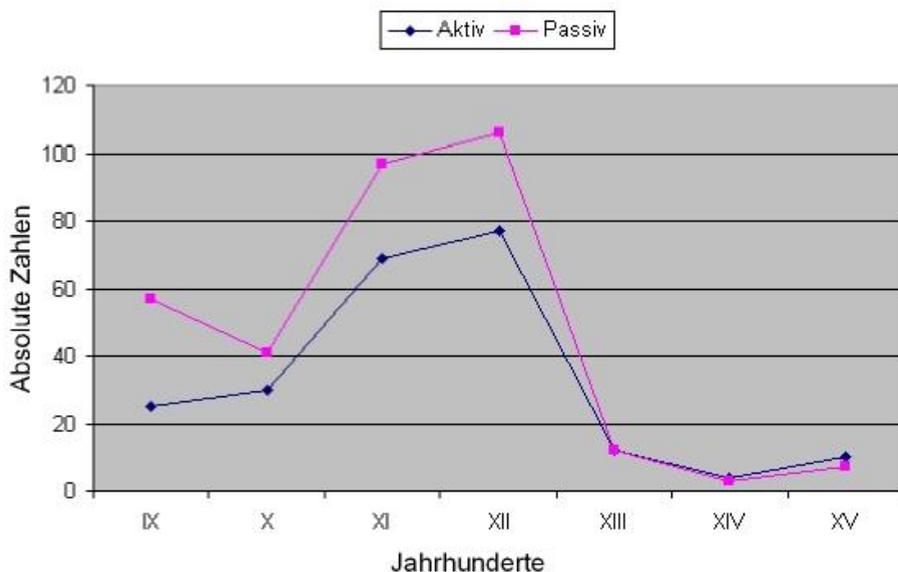


Abbildung VIII.28: Aktive und passive Veränderungen nach Jahrhunderten

hinweg aktive Veränderungen einen beträchtlichen Anteil an der Gesamtzahl der Modifikationen ausmachten. Zum anderen wird deutlich, dass das Verhältnis passiver und aktiver Veränderungen eine interessante Entwicklung durchmacht: Zu Beginn der Kopiertraditionen im 9. Jahrhundert machen die aktiven Änderungen etwa die Hälfte der passiven Änderungen aus, nehmen dann prozentual zu, um schliesslich bis ins 12. Jahrhundert etwa auf dem gleichen Niveau zu bleiben. Eine genauere Darstellung dieses Verhältnisses findet sich in Abbildung I.29. Dargestellt ist jeweils die Differenz zwischen aktiven und passiven Modifikationen in Prozent. Hier zeigt sich die eben schon angedeutete Entwicklung in aller Deutlichkeit: Der zu Beginn starke prozentuale Überschuss an passiven Veränderungen halbiert sich ab dem 10. Jahrhundert und bleibt auf diesem Niveau bis in das 12. Jahrhundert bestehen, um in den folgenden Jahrhunderten sogar in den Minusbereich zu gehen, was bedeutet, dass die aktiven Veränderungen in der Überzahl sind.

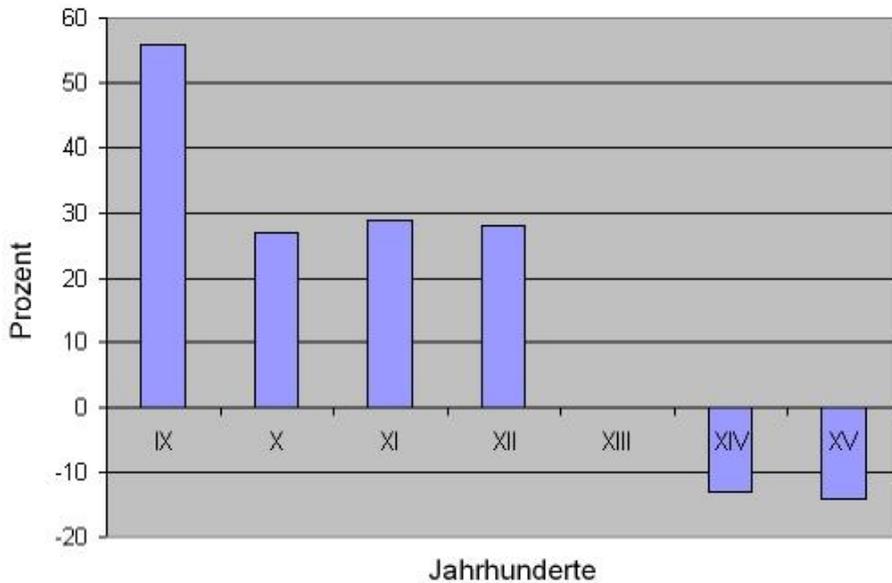


Abbildung VIII.29: Differenz von aktiven und passiven Veränderungen in Prozent nach Jahrhunderten.

6.2 HISTORISIERUNG DER MOTIVE

Betrachtet man den Verlauf der aktiven Veränderungen, differenziert nach den zugrundeliegenden Motiven, zeigt sich eine deutliche Varianz der Verteilung der Motive in den einzelnen Jahrhunderten. In Abbildung I.30 ist die prozentuale Verteilung der vier Veränderungsmotive für jedes Jahrhundert zu sehen. Aufgrund der zu vernachlässigenden Zahl an aktiven Veränderungen in den späteren Jahrhunderten ist nur die Zeit vom 9. – 12. Jahrhundert abgebildet. Für die einzelnen Kriterien, nach denen die Veränderungen vorgenommen wurden, stellt sich folgendes Bild dar.

Modifikationen nach dem Kriterium der Richtigkeit machen im 9. Jahrhundert den grössten Teil aller Veränderungen aus (40 Prozent) und nehmen dann bis ins 12. Jahrhundert ab (12 Prozent). Das Kriterium des Bedeutungsumfangs liegt im 9. Jahrhundert 25 Prozent der Veränderungen zugrunde, nimmt im 10. und 11. Jahrhundert stark zu, wo es dann jeweils den grössten Anteil der Verände-

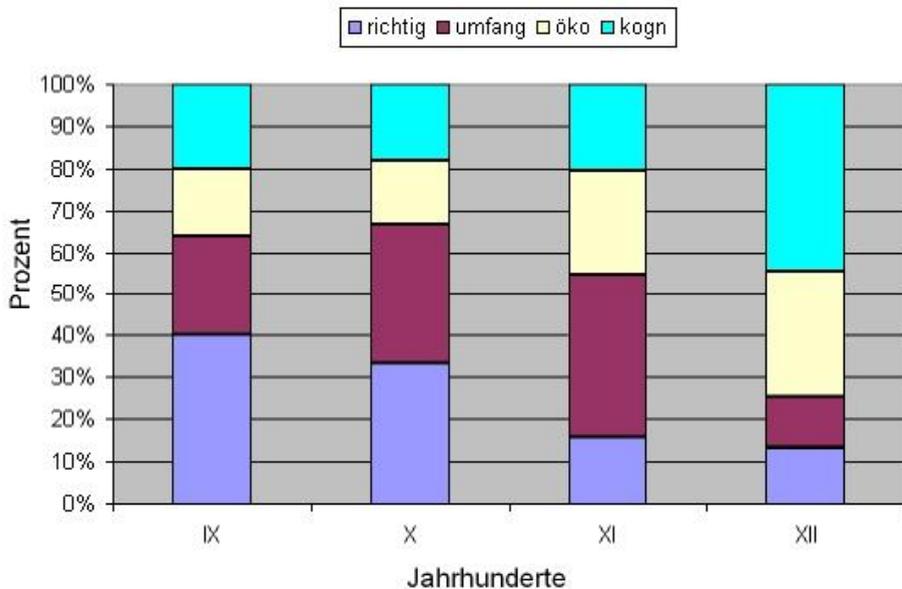


Abbildung VIII.30: Verteilung der Veränderungsmotive nach Jahrhunderten.

ungen innehat (33 und 36 Prozent), um im 12. Jahrhundert einen erstaunlichen Rückgang auf 12 Prozent zu erleben. Veränderungen nach dem Kriterium der Zeichenökonomie nehmen, von einem leichten Rückgang im 10. Jahrhundert abgesehen, vom 9. – 12. Jahrhundert zu (von 14 auf 25 Prozent). Das Kriterium des kognitiven Aufwandes spielt in den ersten Jahrhunderten nur eine kleine Rolle bei Bildveränderungen (ca. 20 Prozent), während es im 12. Jahrhundert den grössten Anteil an Veränderungen auszumacht (43 Prozent).

Als Befund ergibt sich damit bezüglich der Veränderungsmotive einerseits eine Präsenz aller vier Veränderungsmotive in allen Jahrhunderten, die für kein Kriterium jemals unter den Wert von 12 Prozent sinkt. Andererseits ergeben sich drei Phasen der Entwicklung: Eine Phase vom 9. – 10. Jahrhundert, in der das Kriterium der Richtigkeit bei Bildveränderungen im Vordergrund steht, eine zweite Phase, die sich im 10. Jahrhundert mit der ersten überschneidet und bis in das 11. Jahrhundert andauert, in der das Kriterium des Bedeutungsumfanges für die vorgenommenen Änderungen überwiegt, und schliesslich eine letzte Phase,

in welcher Richtigkeit und Bedeutungsumfang ihre Dominanz an die Kriterien des kognitiven Aufwandes und der Zeichenökonomie abgeben.

6.3 INTERPRETATION DES BEFUNDES

Mit den in den letzten Abschnitten gewonnenen Erkenntnissen über die relevanten Faktoren für das Auftreten der verschiedenen Arten von Veränderungen stehen nun Begriffe und Kategorien für eine Interpretation der Befunde zur historischen Entwicklung des Kopierverhaltens zur Verfügung. Auch im Folgenden wird auf das 13. – 15. Jahrhundert nicht mehr eingegangen, da die für diesen Zeitraum vorliegenden Zahlen an Veränderungen keine signifikanten Ergebnisse enthalten.

Ein erster zu klärender Befund liegt mit dem eigenartigen Verlauf der Aktiv/Passiv-Relation vor. Wie ist es zu verstehen, dass die passiven Änderungen im 9. Jahrhundert noch doppelt so häufig sind wie in den folgenden Jahrhunderten? Als ein bedeutender Faktor für das Auftreten von passiven Veränderungen war im letzten Abschnitt die passive Deutung von graphischen Elementen genannt worden, welche sich bezüglich ihrer Form und Lage nicht eindeutig beschreiben lassen. Ebenfalls hatten die Untersuchungen des Materials ergeben, dass uneindeutige Elemente im Verlauf eines oder mehrerer Kopierprozesse zu eindeutigen Elementen transformiert werden. Dieser Prozess kann beispielsweise an den Diagrammen der Capella-Tradition nachvollzogen werden, in der die ersten Diagramme der Tradition fast durchweg sehr unpräzise gezeichnet sind. All diese geometrisch uneindeutigen Elemente werden jedoch innerhalb zweier Generationen (Kopierprozesse) in eindeutigere Elemente umgewandelt. Geht man also davon aus, dass auf diese Weise in den ersten Kopierschritten eine grosse Zahl an potentiellen Verursachern von passiven Veränderungen eliminiert wurde, ist zu erwarten, dass der Anteil an passiven Veränderungen innerhalb kurzer Zeit sinkt, um dann auf einem niedrigeren Niveau zu stagnieren. Genau dies zeigt der zu erklärende Befund.

Ein weiterer zu klärender Befund ist die Gliederung des Verlaufs der Kopier-tätigkeit durch die Jahrhunderte in die drei oben genannten Phasen. Beginnen wir mit der Entwicklung der Veränderungen nach dem Kriterium der Richtigkeit. Wie kommt es zu der Dominanz in der ersten Zeit des frühen Mittelalters und dem Absinken der Häufigkeit dieser Art der Veränderung im 11. und 12. Jahrhundert? Als relevante Faktoren für das Auftreten von Veränderungen nach dem Kriterium der Richtigkeit hatte sich oben zweierlei ergeben: Zum einen die enge Bindung an einen die Konstruktion der Bilder beschreibenden Text und

zum Anderen die Darstellung von Sachverhalten, zu denen im Text nur unpräzise Angaben gemacht werden. Kommen wir zunächst zu ersterem. Um die Relevanz des ersten Faktors zu überprüfen, muss zuerst der Einfluss der zahlenmässig alle anderen Bildtraditionen überwiegenden Calcidius-Tradition auf den Befund kontrolliert werden. Ein Vergleich der aktiven Bildveränderungen der Calcidius-Tradition mit den Gesamtverteilungen der aktiven Modifikationen ergibt, dass diese prozentual einen etwa gleich bleibenden Anteil ausmacht (Abbildung I.31). Damit ist ausgeschlossen, dass eine spezifisch calcidische Verteilung der aktiven Veränderungen über die Jahrhunderte den zu erklärenden Befund verursacht.

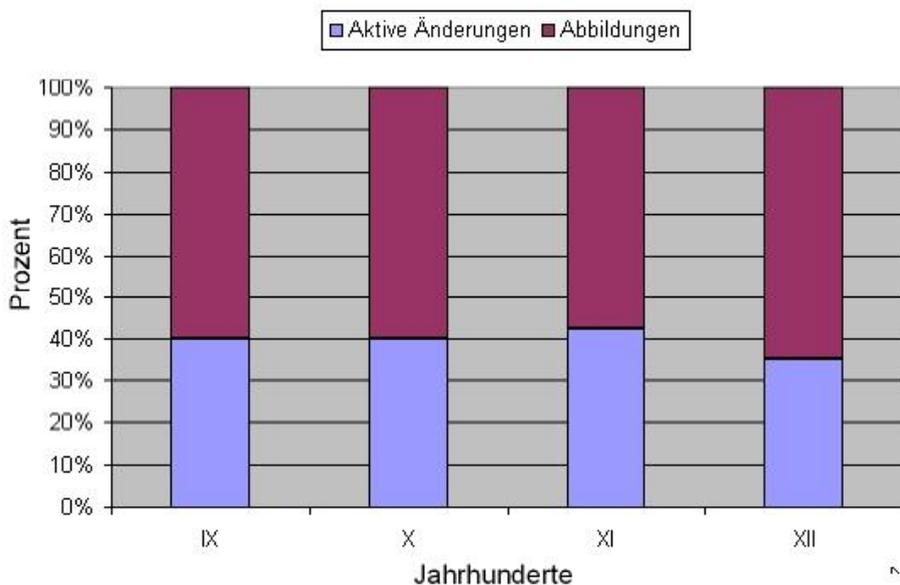


Abbildung VIII.31: Prozentuale Verteilung aktiver und passiver Veränderungen der Calcidius-Diagramme nach Jahrhunderten.

Damit bleibt zur Erklärung der zweite der genannten Faktoren. Die Diskussion der wissenschaftlichen Funktion der Diagrammtypen generell hatte ergeben, dass diese im Wesentlichen darin besteht, diejenigen Textstellen, die einen Sachverhalt nur ungenau beschreiben, mit Hilfe eines Diagramms zu interpretieren. Die Interpretation bedeutet in diesem Fall, wie an Beispielen demonstriert wurde,

dass der Textgehalt um die Informationen ergänzt wird, durch welche er geklärt und verständlich wird. Wenn als ein wichtiger Faktor für die Entstehung von Änderungen das Kriterium der Richtigkeit genannt wurde – dass Diagramme einen solchen interpretationsbedürftigen Textinhalt deuten – bedeutet dies, dass es sich bei den hierdurch hervorgerufenen Richtigkeitsänderungen um unterschiedliche Ansichten bezüglich der richtigen Interpretation der Texte handelt. So betrachtet, scheint es in diesem Prozess einen Punkt gegeben zu haben, an dem sich eine Version der den Text ergänzenden Aussagen durchsetzt. Dem folgend ist zu erwarten, dass die Veränderungstätigkeit nach dem Kriterium der Richtigkeit nach einer ersten Phase, in der die erklärenden Diagramme eingeführt und die den Sachverhalt am besten erklärende Version der Bilder entwickelt ist, nachlässt. Genau dies zeigt der zu erklärende Befund.

Für die der Veränderungsart, welche die zweite der Phasen dominiert, die Änderungen nach dem Kriterium des Bedeutungsumfangs, war ein anderer Faktor als relevant erkannt worden: die Behandlung komplexer Sachverhalte im Bild, die eine Ergänzung des Bildes um theoretischen Gehalt fordern, der in der relevanten Textstelle nicht enthalten ist. Dabei geht es nicht um die Veränderung des Bildgehaltes, sondern um seine Erweiterung. Die Beurteilung des notwendigen Zusatzwissens ist hierbei stark vom Wissensstand des Bildrezipienten abhängig. Das bedeutet zum Einen, dass es einige Zeit braucht, um Erfahrungen damit zu sammeln, wie das Bild von Rezipienten aufgenommen wird, bevor man das Bild entsprechend diesen Erfahrungen den Bedürfnissen anpasst. Zum Anderen bedeutet es, dass die Bilder bei sich wandelnder Zielgruppe dieser angepasst werden. Was den ersten Punkt angeht, ergibt sich daraus, dass Veränderungen am Bedeutungsumfang des Bildes sich in grosser Zahl erst einige Zeit nach dem Entstehen des ersten Exemplars einstellen werden.

Der zweite Punkt lässt für den Zeitraum vom 10. – 12. Jahrhundert vermuten, dass die Bemühungen um den richtigen Umfang des Bildgehaltes immer wieder notwendig waren. Denn das wenige, was über den Gebrauchskontext der Manuskripte und der in ihnen enthaltenen Abbildungen bekannt ist, deutet darauf hin, dass der Verwendungskontext sich in dieser Zeit mehrmals veränderte. Wurden die Texte im 9. und 10. Jahrhundert noch vorwiegend von astronomisch interessierten Gelehrten in den Klöstern gelesen, welche sich nach und nach mit dem für sie fremden theoretischen Gehalt der Texte vertraut machten, wurden die Texte im 10. – 12. Jahrhundert mit dem wachsenden Schulwesen zunehmend

Gegenstand der Lehre.²¹ Diese Überlegungen lassen vermuten, dass Modifikationen nach dem Kriterium des Bedeutungsumfanges erst einige Zeit nach dem ersten Entstehen der Bilder zu einem bemerkenswerten Teil der Modifikationen werden, dann jedoch bis in das 12. Jahrhundert stark zu nehmen werden.

Führt man die starke Verbreitung der Texte vor allem auf den grossen Bedarf für die Lehre zurück, ist anzunehmen, dass die Bilder ab einem gewissen Zeitpunkt eine didaktisch optimale Form erreichten. Weitere Ergänzungen mit Zusatzinformationen sind dann nicht mehr zu erwarten. Der zu erklärende Befund entspricht genau dieser Entwicklung: Veränderungen nach dem Kriterium des Bedeutungsumfanges beginnen einige Zeit nach dem Entstehen der Bilder im 9. Jahrhundert, nehmen dann bis zum 11. Jahrhundert stark zu, um im 12. Jahrhundert schliesslich wieder deutlich zurückzugehen.

Es wäre jedoch zu kurz gegriffen, wenn man die Erweiterung des Bildgehaltes ausschliesslich als Reaktion auf Verständnisschwierigkeiten der Rezipienten bei Bildern mit schwer verständlichem Inhalt reduzierte. Auch wenn dies sicher ein Faktor war, welcher auch an allen Bildtraditionen nachgewiesen werden konnte, ist eine zweite Motivation für die Ausweitung des Bildgehaltes nicht von der Hand zu weisen. Denn das zunehmende Verständnis der im Text behandelten Sachverhalte ermöglichte eine Zusammenführung von Informationen über verschiedene Eigenschaften der Planetenbewegungen. Nachdem in den ersten Jahrzehnten und Jahrhunderten ein Verständnis der einzelnen Textabschnitte entwickelt wurde, führte die zunehmende Vertrautheit mit den Gegenständen der Texte dazu, dass mittelalterliche Gelehrte ab einem bestimmten Zeitpunkt verschiedene Komponenten der in den Texten beschriebenen Modelle in Zeichnungen zusammenführen. Ein eindrückliches Beispiel für eine solche Entwicklung findet sich in Abbildung I.32. Das Diagramm entstand vermutlich im 11. Jahrhundert im Loire-Tal, auf einer Seite mit den Diagrammen des Dekalogs.²² In dieser Abbildung werden nicht nur die Bahnen aller Planeten zusammengeführt, sondern auch noch diverse Eigenschaften derselben, wie die Exzentrizität zur Erde, die Lage der Fernpunkte sowie die besondere Form der Bewegungen der inneren Planeten. Hierbei ist interessant, dass von den drei Varianten des Drei-Versionen-Diagramms nur eine übernommen wird. Die eindrücklichste Eigen-

²¹So war das Kapitel über Astronomie aus dem Werk von Martianus Capella beispielsweise noch in der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts die Standardlektüre für das Fach Astronomie an der Pariser Universität. Vgl. Graßhoff & Eastwood (2003a), S. 36.

²²Vgl. hierzu auch die ausführliche Diskussion des Diagramms in Graßhoff & Eastwood (2003a), S. 34ff.

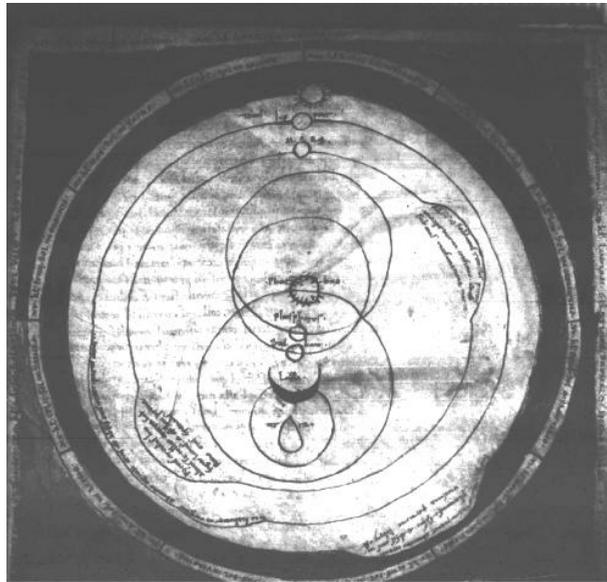


Abbildung VIII.32: Die Ausweitung des Bedeutungsumfanges führt zu Diagrammen mit einem hohen Mass an Komplexität. Firenze BL San Marco 190, f. 102r.

schaft des Bildes ist die Plazierung der Sonne im Zentrum des Bildes, mit welcher die Zirkumsolarität der inneren Planeten betont wird.²³

Bleibt die Entwicklung der beiden Veränderungsarten zu erklären, welche die letzte Phase dominieren: die Zeichenökonomie und der kognitive Aufwand. Erstere werden, den Faktoren zufolge durch dieselben Umstände bestimmt wie der Bedeutungsumfang. Und tatsächlich handelt es sich ja ebenfalls um das Anpassen eines Bildes an die Bedürfnisse eines Rezipienten, welchem ein komplexer Zusammenhang vermittelt werden soll, der aus dem Text alleine nicht zu verstehen ist. Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Modifikationen nach dem Kriterium der Zeichenökonomie ebenfalls kontinuierlich zunehmen, mit dem Unterschied, dass sie im 12. Jahrhundert nicht aprupt nachlassen, sondern erst zur bestimmenden unter den Veränderungsarten werden. Würden die Abbildun-

²³Für die Rolle dieser Abbildungen bei der Transmission heliozentrischen Denkens aus dem Mittelalter in das 16. Jahrhundert siehe Graßhoff & Eastwood (2003a), S. 35ff.

gen nicht laufend durch zusätzliche Informationen und damit mit graphischen Elementen ergänzt, wäre nicht zu erklären, warum die Eliminierung überflüssiger Elemente nicht abnimmt, sondern zunimmt.

Der prozentual grosse Anteil dieser Veränderungen im 12. Jahrhundert, kann mit dem starken Zurückgehen der Modifikationen nach den Kriterien der Richtigkeit und des Bedeutungsumfanges erklärt werden. Ebenso die Veränderungen nach dem Kriterium des kognitiven Aufwandes. Wie die Zeichenökonomie bleiben sie bis zum 12. Jahrhundert konstant, um dann zeitgleich mit dem starken Rückgang der Bedeutungsumfangs-Veränderungen den prozentual grössten Teil der Veränderungen auszumachen. Das weist darauf hin, dass die Zahl der Veränderungen nach diesen Kriterien über den untersuchten Zeitraum relativ stabil bleibt.

7 MODELL ÜBER DIE ENTSTEHUNG UND ENTWICKLUNG VON BILDVERÄNDERUNGEN

Am Ende der Arbeit können die bislang gewonnenen Erkenntnisse in einem Modell über das Auftreten von Veränderungen in astronomischen Diagrammen des Frühmittelalters zusammengeführt werden. Es handelt sich um ein Modell, welches den Befund an aktiven und passiven Veränderungsschritten erklärt und beschreibt. Der zu erklärende Befund besteht einerseits aus den 222 etablierten aktiven Veränderungen und ihrer spezifischen Verteilung innerhalb der verschiedenen Bildtraditionen und Bildtypen, andererseits aus den 338 passiven Veränderungen. Den Prozess der Entstehung aktiver Veränderungen gliedert das Modell grob in zwei Schritte: Das Auftreten von Veränderungsmotivationen, das im ersten Schritt durch bestimmte Merkmale einer Vorgängerzeichnung gefördert wird, und im zweiten Schritt die Durchführung von Modifikationen an den Diagrammen beeinflusst. Bei passiven Veränderungen entfällt der erste Schritt, wie im Folgenden noch näher erläutert werden wird. In Abbildung I.33 ist dies schematisch dargestellt.²⁴

Kommen wir zuerst zu den aktiven Veränderungen und hier zum zweiten der gerade genannten Schritte: Der Erklärung des Auftretens aktiver Modifikationen mit dem Vorliegen verschiedener Veränderungsmotive (vgl. Abbildung I.33). Unter der Annahme, dass jeder intendierten Veränderung der Wunsch zugrundeliegt, das Bild zu verbessern, konnten zwei Kriterien herausgearbeitet wer-

²⁴Die Darstellung lehnt sich an die Notation von Kausalgraphen an, wie sie z. B. in Graßhoff, Casties & Nickelsen (2000), S. 43. dargestellt ist.

Modell über das Auftreten von Veränderungen in astronomischen Diagrammen des Frühmittelalters

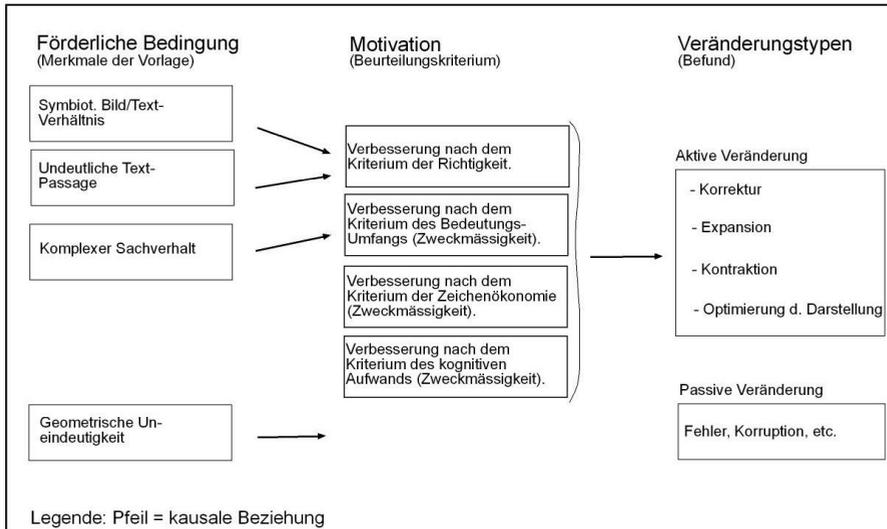


Abbildung VIII.33: Modell über das Auftreten von Bildveränderungen.

den, nach welchen die Diagramme optimiert wurden: Die Richtigkeit und die Zweckmässigkeit, wobei bei letzterer zwischen Bedeutungsumfang, Zeichenökonomie und kognitivem Aufwand unterschieden wird. Die Motivationen ergeben sich insofern aus den Optimierungskriterien, als davon ausgegangen wird, dass intendierte Veränderungen daraus resultieren, dass ein Diagramm nach einem der Kriterien als verbesserungsfähig erschien. Wie in Abbildung I.33 dargestellt wird, beschreibt das Modell den Befund an aktiven Veränderungen als in kausaler Beziehung mit den vier etablierten Veränderungsmotivationen stehend. Diese sind im Einzelnen:

- Veränderung nach dem Kriterium der Richtigkeit. Diejenigen Teile der Abbildung, die ein Kopist als falsch verstand, wurden dem eigenen Verständnis gemäss korrigiert.
- Veränderung nach dem Kriterium des Bedeutungsumfangs. Bilder, die komplexe Sachverhalte vermitteln, werden durch Informationen ergänzt, die

vom Kopisten als notwendig zu einem Verständnis eines Bildes erachtet werden.

- Veränderungen nach dem Kriterium der Zeichenökonomie. Abbildungen, die redundante oder überflüssige graphische Elemente enthalten, werden von diesen befreit.
- Veränderungen nach dem Kriterium des kognitiven Aufwandes. Eine Abbildung wird so verändert, dass der Gegenstand des Bildes leichter oder schneller erfassbar wird.

Aufgrund ihrer zu vernachlässigenden Zahl sind Veränderungen, die durch eine ästhetische Aufwertung des Diagramms motiviert sind, nicht in das Modell aufgenommen. Das Auftreten aller anderen intendierten Bildveränderungen lässt sich insofern mit diesem Modell erklären, als gezeigt werden konnte, dass ihnen eine Beurteilung der Zeichnung nach einem der vier Kriterien zugrundeliegt.

Die Modellierung des Entstehens von intendierten Modifikationen umfasst noch einen weiteren Schritt, der die Entstehung der verschiedenen Veränderungsmotive betrifft. Auf der Grundlage einer Analyse der Bedingungen, unter welchen es zu auffälligen Häufungen von Veränderungen nach bestimmten Kriterien kam, konnten Merkmale formuliert werden, deren Anwesenheit förderlich für das Auftreten der einen oder anderen Motivation sind (vgl. Abbildung I.33). Gemeint sind Eigenschaften von Diagrammen, die den Gehalt eines Bildes, das Verhältnis des Bildgehaltes zum Textgehalt oder die Art der Darstellung des Gehaltes betreffen und die im Reproduktionsverhalten zum verstärkten Auftreten einer bestimmten Veränderungsmotivation führen. Insgesamt konnten drei solcher förderlichen Bedingungen für die eine oder andere Motivation bestimmt werden. Eine vierte solche Bedingung konnte für das verstärkte Auftreten passiver Veränderungen verantwortlich gemacht werden. Im einzelnen handelt es sich um die folgenden Merkmale von Diagrammvorlagen:

- Symbiotische Bild/Text-Beziehung. Veränderungen nach dem Kriterium der Richtigkeit treten dann verstärkt auf, wenn für ein Bild im dazugehörigen Text präzise Anweisungen für dessen Konstruktion enthalten sind, die jedem neuen Kopisten als Referenz für die Kontrolle der Richtigkeit der Vorlage zur Verfügung steht.
- Komplexe Sachverhalte. Stellt das Bild komplexe Sachverhalte dar, bei denen mehrere unterschiedliche Bildelemente nach mehreren Kriterien mit-

einander in Beziehung gesetzt werden, wird das Bild einerseits durch solche Zusatzinformationen ergänzt, die in der dazugehörigen Textstelle nicht enthalten sind, das Verständnis jedoch erleichtern. Andererseits ist zu erwarten, dass der so entstehende zunehmende Gehalt an graphischen Elementen nach dem Kriterium der Zeichenökonomie von überflüssigen oder redundanten graphischen Elementen befreit wird.

- Undeutliche Textstelle. Ist der Gegenstand des Bildes ein Sachverhalt, zu dem die dazugehörige Textstelle keine eindeutigen Angaben macht, wird das Bild verstärkt Gegenstand von Veränderungen nach dem Kriterium der Richtigkeit.
- Mehrdeutige graphische Elemente. Passive Veränderungen treten verstärkt dann auf, wenn Abbildungen graphische Elemente enthalten, deren Form oder Lage nicht geometrisch eindeutig dargestellt ist, sondern auf mehrere Arten verstanden werden kann.

Die systematischen Erkenntnisse über die Bildveränderungen und ihr Auftreten, die in das Modell eingehen, konnten nun Ausgangspunkt für eine Interpretation der Befunde über die historische Entwicklung der Veränderungen sein. Dabei wurde versucht, die vom Modell beschriebenen Kausalbeziehungen auf die diachrone Verteilung der Veränderungen anzuwenden. Es zeigte sich, dass sich auf dieser Grundlage plausible Thesen über die historische Veränderungsgeschichte der Diagramme entwickeln lassen. Das Ergebnis ist im wesentlichen die Periodisierung der Geschichte der Veränderungen in drei Phasen:

- Phase 1: Die Bilder entstanden Anfang des 9. Jahrhunderts. Ihre wissenschaftliche Funktion war es, die Sachverhalte der Texte, zu denen sie entstanden, an den Stellen zu klären, an denen die Texte für die frühmittelalterlichen Leser schwer verständlich waren. Zu diesem Zweck wurden theoretische Elemente aus anderen Stellen des Textes in das Diagramm integriert, welche eine Deutung der Textstelle ermöglichten. Nachdem die unverständlichen Passagen der Texte durch die bildliche Ausgestaltung soweit ergänzt waren, dass ihr Inhalt klar verständlich wurde, entstanden kaum neue Diagrammtypen. Die Bilder behielten ihre klärende Funktion über mindestens die nächsten vier Jahrhunderte bei.
- Phase 2: Die richtige Interpretation wurde gesucht. In den ersten Reproduktionen stand im 9. und 10. Jahrhundert die Suche nach der richtigen

Deutung der zu klärenden Textstellen im Vordergrund. Die Informationen, durch welche das Bild interpretierend ergänzt wurde, wurden immer wieder verändert, bis eine Lösung gefunden war, welche sowohl den Angaben des Textes als auch den zu erklärenden Aspekten gerecht wird. Diese Phase ist geprägt durch Veränderungen nach dem Kriterium der Richtigkeit.

- Phase 3: Der notwendige Umfang des Bildgehaltes wurde ermittelt. Aufgrund der Erfahrungen mit den Rezipienten der Diagramme wurden im 10. und 11. Jahrhundert so viele zusätzliche theoretische Informationen in das Bild eingefügt, dass sie ein müheloses Verständnis des Bildes ermöglichten. Auf diese Weise wurden die Bilder dem sich wandelnden Vorwissen der Rezipienten angeglichen. Parallel dazu wurden zunehmend überflüssige graphische Elemente eliminiert. In dieser Phase dominierten Veränderungen nach dem Kriterium des Bedeutungsumfanges.
- Phase 4: Die Darstellung des Bildgehaltes wurde optimiert. Nachdem die Ergänzung des Bedeutungsumfanges weitgehend abgeschlossen war, wurde im 12. Jahrhundert fast nur noch an der besten Darstellung des Bildgehaltes gefeilt. Dazu gehörte die Minimierung des kognitiven Aufwandes, der nötig ist, um den Bildgehalt zu erfassen sowie die Eliminierung irrelevanter graphischer Elemente.

Damit ist es gelungen, eine Geschichte der Diagramme vom 9. – 12. Jahrhundert zu beschreiben, welche die wichtigsten Merkmale der wissenschaftlichen Funktion der Abbildungen sowie deren historische Entwicklung umfasst. Die Analysen der Veränderungstätigkeit bestätigten die Ausgangshypothese der Arbeit, dass die frühmittelalterlichen Diagramme und ihre vielfachen Reproduktionen einen vielversprechenden Zugang zu der frühmittelalterlichen Auseinandersetzung mit den überlieferten Texten aus der römischen Antike darstellen.

Kapitel IX

SCHLUSS

Warum astronomische Diagramme? Diese Frage stand, als die Frage nach der wissenschaftlichen Funktion der Abbildungen für die Planetenastronomie des Mittelalters am Beginn der Arbeit. Ziel war es, durch die systematische Analyse und Interpretation des umfassenden Bestandes an astronomischen Diagrammen zu Aussagen über die generelle Funktion der Abbildungen für die zeitgenössische Astronomie zu gelangen. Dies ist der Arbeit gelungen: An ihrem Ende steht ein Modell über die wissenschaftliche Funktion der Zeichnungen, differenziert nach ihrer historischen Entwicklung in der Zeit vom 9. - 12. Jahrhundert.

Dieser Ertrag wurde nur dadurch möglich, dass verschiedene methodische und technische Schwierigkeiten erfolgreich bewältigt werden konnten. Die grösste Herausforderung stellte die Entwicklung eines Verfahrens zur verlässlichen Rekonstruktion von Kopierrelationen zwischen den Diagrammen dar, für die weder exakte Datierungen noch verlässliche Informationen über ihren Entstehungskontext vorliegen. Denn eine zuverlässige Kenntnis davon, welches Manuskript die Vorlage für welches andere war, ist die methodische Grundlage aller sich daran anschliessenden Analysen von Diagrammveränderungen. Der Transfer einiger Elemente aus den Methoden der philologischen Textkritik in ein neues Verfahren zur Bestimmung historischer Abhängigkeiten bei den astronomischen Diagrammen erwies sich als erfolgreich. Basierend auf dem Nachweis der probabilistischen Grundlage der Methode gelang es, die Bedingungen, unter denen sie Aussagen über Kopierrelationen bei Manuskripten machen kann, für eine Anwendung auf die astronomischen Diagramme umzuformulieren. So entstand ein Verfahren, das verlässliche Aussagen über die historischen Abhängigkeiten der astronomischen Diagramme erlaubt.

Die sich auf Studien zu Einzelfällen stützende Ausgangshypothese der Arbeit war, dass auftretende Veränderungen an den Zeichnungen nicht nur ein Ergebnis mangelhafter Präzision im Kopierprozess sind, sondern auch bewusste, intendierte Veränderungen an den Bildern umfassen. Nur dadurch gewinnen die unzähligen überlieferten Kopien der Diagramme historischen Wert und können als Medium von Denkprozessen über einen Zeitraum von einigen hundert Jahren verstanden werden. Ein wichtiger Schritt war es daher, eine Methode zu entwickeln, intendierte Bildmodifikationen von kontingenten Ungenauigkeiten

im Kopierprozess zu unterscheiden. Auf der Grundlage des bildtheoretischen Ansatzes von Gerd Grasshoff gelang die Formulierung einer Typologie von Bildveränderungen, die so genannte *aktive*, also intendierte und reflektierte Veränderungen von *passiven* unterscheidet, also solchen die auf Unkenntnis, Ungenauigkeit und Korruption beruhen. Mit einem Anteil der aktiven Veränderungen von etwa einem Drittel aller auftretenden Bildmodifikationen bestätigte sich, dass die Diagramme in den Jahrhunderten nach ihrer Entstehung Medium der aktiven und innovativen Reflektion blieben.

Mit der Kenntnis eines grossen Teils der Kopierrelationen einerseits sowie der Isolierung der auf inhaltlicher Reflektion beruhenden Bildmodifikationen andererseits war der Weg frei für die eigentliche Analyse der Diagramme und ihrer im Zug der wiederholten Reproduktionsvorgänge aufgetretenen Veränderungen auf ihre wissenschaftliche Funktion hin. Auch hier erwies sich die der Arbeit zugrundeliegende Theorie wissenschaftlicher Abbildungen als äusserst fruchtbar. Da so der theoretische Gehalt der Bilder detailliert erfasst werden konnte, gelang eine differenzierte Bestimmung des Verhältnisses von Bild- und Textgehalt einerseits und der inhaltlichen Bedeutung von Bildveränderungen andererseits.

So kann zusammenfassend gesagt werden, dass sich die Annahme bestätigte, dass die zu den Texten entstandenen Diagramme einen wertvollen Zugang zu der ansonsten schwer zu erschliessenden Geschichte der frühmittelalterlichen Auseinandersetzung mit den Inhalten der überlieferten planetenastromischen Texte darstellen. Die Abbildungen wurden, nach ihrem ersten Entwurf, nicht nur mechanisch weiter kopiert, sondern blieben das ganze frühe Mittelalter hindurch Gegenstand kritischer Reflexion der mit ihnen ausgedrückten Inhalte und ihrer Präsentation. Die Zeichnungen sind, so das Ergebnis der Arbeit, nicht Ausdruck einer Kritik an den Textinhalten oder einer eigenständigen Entwicklung von Modellen über die Bewegungen der Planeten. Eine bildtheoretisch fundierte Analyse des Gehaltes der Bilder ergab den erstaunlichen Befund, dass die Diagramme in der Regel weder Beobachtungsdaten enthalten noch Elemente, die über den Text, zu welchem sie entstanden, hinausgehen. Vielmehr leisteten sie für den zeitgenössischen Leser der Texte etwas, wozu das Medium der Diagramme sich besser eignet als jedes andere: Die Klärung der im Text beschriebenen Modelle der Planetenbewegungen durch das Einbetten des Inhaltes schwer verständlicher Passagen der Texte in den Kontext der grundlegenden kosmologischen Vorstellungen, vor denen sie zu verstehen sind. Die Analyse der bis ins 12. Jahrhundert auftretenden intendierten Bildveränderungen konnte zeigen, dass die Bilder diese Aufgabe durch das ganze Frühmittelalter hindurch beibehielten. Veränderungen

der Diagramme betrafen meist nicht den erkenntnistheoretischen Status der Bilder, sondern waren durch das Anliegen motiviert, möglichst widerspruchsfreie und unmissverständliche Abbildungen zu entwickeln. So ergab die Herausarbeitung der wichtigsten Motive für Veränderungen sowie deren historische Verteilung einen Prozess, der in verschiedene Phasen unterteilt werden kann. Im 9. und 10. Jahrhundert stand das Ringen um eine korrekte Wiedergabe der im Text beschriebenen Sachverhalte im Vordergrund. Inhaltliche Korrekturen an den Bildern traten nach dieser Zeit kaum mehr auf. Eine zweite Phase, die im 10. Jahrhundert beginnt und sich über das 11. Jahrhundert erstreckt, ist dominiert von dem Anliegen, den Aussagenumfang des Bildes dahingehend zu optimieren, dass eine möglichst schnelle und unmissverständliche Auffassung des Bildgehaltes gegeben ist. Die Diagramme werden hier in der Regel um weitere theoretische Elemente ergänzt, die ein Verständnis des Bildgegenstandes erleichtern. In einer dritten Phase schliesslich rückt die Auseinandersetzung um das ideale Mass an Bildaussagen in den Hintergrund. Hier geht es vielmehr um die Entwicklung der optimalen Darstellungsform der Bildinhalte. Veränderungen an den Bildern sind nun vorwiegend davon motiviert, den kognitiven Aufwand bei der Auffassung des Bildgehaltes zu minimieren, indem redundante Elemente des Bildes eliminiert und missverständliche Anordnungen optimiert werden.

Auf technischer Seite bestand die grosse Herausforderung darin, eine Präsentationsform zu entwickeln, die dem umfangreichen Evidenzmaterial für die in der Arbeit entwickelten Thesen gerecht wird. Eine nachvollziehbare Bereitstellung der Evidenz sowohl für die Bestimmung der Kopierrelationen als auch die Interpretation der Bildveränderungen erforderte vor allem eines: Die Möglichkeit, zwei Bilder vergleichend in einer Ansicht zu präsentieren, inklusive einer Vergleichsbeschreibung und den notwendigen bibliographischen und anderen Zusatzinformationen. Die Lösung des Problems ist die Präsentation der Evidenz in COMPAGO, das parallel zur inhaltlichen Arbeit mit den Bildern entwickelt wurde. Es erlaubt die dauerhafte Präsentation beliebiger Mengen an Bildmaterial. Unter den wichtigsten Funktionen des Programms ist die Darstellung von einzelnen Bildern, Bildvergleichen, Bildtypen, immer eingebettet in eine Umgebung, welche alle für wissenschaftliche Zwecke notwendigen Kontextinformationen und bibliographischen Daten bereitstellt. Auf diese Weise kann, parallel zur schriftlichen Arbeit, die gesamte Evidenz für die Thesen der Arbeit in Form von rund 700 Einzelbildern und über 2500 Bildvergleichen über das Internet verfügbar gemacht werden.

ANHANG A
TECHNISCHE DETAILS

Zum Abschluss seien noch einige Hinweise zur technischen Ausgestaltung des Programms gegeben. Die folgenden Angaben betreffen in erster Linie den Aufbau der verschiedenen Bildschirmansichten und die Struktur der zugrunde liegenden Datenbank. Das Kapitel entspricht im Wesentlichen der von Daniel Engler erstellten Dokumentation des Programms COMPAGO, die abzurufen ist unter: <http://www.philoscience.unibe.ch/~digimage/>.

1 PERL-SKRIPTE DER BILDSCHIRME

Die Bildschirme *home* und *tree* sind statisch. Die restlichen Bildschirme (*type*, *picture*, *compare*, *work*) enthalten Frames und werden durch mehrere Perl-Skripte dynamisch aufgebaut:

Bildschirm	Skriptname	Funktion	Parameter
type	type.pl	Frameset	lArtID
	typebtn.pl	Buttons und Bildaufbau	lArtID
	typelink.pl	Links zu picture	lArtID
	typetxt.pl	Beschreibungstext	lArtID
picture	picture.pl	Frameset	strBildID
	picturelabel.pl	Label über dem Bild	strBildID
	picturebtn.pl	Buttons und Bildaufbau	lArtID, lWerkID, strBildID
	picturetitle.pl	Texttitel	lArtID, lWerkID, strBildID
	picturetxt.pl	Text	strBildID
compare	compare.pl	Frameset	strPaarID
	title.pl	Label über den Bildern	strPaarID
	buttons.pl	Buttons und Bildaufbau	strPaarID
	motiv.pl	Liste der Motive	strPaarID
	crit.pl	Liste der Kriterien	lMotivID
	critxt.pl	ausgewählter Beschreibungstext	lVerglID

work	work.pl	Frameset	IWerkID
	workbtn.pl	Buttons und Bildaufbau	IWerkID
	worktxt.pl	Text	IWerkID

Alle Skripte werden mit der Namenserweiterung `_astro` aufgerufen, also beispielsweise als `picture_astro.pl`

Es existiert eine Library (Perlmodul `Digimage.pm`). Das Modul `Digimage` exportiert momentan¹ vier Funktionen und zwei Variablen:

- (i) Funktion `define2dimarrvalues()` – Ersetzt alle undefinierten Werte (Löcher) eines zweidimensionalen Arrays durch „_“
- (ii) Funktion `cutURL()` – Der Digilib-Aufruf aus `Digimage` heraus verlangt nur die Parameter, nicht aber den Programmnamen und Serverpfad zu Digilib. `cutURL()` gibt den Teilstring nach „?“ zurück.
- (iii) Funktion `pasteJSsource()` – JavaScript Source-Coder für `Digimage`-Aufruf. Der Pfad wird zentral verwaltet.
- (iv) Funktion: `pasteButtonsHTML()` - Eine mächtige Funktion, die es erlaubt, eine ganze Button-Liste als Parameter zu definieren. Der erste Parameter ist die URL des zugehörigen Bildes (Digilib) oder im Falle des Bildschirms `Compare` „-“. Im Weiteren sind die Parameter in 4er-Gruppen unterteilt: 1. interner Buttonname, 2. zugehöriger Befehl, 3. Ist dem Button ein Menu zugeordnet? [1/0], 4. Ist der Button kontextsensitiv, d.h. muss zuerst ein zugehöriges Bild ausgewählt werden (Bildschirm `Compare`) bevor der Befehl ausgeführt wird? [0/1]. Jede dieser 4er-Gruppen definiert einen Button. Die Abstände in der Buttonsliste werden mit der Parametergruppe `-,0,0` definiert.
- (v) Variable `$buttonsFrameWidth` – Definiert die Breite der Buttons.
- (vi) Variable `$buttonsPath` – Pfad zu den Button-Gifs und zu der JavaScript-Datei `fw_menu.js`

¹Version Juni 2001.

2 ERD-DIAGRAMM

Das ERD-Diagramm verdeutlicht die Verknüpfung der Tabellen innerhalb der Datenbank. In der graphischen Darstellung sind die Tabellennamen, die Primär-schlüssel und die Verknüpfungsart angegeben. Vertreten sind ausschliesslich 1:n-Verknüpfungen. Alle Schlüssel enden mit dem Suffix „ID“. Die Bedeutung der restlichen Felder (insbesondere Fremdschlüssel) ist aus der Auflistung in Abschnitt 3 ersichtlich.

- **werk**: Quellenverzeichnis (Angaben zu Autor, Jahr, Bibliothek, Signatur); vgl. den Bildschirm *worke*.
- **art**: Kategorisierung der Abbildungen nach dem Bildtyp; vgl. den Bildschirm *type*.
- **bild**: Bildverzeichnis (Angaben zum Entstehungsjahr, Bildbeschreibung); vgl. den Bildschirm *picture*.
- **paar**: Vergleichsbeziehungen der Bilder; vgl. die Bildschirme *tree* und *compare*.
- **motiv**: dem Bildvergleich zugrunde liegendes Motiv; vgl. Bildschirm *compare*.
- **vergl1**: Modifikationstyp, Vergleichskriterien; vgl. Bildschirm *compare*.

3 DATENBANK: STRUKTUR DER TABELLEN

Folgende Tabellen wurden im Filemaker-Format angelegt und in eine Oracle-Datenbank exportiert:

Tabelle <i>bild</i>		
STRBILDID	NOT NULL	VARCHAR2(255)
STRSEITE		VARCHAR2(255)
STRURL		VARCHAR2(255)
STRJAHR		VARCHAR2(255)
LWERKID		NUMBER(11)
LARTID		NUMBER(11)
STRBILDBESCHREIBUNG1		VARCHAR2(4000)
STRBILDBESCHREIBUNG2		VARCHAR2(4000)

Tabelle *paar*

STRPAARID	NOT NULL	VARCHAR2(255)
STRBILDID		VARCHAR2(255)
STRURSPRUNGSBILDID		VARCHAR2(255)

Tabelle *motiv*

LMOTIVID	NOT NULL	NUMBER(11)
STRPAARID		VARCHAR2(255)
STRURL1		VARCHAR2(255)
STRURL2		VARCHAR2(255)
STRMOTIV		VARCHAR2(255)

Tabelle *vergl*

LVERGLID	NOT NULL	NUMBER(11)
LMOTIVID		NUMBER(11)
STRPAARID		VARCHAR2(255)
STRKOPIERTYP		VARCHAR2(255)
STRKRITERIUM		VARCHAR2(255)
STRUKRIT1		VARCHAR2(255)
STRUKRIT2		VARCHAR2(255)
STRURL1		VARCHAR2(255)
STRURL2		VARCHAR2(255)
STRTEXT1		VARCHAR2(255)
STRTEXT2		VARCHAR2(255)

Tabelle *art*

LARTID	NOT NULL	NUMBER(11)
STRARTNAME		VARCHAR2(255)
STRURL		VARCHAR2(255)
STRARTBESCHREIBUNG1		VARCHAR2(4000)

STRARTBESCHREIBUNG2	VARCHAR2(4000)
---------------------	----------------

Tabelle *werk*

LWERKID	NOT NULL	NUMBER(11)
STRURL		VARCHAR2(255)
STRAUTORNAME1		VARCHAR2(255)
STRAUTORVORNAME1		VARCHAR2(255)
STRAUTORNAME2		VARCHAR2(255)
STRAUTORVORNAME2		VARCHAR2(255)
STRAUTORNAME3		VARCHAR2(255)
STRAUTORVORNAME3		VARCHAR2(255)
STRTTITEL		VARCHAR2(1023)
STRJAHR		VARCHAR2(255)
STRORT		VARCHAR2(255)
STRVERLAG		VARCHAR2(255)
STRAUFLAGE		VARCHAR2(255)
STRWEITEREANGABEN		VARCHAR2(1023)
STRZEICHNER		VARCHAR2(255)
STRSTECHER		VARCHAR2(255)
STRLOKATION		VARCHAR2(255)
STRSIGNATUR		VARCHAR2(255)
STRJOURNAL		VARCHAR2(255)
STRVOLUME		VARCHAR2(255)
STRPAGES		VARCHAR2(255)
STRWERKBESCHREIBUNG1		VARCHAR2(4000)
STRWERKBESCHREIBUNG2		VARCHAR2(4000)

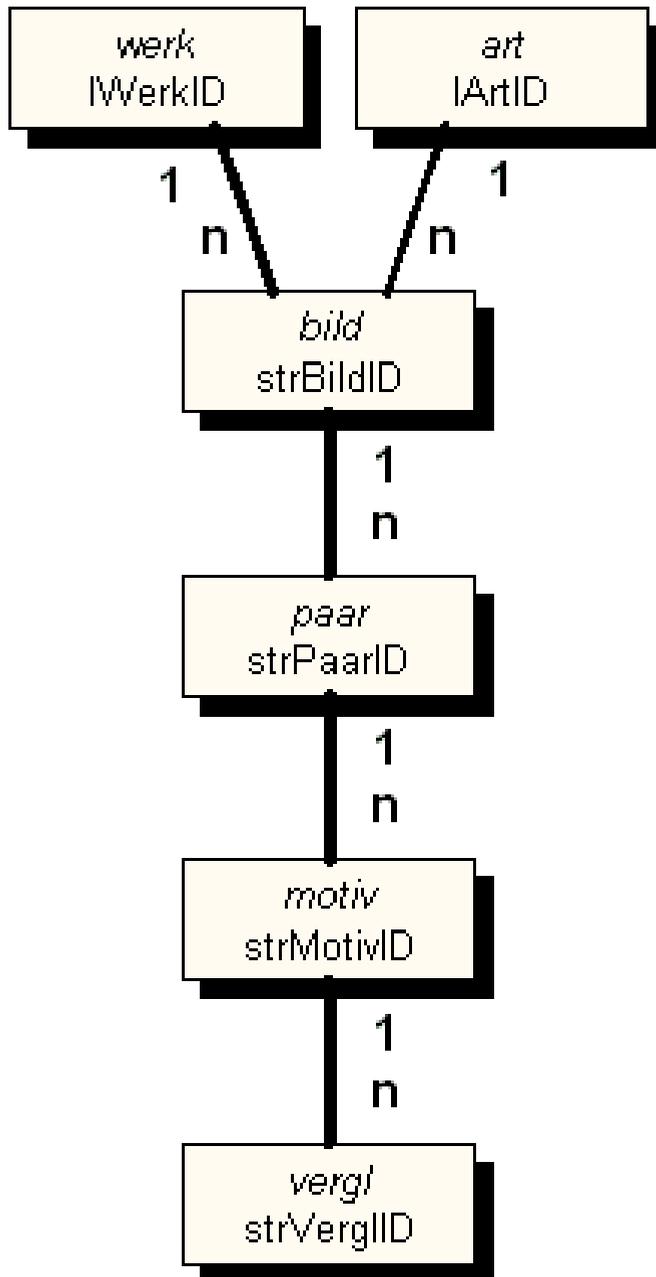


Abbildung A.1: ERD-Diagramm zur Darstellung der Tabellenverknüpfungen.

ANHANG A
BESCHREIBUNG DER WICHTIGSTEN BILDTYPE

1 DIE PLINIUS-DIAGRAMME

Dieser Anhang enthält Beschreibungen der wichtigsten in der Arbeit behandelten Bildtypen. Die Auswahl konzentriert sich auf diejenigen Diagrammtypen, auf welche die Arbeit in besonderem Masse Bezug nimmt. Die Zahlen in Klammern hinter den Diagrammbezeichnungen stehen für die Anzahl an Exemplaren, die von diesem Diagrammtyp überliefert sind. Eine Ausnahme stellen die Diagramme der Capella-Tradition dar, bei welchen die Zahl in Klammern hinter der Bildbezeichnung sich auf die Kennzeichnung der Diagramme in der Übersichts-Ansicht in Abbildung 2 beziehen.

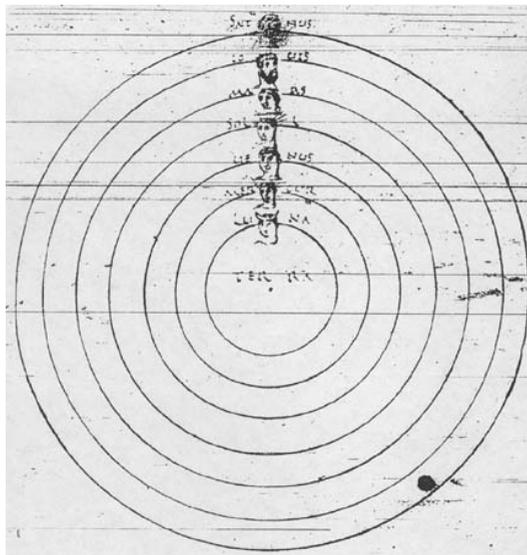


Abbildung A.1: Planetenordnung-Diagramm. Monza Biblioteca Capitolare, Ms. E.9.176, f.70v.

Das Planetenordnung-Diagramm (18)

Das Diagramm über die Planetenordnung enthält entweder sieben oder acht konzentrische Kreise, welche identische Abstände zueinander haben. Jeweils auf den obersten Stellen der Kreise befinden sich die Planetennamen in einer vertikalen Liste. Diese sind entsprechend der Ordnung des Plinius, bzw. Platon von oben nach unten: Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur und Mond. Im Zentrum des Bildes befindet sich der Schriftzug *terra*, manchmal auf einem zusätzlichen Kreis im Zentrum des Bildes plaziert.¹

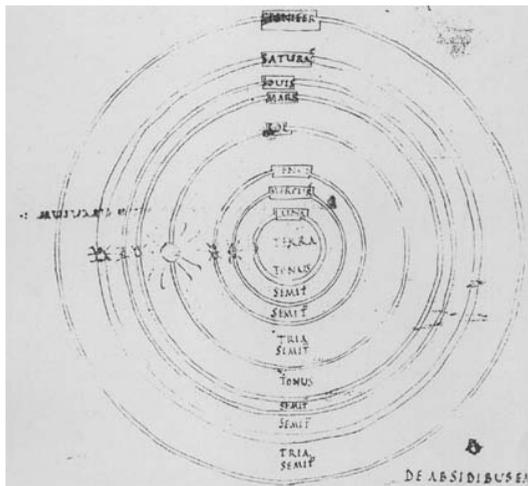


Abbildung A.2: Intervall-Diagramm. London British Library, Ms. Harl. 647, f.19r.

Das Intervall-Diagramm (23)

Das Diagramm über die Planetenintervalle hat einen ähnlichen Aufbau: Acht konzentrischen Kreisen ist jeweils an ihrem höchsten Punkt ein Planetenname entsprechend der Ordnung des Plinius/Platon zugeordnet und im Zentrum des Bildes befindet sich der lateinische Ausdruck für die Erde. Ganz aussen kommt in

¹Von diesem Diagrammtyp entstand später eine andere Variante, in welcher die Planetennamen einer vertikalen Reihe kleiner Kreise zugeordnet werden. Vgl. hierzu Graßhoff & Eastwood (2003b), S. 84.

diesem Bild ein Kreis für den Tierkreis hinzu. Im Gegensatz zum Planetenordnungs-Diagramm sind die Kreise jedoch nicht in gleichem Abstand zueinander plaziert, sondern in drei verschiedenen Abständen, wovon einer das dreifache und einer das doppelte von dem kleinsten Abstand beträgt. In der unteren Bildhälfte befinden sich zwischen den Kreisen jeweils Bezeichnungen für die Intervalle zwischen den Kreisen, je nach dem Abstand zum nächsten Kreis (im Fall des Erde-Mond Intervalls zum Zentrum des Bildes) einen Halbton (semitus), einen Ganzton (tonus) oder drei Halbtöne (triasemitonius). Im Text des Exzerptes werden die Abstände wie folgt angegeben:

Erde—Mond	—	Ganzton
Mond—Merkur	—	Halbton
Merkur—Venus	—	Halbton
Venus—Sonne	—	Drei Halbtöne
Sonne—Mars	—	Ganzton
Mars—Jupiter	—	Halbton
Jupiter—Saturn	—	Halbton
Saturn—Tierkreis	—	Drei Halbtöne

In den meisten Varianten dieser Abbildung sind auf der linken Seite in der Mitte des Diagramms in einer horizontalen Reihe Planetenabbildungen auf den Kreisen plaziert, wobei die Sonne in der Regel hervorgehoben wird.

Das Apsiden-Diagramm (26)

Das Apsidendiagramm ist das einzige, welches im Text des zugehörigen astronomischen Exzerptes explizit erwähnt wird. Die Passage, in welcher das Diagramm teilweise beschrieben wird ist jedoch nicht Teil des Originals von Plinius *Historia Naturalis*, sondern ein mittelalterlicher Zusatz. Das Diagramm wird von zwei konzentrischen Kreisen umschlossen. Diese und der von ihnen umschlossene Raum wird von sechs Geraden, welche durch den Mittelpunkt gehen, in zwölf gleich Teile geteilt. Zwischen den beiden Kreisen befinden sich die Tierkreiszeichen, bzw. eine Auswahl derselben in ihrer natürlichen Folge gegen den Uhrzeigersinn ausgerichtet. Im Inneren des Bildes sind sieben Kreise verschiedener Grösse um das Zentrum des Bildes angeordnet, von denen nur der kleinste konzentrisch zu den beiden äussersten Kreisen ist. Diesen Kreisen ist an der vom Zentrum des Bildes am weitesten entfernten Stelle jeweils die lateinische Bezeichnung für Apsiden und ein Planetenname zugeordnet. Diese Schriftzüge

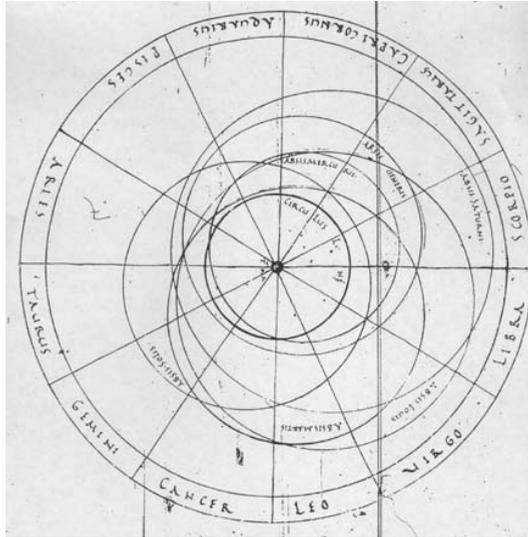


Abbildung A.3: Apsidendiagramm. Oxford Bodleian Library, Ms. Canon.class. lat. 279, f.33v.

bezeichnen jeweils Fernpunkte (Apogäum) der Planetenbahn, die Nahpunkte (Perigäum) sind nicht dargestellt. Diese Stellen sind wiederum den Tierkreiszeichen in der Bildbegrenzung zugeordnet. Diese im folgenden aufgeführten Zuordnungen werden im Text ebenfalls beschrieben:

- Saturn im Skorpion
- Jupiter in der Jungfrau
- Mars im Löwen
- Sonne in den Zwillingen
- Venus im Schützen
- Merkur im Steinbock

Für den Mond ist im Text kein Ort für die Fernpunkte vorgesehen, daher ist die Mondbahn nur mit der lateinischen Bezeichnung für Mondbahn versehen (circulus lunae). Eine Ausnahme bilden hier einige wenige Exzerpte mit einer mittelalterlichen Ergänzung, in welcher ein Apogäum des Mondes ergänzt ist.

In diesen Diagrammen findet sich oft auch ein exzentrischer Kreis und eine Bezeichnung des Apogäums für den Mond.²

2 DIE CAPELLA-DIAGRAMME

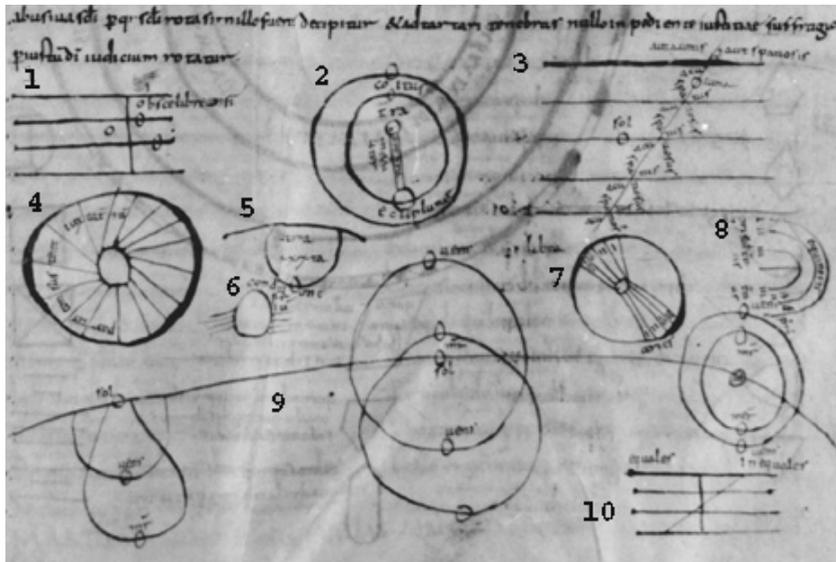


Abbildung A.4: Dekalog (Capella-Tradition). Leiden Universiteitsbibliotheek, ms. Voss. lat. F.48, f. 92v.

1. *Absque Libra*-Diagramm (11)

Vier Parallelen derselben Länge und mit demselben Abstand zueinander werden etwa in der Mitte durch eine im rechten Winkel zu ihnen liegende Gerade verbunden. Rechts von dieser fünften Geraden auf den beiden inneren Geraden liegt jeweils ein kleiner Kreis, der obere in geringerem Abstand zur Geraden als der untere. Links von ihr ist ein kleiner Kreis zwischen die beiden inneren Parallelen gezeichnet. Auf der rechten Seite zwischen den beiden oberen Parallelen steht der lateinische Schriftzug *abscelebreconfi*. Gegenstand der relevanten Textstelle ist der Umstand, dass die Sonne im Sternzeichen Waage um ein halbes Grad von der

²Graßhoff & Eastwood (2003b), S. 25.

Ebene der Ekliptik abweicht.³ Ohne auf den weiteren Kontext dieser Textstelle zurückgreifen zu müssen, können den graphischen Elementen einzelne Elemente dieser theoretischen Aussage zugeordnet werden. Die vier Parallelen bedeuten die Maßeinheit, anhand derer Abweichungen von der Ekliptik nach Norden oder Süden ausgedrückt werden. Die verbindende Gerade stellt einen bestimmten Punkt auf der Ekliptik dar, in diesem Fall den Beginn des Sternzeichens Waage. Die kleinen Kreise vor und nach der Geraden repräsentieren die Sonne vor und nach ihrem Eintritt in dieses Sternzeichen, erst ohne Abweichung von der Ekliptik, vor der Senkrechten, und danach in zwei Varianten: mit einem halben Grad nördlicher und südlicher Abweichung.

2. *Eclipsis-Diagramm (14)*

Zwei unterschiedlich große Kreise sind konzentrisch angeordnet. Auf dem höchsten und tiefsten Punkt des kleineren Kreises liegt ein sehr viel kleinerer Kreis. Leicht oberhalb des Mittelpunktes der beiden größeren Kreise liegt ein weiterer kleiner Kreis, welcher durch zwei parallele Geraden mit dem inneren der kleineren Kreise verbunden ist. Innerhalb des Diagramms befinden sich vier lateinische Schriftzüge: *coetus* ganz oben und *ecliplunae* ganz unten zwischen den beiden größeren Kreisen, *metaliter* links neben und *umbra* zwischen den beiden Geraden.

Im Diagramm sind, im Gegensatz zu seinem Doppelgänger am Manuskriptrand, Aussagen über Mond- und Sonnenfinsternisse gleichermaßen integriert. Während der Schatten samt Bezeichnung und der Schriftzug *ecliplunae* das Zustandekommen einer Mondfinsternis beschreiben, erklären das Wort *coetus* und die Verdoppelung des Mondes nahe der Sonne das Zustandekommen einer Sonnenfinsternis.

3. *Acutis/Spatiosis-Diagramm (6)*

Fünf Parallelen gleicher Länge werden schräg von einer weiteren Geraden gekreuzt, deren Länge etwas über die äußersten gekreuzten Geraden hinausgeht. Links neben der kreuzenden Geraden befindet sich auf der mittleren Linie ein kleiner Kreis mit dem Schriftzug *Sol* darüber. Ein weiterer Kreis liegt auf der kreuzenden Geraden zwischen den beiden obersten Parallelen, zusammen mit dem lateinischen Schriftzug *Luna*. Oberhalb der fünf Geraden, auf beiden Seiten

³Der weitere Kontext der Textstelle ist die Beschreibung der starken Abweichung des Mondes von der Ekliptik um 6 Grad zu beiden Seiten der Ekliptik, welcher die minimale Abweichung der Sonne von je einem halben Grad gegenübergestellt wird.

der kreuzenden Linie, steht rechts *aut acutis*, links *aut spatiosis*. Über den sich jeweils gegenüberliegenden spitzen Winkeln von kreuzender Geraden und den Parallelen, steht der Begriff *acutus*, über den stumpfen Winkel *spatiosus*.

Bei den über dem Diagramm stehenden Begriffen handelt es sich um Referenzworte, welche auf eine bestimmte Textstelle verweisen, in der Martianus Capella die geneigte Bahn des Mondes durch den Tierkreis beschreibt. Das Diagramm visualisiert den im Text beschriebenen Umstand, dass der Mond auf seinem Weg durch die Ekliptik deren imaginären dreizehn parallelen Linien jeweils in einem spitzen und einem stumpfen Winkel kreuzt⁴. Der mit *sol* bezeichnete kleine Kreis stellt die Sonne auf ihrer relativ regelmäßigen Bahn durch die Mitte des Tierkreises dar, die Parallelen rechts und links davon einige der dreizehn parallelen Linien der Ekliptik. Die Begriffe *acutus/spatiosus*⁵ bezeichnen sowohl von ihrer Wortbedeutung als auch von ihrer Anordnung her die sich je gegenüberliegenden Paare spitzer und stumpfer Winkel.

4. *Partes Angustantur*-Diagramm (11)

Eine kleine oval Figur liegt im Zentrum eines Kreises und ist mit diesem durch 16 Geraden in gleichem Abstand verbunden. Quer über die Zwischenräume zwischen den Geraden auf der linken Seite sind die lateinischen Worte *partes angustantur iuxta terram* geschrieben.

In diesem Fall stellt der Text keine direkte Referenz auf eine Textstelle dar, beinhaltet aber einen deutlichen Hinweis darauf, im Rahmen welchen theoretischen Sachverhaltes dieses Diagramm zu interpretieren ist. Der ringförmig im Diagramm angebrachte Schriftzug kann übersetzt werden als: *Die Winkel werden zur Erde hin immer enger*. Das Diagramm stellt demnach die mittelalterliche Vorstellung dar, dass sich die Umlaufzeiten der Planeten aus deren Entfernung von der Erde ergeben, da davon ausgegangen wurde, dass alle Planeten sich mit derselben Geschwindigkeiten bewegen. Die abnehmenden Abstände zwischen den Geraden stellen die Tatsache dar, dass die Kreissegmente von Planetenbahnen um die Erde und damit die zu durchlaufenden Strecken mit zunehmender Nähe zur Erde kleiner werden.

5. *Ultra*-Diagramm (15)

An einer leicht nach unten gekrümmten Linie hängt “tropfenartig” ein Halbkreis.

⁴Hintergrund hierfür ist wieder Capellas Ausführung, dass der Mond sechs Grad zu beiden Seiten der mittleren Sonnenlinie abweicht, woraus sich die oben behandelten Schnittpunkte ergeben.

⁵Deutsch: spitz/geräumig.

An dessen tiefstem Punkt ist ein kleiner Kreis gezeichnet. In der von ihm umfaßten Fläche steht der lateinische Schriftzug *ultra XXXII*.

Dieses Diagramm ermöglicht einen interessanten Einblick in den Versuch des mittelalterlichen Zeichners, sich einen verdorbenen Text zu erklären.⁶ Der lateinische Schriftzug verweist eindeutig auf die Passage des Capella-Textes, in welcher die maximale Elongation des Merkur von der Sonne besprochen wird. In den Manuskripttext hatte sich ein Fehler eingeschlichen: Statt 22 (XXII) Grad maximaler Entfernung des Merkur von der Sonne, ist im Dekalog-Manuskript an dieser Stelle ebenso wie im Diagramm die Zahl 32 (XXXII) zu lesen. Obwohl aus den weitverbreiteten astronomischen Schriften des Plinius 22 Grad für den maximalen Abstand des Merkur von der Sonne bekannt waren, betrachtet der Autor der Zeichnungen des Dekalogs die Zahl 32 als eine erklärungsbedürftige Aussage. Sein Gedankengang läßt sich an mehreren Spuren rekonstruieren. Da der maximale Abstand Merkurs von der Sonne bekannt war, mußte sich die Zahl 32 auf eine anders gemessene maximale Elongation beziehen. Die an dieser Stelle zwischen den Zeilen eingefügten Worte *sub sole* geben Auskunft darüber, wie er dieses theoretische Problem löste: Wenn sich 22 Grad auf den maximalen Abstand zur Sonne, gemessen an ihrer Bahn, bezieht, dann kann der Abstand darüber oder darunter trotzdem noch größer sein. Dieser Gedankengang mag sich am Diagramm über die Bahnen von Venus und Merkur orientiert haben, aus welchem das *Ultra-Diagramm* ein Teilausschnitt zu sein scheint, denn hier wird der Abstand zur Sonne unterhalb ihrer Bahn größer dargestellt als auf ihrer Bahn.

6. *Condicione-Diagramm* (11)

Auf beiden Seiten eines Ovals sind ungefähr auf halber Höhe je fünf parallele Geraden gezeichnet, welche es berühren. Oberhalb des Diagramms stehen zwei lateinische Begriffe; der erste bedeutet *condicione*, der zweite beginnt mit *part...*, ist aber weiter nicht zu entziffern.

Im Text des Martianus finden sich zwei Stellen, in denen die Begriffe *condicione part...* vorkommen. Die dieser Interpretation zugrundeliegende Passage behandelt die Lage der fünf parallelen Himmelskreise relativ zur Erde. Demnach stellt das 'Ei' die Erde dar und die fünf Parallelen zu beiden Richtungen die Wendekreise, die Polarkreise sowie den Äquator.⁷ Diese Lesart des Diagramms

⁶Die Hintergründe der Entstehung und der Interpretation dieses Diagramms wurden ausführlich von Bruce Eastwood untersucht. Siehe hierzu Eastwood (2000a), S. 12.

⁷Die Darstellung der Erde als Oval findet sich in vielen mittelalterlichen astronomischen Diagrammen. Die Astronomie Capella's kennt fünf parallele Himmelskreise: zwei geneigte, den Tierkreis und die Milchstraße, sowie zwei weitere, *Colures* genannt. Siehe 1.3.

wird gestützt durch eine Passage, in welcher der Ausdruck *condicione* zur Bezeichnung der geographischen Lage verwendet wird.⁸ Demzufolge wäre der lateinische Schriftzug im Sinne von *condicione partium* mit “Die Lage der Regionen” zu übersetzen. Der Gegenstand des Diagramms ist die durch die fünf parallelen Himmelskreise definierte Lage der Klimazonen auf der Erde.

7. *Libra/Aries-Diagramm* (12)

Ein kleiner Kreis wird mit einem großen, zu ihm konzentrisch liegenden Kreis durch zwei sich gegenüberliegende Bündel von je fünf nebeneinander liegenden Geraden verbunden. In den sich nach außen leicht vergrößernden Zwischenräumen zwischen den Geraden sind auf der linken Seite von oben nach unten je ein, zwei, drei und vier kleine Striche gezeichnet, auf der rechten Seite ebenso, jedoch von oben nach unten. Außerhalb des Kreises stehen sich auf der Höhe der Geraden die zwei lateinischen Begriffe *aries* und *libra* gegenüber.

Das Diagramm hat das Entstehen der Jahreszeiten zum Gegenstand, mit besonderer Betonung des Umstandes, dass diese auf Nord- und Südhalbkugel gegensätzlich auftreten. Die jeweils fünf Geraden stellen die Wendekreise, die Polarkreise und den Äquator dar, durch welche jene Zonen definiert sind, in welchen sich die vier Jahreszeiten abwechseln. Dies wird durch die vier gegensätzlich angeordneten Markierungen zwischen den Geraden dargestellt. Die Schriftzüge *aries* und *libra* repräsentieren die beiden Sternzeichen, in welchen die Sonne auf ihrem Weg von einem Wendekreis zum anderen den Äquator kreuzt. Dies ist ein wichtiger Aspekt hinsichtlich der Erklärung der gegensätzlich auftretenden Jahreszeiten auf den Antipoden.

8. *Equinoctiom-Diagramm* (12)

Drei Halbkreise verschiedener Größe sind “konzentrisch” mit je gleichen Abständen zueinander um eine Gerade angeordnet. Zwischen den beiden äußeren Halbkreisen steht das lateinische Wort *equinoctium*. Die sechs Enden der Halbkreise sind von außen nach innen je mit einer, zwei oder drei Markierungen (kleinen Strichen) versehen. Unterhalb der Markierungen stehen verschiedene unlesbare lateinische Begriffe oder Abkürzungen.

Bei diesem Diagramm erfolgte die Zuordnung zu einer bestimmten Textstelle des Capella-Diagramms mit Hilfe eines ähnlichen Marginal-Diagramms am Rand des Manuskripttextes. Ein Referenzsymbol verdeutlicht, dass sich dieses

⁸Dies geht auf eine eigene Übersetzung zurück, da die englische Übersetzung von Stahl/Johnson die astronomischen Begriffe nur sehr ungenau wiedergibt.

fast identische Diagramm eindeutig auf eine Passage bezieht, in welcher Capella die variierenden Längen von Tag und Nacht im Zusammenhang mit dem Jahreslauf der Sonne behandelt. Entsprechend präzise finden sich auch die theoretischen Elemente der Passage in den graphischen Elementen umgesetzt. Die zentrale Gerade stellt ein Gnomon dar, die drei Halbkreise die Schattenlänge des Gnomonstabes zu den Sonnenwenden und den Tag- und Nachtgleichen. Das Wort *Equinoctium*⁹ weist darauf hin, dass der mittlere Halbkreis für die Schattenlänge zu den beiden Tag- und Nachtgleichen steht.

9. Drei-Versionen-Diagramm (13)

Das zentrale Diagramm des Dekalogs, welches sich über die ganze Breite der Seite erstreckt, besteht aus drei graphischen Teilobjekten, welche nebeneinander auf einer leicht gebogenen Linie plaziert sind. Alle drei sind jeweils um einen kleinen Kreis auf der Verbindungslinie arrangiert. Im Teildiagramm auf der rechten Seite sind konzentrisch zu diesem kleinen Kreis zwei größere Kreise angeordnet, an deren höchstem und tiefstem Punkt jeweils ein weiterer kleiner Kreis liegt. Dem inneren der kleinen Kreise ist der Schriftzug *mer* zugeordnet, dem äußeren der Schriftzug *veni* und dem zentralen das Wort *sol*.

Das mittlere Teilobjekt ist mit dem rechten identisch bis auf die Tatsache, dass die beiden größeren konzentrischen Kreise den gleichen Durchmesser haben und der vormals innere Kreis nach unten versetzt ist, so dass sein Mittelpunkt unterhalb der Verbindungslinie, sein höchster Punkt aber noch darüber liegt.

Auf der rechten Seite sind um den Kreis auf der Verbindungslinie, ebenfalls mit *sol* bezeichnet, zwei Figuren angeordnet, welche 'tropfenförmig' an der Verbindungslinie hängen. Es handelt sich dabei um einen Halbkreis und eine 'Birnenform', welche fast die doppelte Länge des Halbkreises besitzen und deren Enden sehr dicht am zentralen kleinen Kreis liegen. An ihrem tiefsten Punkt befindet sich ebenfalls jeweils ein kleiner Kreis, wovon der obere mit *veni*, der untere mit *mer* bezeichnet ist.

Aufgrund der Passage des Textes lassen sich allen graphischen Elementen der Abbildung theoretische Elemente zuordnen:

„Nam Venus Mercuriusque licet ortus occasusque cotidianos ostendant, tamen eorum circuli terras omnino non ambiunt, sed circa Solem laxiore ambitu circulantur. denique circulorum suorum centrum in Sole constituunt, ita ut supra ipsum aliquando, infra plerumque propinquoires terris ferantur; a quo quidem uno signo et

⁹Deutsch: Tag- und Nachtgleiche.

parte dimidia Mercurius, [...] disparatur. sed cum supra Solem sunt, propinquior est terris Mercurius, cum intra Solem, Venus, utpote quae orbe vastiore diffusioreque curvetur.“¹⁰

Gegenstand der Textstelle ist die zirkumsolare Anordnung der Bahnen von Venus und Merkur um die Sonne. Da ist zum einen die Sonnenbahn, dargestellt mittels des großen Halbkreises und dem Schriftzug *sol*, sowie die Bahnen von Venus und Merkur, für welche ebenso Schriftzüge und Kreise, bzw. andere Linienformen stehen. Im Unterschied zu den bisher behandelten Diagrammen, welche dazu dienten, Textstellen zu illustrieren sowie schwer verständliche Passagen zu deuten oder zu kommentieren, beinhaltet diese Zeichnung also mit den drei Varianten gleich mehrere Deutungen der entsprechenden Formulierung im Text. Wie weiter oben schon ausgeführt, wird jede dieser Varianten in den Marginal-Diagrammen des Manuskriptes, an dessen Ende der Dekalog entstand, einem anderen antiken Autor zugeschrieben.

10. *Euales/Ineuales-Diagramm* (11)

Dieses Diagramm besteht aus vier waagerechten Parallelen mit gleichem Abstand zueinander, welche von einer schrägen und einer senkrechten Geraden so geschnitten werden, dass sie sich zwischen den beiden inneren Parallelen kreuzen. Über dem Diagramm stehen links und rechts die lateinischen Worte *euales* und *ineuales*.

Die Begriffe *euales/ineuales*¹¹ werden im Martianus-Text im Zusammenhang mit der Diskussion der unterschiedlichen Auf- und Untergangszeiten verwendet. Beschrieben wird im Text einerseits der Zusammenhang zwischen vertikalem und geneigtem, andererseits zwischen langsamem und schnellem Auf- und Untergang der Sternzeichen. Eine Interpretation des Diagramms in diesem Kontext erlaubt eine plausible Zuordnung von theoretischen Aussagen zu allen graphischen Elementen. Die Senkrechte und die geneigte Linie stellen vertikale und schiefe Auf-, bzw. Untergänge dar. Die vier Parallelen repräsentieren ab-

¹⁰Die Übersetzung von Stahl/Johnson lautet: „Now Venus and Mercury, although they have daily risings and settings, do not travel about the earth at all; rather they encircle the sun in wider revolutions. The center of their orbits is set in the sun. As a result they are sometimes above the sun; more often they are beneath it, in a closer approximation to the earth. Mercury’s and Venus’ greatest elongation from the sun is one and one half signs. When both planetes have a position above the sun, Mercury is closer to the earth; when they are below the sun, Venus is closer, inasmuch as it has a broader and more sweeping orbit.“

¹¹Deutsch: gleich, ungleich.

strakte Raumeinheiten, anhand derer ausgedrückt wird, wie mit zunehmender Geneigtheit auch der zu durchlaufende Raum und damit die benötigte Zeit anwachsen. Die beiden lateinischen Begriffe verweisen auf den im Text ausführlich dargelegten Umstand, dass vertikal auf- oder untergehende Sternzeichen immer dieselbe Zeit benötigen, während schräg aufgehende Sternzeichen je nach dem Grad ihrer Geneigtheit unterschiedlich lange brauchen.¹²

3 DIE MACROBIUS-DIAGRAMME

Das Venus-Merkur-Diagramm (18)

Im Gegensatz zum ersten der Macrobius-Diagramme befindet sich dieser Diagrammtyp normalerweise am Rand des Textes plaziert, ähnlich einer Glosse, die nachträglich dem Text hinzugefügt wurde. In den meisten Fällen gehört das Diagramm zu einem Macrobius-Text, einige Exemplare finden sich jedoch auch in Texten von Martianus Capella oder Calcidius. Die Grundstruktur dieses Diagramms sind drei, bzw. vier Kreise, welche z. T. durch einen kleinen Kreis in ihrem Zentrum, der Erdkugel, ergänzt werden. Den drei Kreisen sind in der Regel die Schriftzüge *circulus veneris*, *circulus mercurii*, *circulus solis* und *circulus lunae* beigefügt. Bezüglich der Anordnung dieser Kreise zu den verschiedenen Planeten, gibt es zwei Varianten. Bei der ersten werden die Kreise konzentrisch angeordnet mit der Reihenfolge (von aussen nach innen) Venus, Merkur, Sonne und Mond (Chaldäische Ordnung), bei der zweiten werden die gleich grossen Kreise so in einer Reihe plaziert, dass sie sich jeweils mit dem nächsten überschneiden, wobei die Abstände der Kreise so gering sind, dass es im Zentrum des Bildes einen Raum gibt, der von allen Ringen umschlossen wird. Hier befindet sich, wenn vorhanden, die Erddarstellung. Die Reihenfolge ist in den meisten Fällen ebenfalls Venus-Merkur-Sonne.¹³ Im Text des Macrobius-Exzerptes wird nur die konzentrische Anordnung der Planetenbahnen beschrieben. Das Modell mit sich schneidenden Bahnen hat den Vorteil, da es beide Ordnungen ermöglicht, da von der Erde im Zentrum des Bildes aus gesehen, die Sonne einmal über den inneren Planeten steht und einmal darunter. Der innerste der Kreise – für den Mond – bleibt auch in diesem Fall ohne Schnittpunkte mit den anderen Kreisen um die Erde.

¹²Capella (1983), VIII, 846. S. 327.

¹³Hier ist zu bemerken, dass die heutige Forschung davon ausgeht, dass Macrobius die *Ägyptische Ordnung* für die richtige hielt. Vgl. hierzu auch Graßhoff & Eastwood (2003b), S. 50.

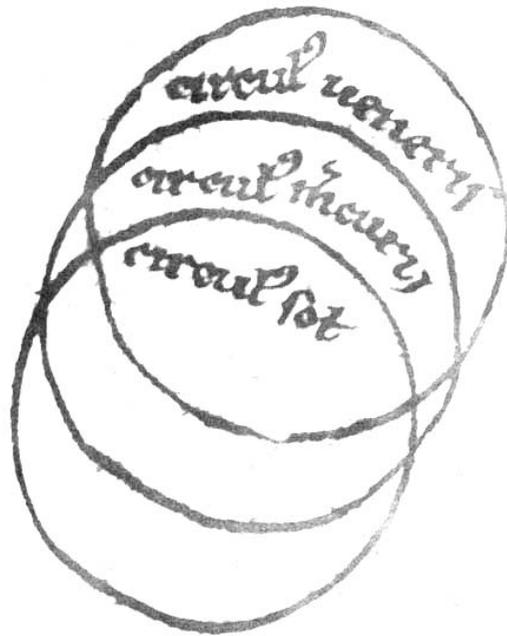


Abbildung A.5: Venus/Merkur-Diagramm Diagram: Intersecting-circles (IC). Leiden Universiteitsbibliotheek, Ms. BPL 168, f.35v

4 DIE CALCIDIUS-DIAGRAMME

Das Sonnenexzenter-Diagramm (53)

Das Diagramm wird begrenzt durch den Tierkreis, welcher wiederum durch vier griechische Buchstaben an den Übergängen der Jahreszeiten in vier gleiche Teile geteilt wird. Ebenfalls findet sich die Viertelung des Diagramms durch die beiden im rechten Winkel zueinander stehenden Geraden. Hinzu kommt in diesem Bild eine Gerade, welche durch den Mittelpunkt geht und zwei Kreisviertel nochmals halbiert und an den Enden mit den Buchstaben M und N ausgezeichnet ist. Auf dieser Geraden befindet sich ein weiterer griechischer Buchstabe, welcher der Mittelpunkt eines Kreises ist, welcher sich zu ungleichen Teilen über die Viertel des Diagramms erstreckt. Wieder finden sich die Angaben über die Länge

der Jahreszeiten innerhalb des Kreises, welcher eine exzentrische Sonnenbahn um die Erde im Mittelpunkt des Diagramms darstellt. Hieraus erklären sich die unterschiedlichen Längen der Jahreszeiten durch die unterschiedlich lange Strecke, welche die Sonne in den jeweiligen Abschnitten des Tierkreises zurücklegen muss. Von diesem Diagramm existieren einige unterschiedliche Varianten, auf deren Beschreibungen an dieser Stelle verzichtet werden soll.¹⁴

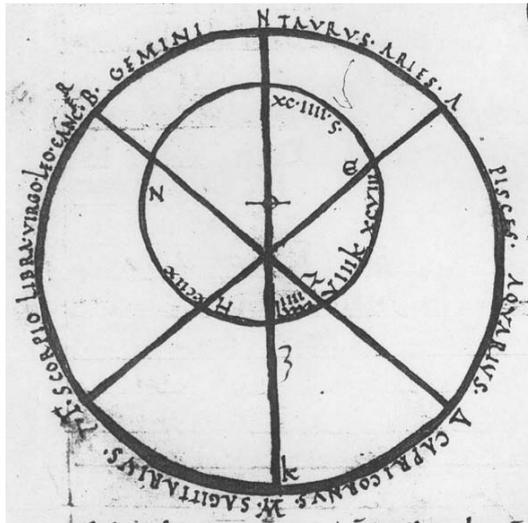


Abbildung A.6: Sonnenexzenter-Diagramm. Köln Dombibliothek, Ms. 192, f.38v.

Das Sonnenepizykel-Diagramm (46)

Auch bei diesem Diagrammtyp handelt es sich um die Umsetzung einer im Text beschriebenen Konstruktion, welche den Lauf der Sonne durch das Jahr und die damit zusammenhängenden unterschiedlich langen Jahreszeiten erklären will. Der Aufbau ist zunächst wieder ähnlich den vorhergehenden Diagrammen: Ein äusserer Kreis stellt den Tierkreis dar, durch die vier griechischen Buchstaben in vier gleiche Teile geteilt. Im Zentrum befindet sich wieder der Buchstabe, welcher die Position der Erde in der Abbildung markiert. Neu ist hier ein zum Tierkreis

¹⁴Für eine ausführlichere Beschreibung des Diagramms sowie die verschiedenen mittelalterlichen Varianten davon vgl. Graßhoff & Eastwood (2003b), S. 74.

konzentrischer Kreis, auf welchen sich die Mittelpunkte von vier kleineren Kreisen befinden, jeweils markiert durch einen Buchstaben. Es handelt sich um eine Epizykelkonstruktion, in welcher die Bahn der Sonne beschrieben wird als ein Kreis dessen Mittelpunkt sich auf einem anderen Kreis um die Erde bewegt. Stellt man sich vor, dass sich der kleine Kreis gleichzeitig zum grossen dreht, kann sich eine ähnliche Bahn ergeben, wie sie im Diagramm davor zu sehen war, nur dass dieses Modell auch noch die unterschiedlichen Geschwindigkeiten erklärt, welche sich durch die Addierung der Geschwindigkeiten ergibt, wenn sich beide Kreise in dieselbe Richtung bewegen, bzw. die Verlangsamung, wenn sie sich in gegensätzliche Richtungen bewegen. Die verschiedenen Stadien der Bewegung der Sonne in den verschiedenen Jahreszeiten ist durch die vier kleinen Kreise, sowie die dazugehörigen griechischen Buchstaben dargestellt. Die vielen verschiedenen Varianten des Bildes, welche in frühmittelalterlichen Manuskripten überliefert sind, weisen darauf hin, dass die zeitgenössischen Zeichner Schwierigkeiten mit dem Verständnis der im Text beschriebenen Konstruktion hatten.

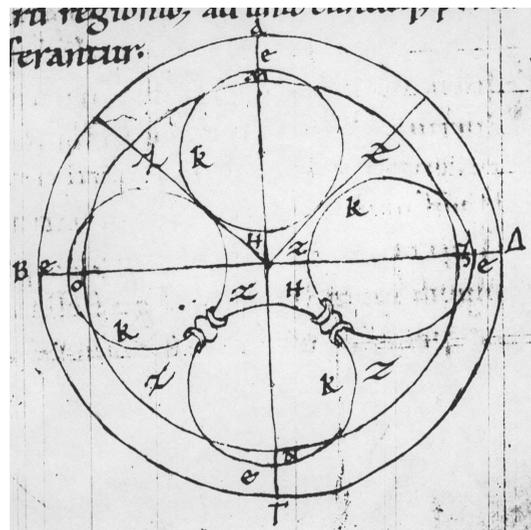


Abbildung A.7: Sonnenepizykel-Diagramm. Leiden Universiteitsbibliotheek, Ms. BPL 64, f.78r.

Normalepizykel-Diagramm (40)

Dieses Diagramm, welches die Bahn eines Planeten als Epizykelkonstruktion darstellt, hat folgenden Aufbau: Ein Grosskreis stellt den Tierkreis dar, der von vier griechischen Buchstaben in vier Bereiche geteilt wird. Auf der Geraden vom Bildmittelpunkt direkt nach oben liegt der Buchstabe M, der Mittelpunkt des Epizykels, auf dem sich der Planet bewegt. Wieder zeigen vier griechische Buchstaben die Stationen des Planeten auf seiner Bahn an. Damit folgen diese Diagramme im wesentlichen den im Text gemachten Angaben für die Konstruktion der Zeichnung, auch wenn die Tangenten vom Mittelpunkt zum Aussenkreis, welche den Epizykel eigentlich berühren und damit die maximale Entfernung des Planeten zu beiden Seiten vom Mittelpunkt des Epizykels aus demonstrieren sollten, oft keine Tangenten sind.

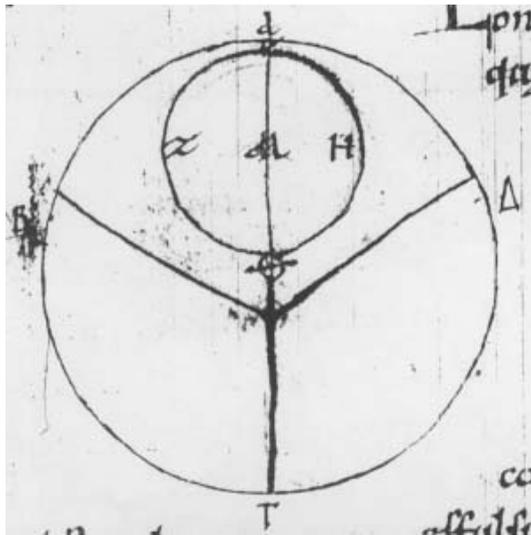


Abbildung A.8: Normalepizykel-Diagramm. Leiden Universiteitsbibliotheek, Ms. BPL 64, f.79r.

Venuselongation-Diagramm (deskriptiv)

Das Diagramm setzt sich zusammen aus einem Aussenkreis, der den Tierkreis

darstellt, einen Punkt X, welcher für die Erde steht sowie einer Geraden, welche X mit dem höchsten Punkt auf dem Kreis B verbindet. Hinzu kommen zwei Geraden, die jeweils in einem Winkel von 50 Grad zu beiden Seiten der senkrechten Geraden von X zum Aussenkreis verlaufen. Genau in der Mitte zwischen X und B liegt die Sonne K. Soweit wird das Diagramm vom Text beschrieben. In den meisten Abbildungen kommt noch ein weiterer zum Aussenkreis konzentrischer Kreis sowie ein Kreis hinzu, welcher die beiden schrägen Geraden und den Aussenkreis berührt. Gegenstand der Abbildung ist die maximale Elongation der Venus von der Sonne K von 50 Grad zu beiden Seiten der Sonne (schräge Geraden).

Abbildungsverzeichnis

II.1	Astronomisches Diagramm aus dem frühen 9. Jahrhundert. Leiden UB Voss. F.48, f.81r.	8
III.1	Diagramme werden anhand von Referenzworten mit einer Textpassage verknüpft. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v.	19
III.2	Verbindung von Text und Bild in Form einer Marginalglosse. Leiden UB Voss. F.48, f. 80v.	20
III.3	Integration eines Diagramms in den Haupttext. Paris BN, Ms lat. 10195, f.100v.	21
III.4	Flüsterpost-Effekt am Beispiel der Ovalform. Von links nach rechts: Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Firenze BL San Marco 190, f. 102r; Vaticano BAV Urb. 329, f.139v.	22
III.5	Zwei Versionen des Planetenordnung-Diagramm. Monza BCapit. F.9.176, f.73r (oben); Oxford BL Canon.class. 279, f.33v (unten).	23
III.6	Übersicht über die reproduzierten Diagramme nach Autoren.	26
III.7	Breiten-Diagramm. Vaticano BAV Ross. 247, f.200v.	30
III.8	Dekalog (Capella-Tradition). Leiden Universiteitsbibliotheek, ms. Voss. lat. F.48, f. 92v.	33
III.9	Tierkreisordnung-Diagramm. Bern, Burgerbibliothek, cod. 347, f.9r.	36
III.10	Jahreszeitenlänge-Diagramm. Leiden Universiteitsbibliotheek, Ms. BPL 64, f.75v.	38
III.11	Planetenordnung-Diagramm (Plinius-Tradition). Monza Biblioteca Capitolare, Ms. F.9.176, f.70v.	53
III.12	Planetenordnung-Diagramm (Plinius-Tradition). Vaticano BAV Vat. 645, f.67v.	54

III.13	Seite aus dem Manuskript von Kopernikus zu <i>De revolutionibus orbium celestium</i> . Aus: Kopernikus (1965) S. 9v.	55
III.14	Breiten-Diagramm (Plinius-Tradition). Oxford BL Canon.class. 279, f.33v.	57
III.15	Standard-Diagramm über die Elongation der Planeten. Die Abweichungen der Planeten von der mittleren Sonnenbahn werden in Grad (Y-Achse) und verteilt über das Jahr (X-Achse) dargestellt abgebildet.	58
III.16	Diagramm über die Breitenabweichungen der Planeten. Cambridge TrinColl. R.15.32, f.3v.	59
III.17	Breiten-Diagramm (Plinius-Tradition). Bern Burgerbibliothek cod. 347, f.25r.	60
III.18	Drei-Versionen-Diagramm (Capella-Tradition). Leiden Universiteitsbibliothek, ms. Voss. lat. F.48, f. 92v.	62
III.19	Venus/Merkur-Diagramm (überlagert). Leiden Universiteitsbibliothek, Ms. BPL 168, f.35v.	64
III.20	Vier Varianten des Eclipsis-Diagramms. Von links nach rechts: Paris BN 8671, f. 84r; Leiden UB Voss. F.48, f. 79r; Venezia BN XIV.35, f. 143r; Firenze BL Plut. 51.13, f. 128 v.	68
III.21	Kopierrelationen der vier Eclipsis-Diagramme. Die Pfeile stehen für Kopierbeziehungen (Pfeil=Kopierrichtung).	69
IV.1	Übersicht über den Vergleichs-Bildschirm.	80
IV.2	Die Bilder sind in allen Bildschirmen konsistent mit denselben Bezeichnungen versehen.	81
IV.3	Die drei Vergleichsaspekte.	81
IV.4	Für jeden Vergleichsaspekt werden verschiedene Modifikationstypen angezeigt.	81
IV.5	Im Beschreibungsfeld werden die einzelnen Veränderungen erläutert. Die Zahlen beziehen sich auf Markierungsnummern in den Bildern.	82
IV.6	Markierungen sind rot und nummeriert.	83
IV.7	Einstiegsseite in das Astronomieprojekt.	85
IV.8	Der Einstieg in die Bildpräsentation erfolgt über die Bildtyp-Listen der Einstiegsseite.	86
IV.9	Stammbaumannsicht aller Bilder eines Bildtyps.	87
IV.10	Die Kästen dienen als Links zur Einzelbildansicht.	87

IV.11 Kopierbeziehungen werden als Pfeile zwischen zwei Bildern dargestellt.	88
IV.12 Identische Bilder werden als Doppelkästen dargestellt.	88
IV.13 Der Bildschirm <i>picture</i>	89
IV.14 Zoom-Ausschnitt aus Abbildung IV.13.	90
IV.15 Zoom-Ausschnitt aus Abbildung IV.14.	91
IV.16 Der Textblock oberhalb der Bildbeschreibung.	92
IV.17 Die Einzelbildansicht.	93
IV.18 Unterhalb des Bildes befindet sich eine Liste aller Bilder eines Typs.	94
IV.19 Die Bildtypansicht enthält eine Beschreibung des Bildtyps.	94
IV.20 Die Werkansicht enthält die aktuelle Ausgabe des Originalwerkes sowie eine kurze Werkbeschreibung.	96
IV.21 Auf der linken Bildschirmhälfte zeigt der Werkbildschirm die Titelseite des Originalwerkes sowie Links zu allen im Manuskript enthaltenen Bildern an.	97
IV.22 Der Textbereich des Werkbildschirms enthält nähere Angaben zum Originalwerk.	98
V.1 Schematische Darstellung der ersten Regel. Anhand gemeinsamer und individueller Fehler (F1-3) können Kopierrelationen rekonstruiert werden (Pfeil = Kopierrichtung).	101
V.2 Schematische Darstellung der zweiten Regel. Anhand gemeinsamer und individueller Fehler (F1-4) können Kopierrelationen zwischen Manuskripten identifiziert werden (Pfeil = Kopierrichtung).	102
V.3 Schematische Darstellung der dritten Regel. Anhand gemeinsamer und individueller Fehler (F1-5) können Kopierrelationen zwischen Manuskripten identifiziert werden (Pfeil = Kopierrichtung).	103
V.4 Geht man von einer Kopierrelation zwischen zwei Manuskripten aus, sind drei verschiedene Varianten denkbar.	107
V.5 Probabilistischer Hintergrund von Regel 1.	108
V.6 Die Wahrscheinlichkeiten für drei Varianten von Geschwister-Verhältnissen bei Diagrammen mit einer Fehlerverteilung nach Regel 1.	109

V.7	Die Wahrscheinlichkeiten für zwei Varianten von Abstammungsverhältnissen bei Diagrammen mit einer Fehlerverteilung nach Regel 2.	110
V.8	Die Wahrscheinlichkeiten für drei Varianten von Abstammungsverhältnissen bei Diagrammen mit einer Fehlerverteilung nach Regel 3.	112
V.9	Bei überlieferten Manuskripten können die Regeln 2 und 3 auch durch Regel 1 ausgedrückt werden.	114
V.10	Die graphischen Elemente des Ultra-Diagramms.	118
V.11	Fünf Versionen des Ultra-Diagramms. Von links nach rechts: Leiden UB Voss. F.48, f. 792v; Firenze BL San Marco 190, f. 102r; Firenze BR 916, f. 88r; Oxford Merton College 291, f.94v; Paris BN 8671, f. 84r.	120
V.12	Fünf mittelalterliche Schreibweisen für dem Planeten Merkur. Von Links nach rechts: <i>merc, m, merck, mercur, mer</i>	122
V.13	Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten für Kopierrelationen bei Diagrammen nach Regel 1.	126
V.14	Zwei Exemplare der gleichen Teilfamilie eines Bildtyps. Vaticano BAV, Ms Vat. lat. 1544, f.31r; Oxford BoL, Ms Canon. Class. lat. 175, f.23v.	128
V.15	Zwei Exemplare einer anderen Teilfamilie des gleichen Bildtyps. Firenze BML, Ms Plut.89 sup.51, f.16r; Oxford BoL, Ms Canon. Class. lat. 176, f.57v.	129
V.16	Stammbaum der Intervall-Diagramme (Kreis).	131
V.17	Kopierbeziehungen können eine Generation überspringen. . . .	135
V.18	Auswahl der Stammbaum-Evidenz.	136
VI.1	Irrtümliche Verschiebung eines Schriftzuges. Von links nach rechts: Firenze BL Plut. 51.13, f. 128V; Venezia BN XIV.35, f. 143r. . .	139
VI.2	Vorsätzliche Einführung von Planetendarstellungen. Von Links nach rechts: Paris BN nal. 1615, f.161r; Monza BCapit. F.9.176, f.73r.	140
VI.3	Unpräzise graphische Elemente erzwingen eine Deutung. Von Links nach rechts: Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Paris BN 8671, f. 84r; Firenze BL San Marco 190, f. 102r.	142

- VI.4 Fünf Deutungen einer unpräzisen Sonnendarstellung. Plinius 88: Paris BN nal. 1615, f.161r. Im Uhrzeigersinn, beginnend mit Plinius 82: Vaticano BAV Ross. 247, f.200v; Paris BN 2389, f.50v; Monza BCapit. F.9.176, f.73r; London BL Harl. 647, f. 19r. . . . 143
- VI.5 Übersicht über die Reproduktionen des Condicione-Diagramms. Aus: Liess (2000), S. 145. 145
- VI.6 Viele Veränderungen beruhen auf Nachlässigkeit. Hier die Berührung des innersten Kreises mit dem über ihm liegenden. Von links nach rechts: Firenze BML, Ms Conv. Soppr.444, f.39r; Vaticano BAV, Ms Regin. lat. 1367, f.40v. 146
- VI.7 Änderung irrelevanter Eigenschaften eines Diagramms. Hier die horizontale Ausrichtung des Diagramms. Von Links nach rechts: Oxford BL Canon.class. 279, f.33v; Bern BB 347, f.25r. 148
- VI.8 Änderung irrelevanter Eigenschaften einer Abbildung. Hier die Proportionen des rechteckigen Rahmens des Diagramms. Von links nach rechts: London BL Cott. Tib. E.IV, f.141r; London BL Egerton 3088, f.83v. 149
- VI.9 Gehaltsgleiche Bilder können auf der Ebene der graphischen Elemente stark verändert werden. Von links nach rechts: Paris BN 8671, f. 84r; München SB clm 14729, f. 221v 150
- VI.10 Intendierte Veränderungen können den Deutungsspielraum übersteigen. Hier die modifizierte Form des Erdschattens. Von links nach rechts: Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Paris BN 8671, f. 84r Eclipses. 152
- VI.11 Die integration der Tierkreisnamen oberhalb des Diagramms ist eine intendierte Veränderung. Von links nach rechts: Oxford BL Canon.class. 279, f.33v; Cambridge TrinColl. R.15.32, f.3v. . . . 153
- VI.12 Schematische Darstellung der Verteilung aktiver und passiver Veränderungen. 155
- VI.13 Die Vergrößerung der Erddarstellung in der Mitte des Bildes kann aktiv und passiv sein. Von links nach rechts: Monza BCapit. F.9.176, f.73r; Vaticano BAV Vat. 645, f.67v. 156
- VI.14 Die Angleichung der Grösse des mittleren Kreises kann sowohl aktiv als auch passiv sein. Von links nach rechts: München SB clm 14436, f.60v; Vaticano BAV Palat. 1577, f.83r. 157

- VI.15 Die Eliminierung eines Wortes kann anhand der grammatikalischen Angleichung des verbliebenen Wortes als aktiv identifiziert werden. Von links nach rechts: Vaticano BAV, Ms Regin. lat. 1762, f.184r; München SB, Ms clm 6362, f.62r. 158
- VI.16 Für die Planetennamen existieren viele mittelalterliche Varianten. Von links nach rechts: Vaticano BAV, Ms Regin. lat. 1762, f.184r; Trento BC, Ms 225, f.38v. 159
- VI.17 Im Zuge eines Kopierschrittes können sowohl aktive als auch passive Modifikationen auftreten. Von links nach rechts: Firenze BML, Ms Plut. 51.14, f.39v; Vaticano BAV, Ms Ottob. lat. 1939, f.38r. 161
- VI.18 Eine aktive Veränderung: die geänderte Zuordnung zweier Planeten zu einer Bahn. Von links nach rechts: Oxford BL Canon.class. 279, f.33v; Cambridge TrinColl. R.15.32, f.3v. 162
- VI.19 Eine aktive Modifikation: Veränderung der Kreisabstände. Von links nach rechts: Vaticano BAV, Ms Ottob. lat. 1939, f.38r; Avranches BM, Ms 226, f.88r. 163
- VI.20 Eine passive Veränderung: das Fehlen der Planetendarstellungen in den Lücken der Kreise. Von links nach rechts: London BL Harl. 647, f. 19r; London BL Cott. Tib. C.I, f.40v. 164
- VI.21 Eine Modifikation ohne inhaltliche Bedeutung: Exklusion der Erddarstellung. Von links nach rechts: Paris BN nal. 1615, f.161r; Vaticano BAV Ross. 247, f.200v. 165
- VI.22 Eine Veränderung, die sowohl aktiv als auch passiv sein kann: die Platzierung der Planetendarstellungen zwischen den Kreisen. Von links nach rechts: Monza BCapit. F.9.176, f.73r; Wien NB 12600, f.27r. 166
- VI.23 Informationen über passive und aktive Veränderungen in einem Kopierschritt erhält man in COMPAGO, indem man als Vergleichsaspekt *Aktiv/Passiv* auswählt. 167
- VII.1 Graphische Elemente sind bedeutungstragende Marken. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v. 173
- VII.2 Graphische Elemente können äquivalent sein. Vaticano BAV Palat. 1577, f.83r. 175
- VII.3 Eclipsis-Diagramm mit leichter Bedeutungsverschiebung. Paris BN 8671, f. 84r. 178

VII.4 Schematische Reproduktion eines Eclipsis-Diagramms	181
VII.5 Jahreszeitenlänge-Diagramm. Leiden Universiteitsbibliotheek, Ms. BPL 64, f.75v.	192
VII.6 Intervall-Diagramm (Liste). Bern BB 347, f.25r.	196
VIII.1Diagramme und Änderungen nach Autoren: calc = Calcidius, mac = Macrobius, cap = Capella, plin = Plinius.	200
VIII.2Differenz zwischen der Zahl der Abbildungen und der Zahl an Änderungen in Prozent.	201
VIII.3Aktive und passive Änderungen.	202
VIII.4Aktive und passive Änderungen nach Autoren.	203
VIII.5Die Differenz zwischen aktiven und passiven Änderungen nach Autoren in Prozent.	204
VIII.6Korrektur eines Bildes: die Aufhebung des Schnittpunktes der Merkurbahn mit der Erde. München SB clm 14436, f.60v; Vaticano BAV Palat. 1577, f.83r.	205
VIII.7Expansion des Bildgehaltes: die Integration der Darstellung von Venus und Merkur in das Diagramm. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Paris BN 8671, f. 84r.	206
VIII.8Kontraktion eines Diagramms: Die Eliminierung eines redundanten Schriftzuges. London BL, Ms Harl. 2772, f.61v; Cambridge Trinity CL, Ms R.9.23, f.43v.	207
VIII.9Optimierung der Darstellung: die Platzierung des Buchstabens auf dem Punkt der Geraden, welchen er bezeichnet und nicht daneben. Bruxelles BR, Ms 9625-9626, f.28v; London BL, Ms Add. 15293, f.22r.	208
VIII.10Dem Diagramm wird eine künstlerisch gestaltete Umrandung hinzugefügt. Paris BN nal. 1615, f.161r; Vaticano BAV Ross. 247, f.200v.	209
VIII.11Die geänderte Platzierung drei Varianten der Bewegungen der inneren Planeten um die Sonne ist eine Änderung ohne ersichtliche Motivation. Oxford Merton College 291, f.94v; Firenze BR 916, f. 88r.	210
VIII.12Veränderungen nach Kriterien sortiert.	211
VIII.13Veränderungen nach Kriterien sortiert nach Autoren.	216

- VIII.1 Der Buchstaben X wird einem Punkt des Kreises statt dem Schnittpunkt der Geraden zugeordnet. Paris BN, Ms lat. 2164, f.37r; Vaticano BAV, Ms Regin. lat. 123, f.210r. 219
- VIII.1 Die Modifikation der Lage des Schnittpunktes der drei Geraden auf dem unteren Kreis wird nach dem Kriterium der Richtigkeit verändert. Paris BN, Ms lat. 6282, f.31r; München SB, Ms clm13021, f.233v. 220
- VIII.1 Differenz zwischen aktiven und passiven Veränderungen der Macrobius-Diagramme in Prozent. 221
- VIII.1 Der Bedeutungsumfang des Bildes wird durch die Integration einer Sphäre zwischen Erde und Mondosphäre erhöht. Oxford Lincoln CL, Ms lat. 27, f.138r; London BL, Ms Harl. 2633, f.37r. 222
- VIII.1 Der Bildgehalt wird durch die Integration der Erddarstellung erweitert. Vaticano BAV, Ms Regin. lat. 1367, f.40v; Torino BN D.V.38, f.50v. 223
- VIII.1 Mit der Einfügung der Tierkreiszeichen in das Bild wird es nach dem Kriterium des Bedeutungsumfanges verändert. Oxford BL Canon.class. 279, f.33v; Cambridge TrinColl. R.15.32, f.3v. . . . 224
- VIII.2 Differenz von der Abbildungszahl zu der Zahl aktiver Veränderungen für alle Plinius-Diagramme in Prozent. 225
- VIII.2 Mit der Einfügung der Erddarstellung in das Bild wird es nach dem Kriterium des Bedeutungsumfanges verändert. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Firenze BL San Marco 190, f. 102r Three Versions. 226
- VIII.2 Die Veränderung nach dem Kriterium der Richtigkeit bezieht sich auf undeutliche Angaben im Text. Monza BCapit. F.9.176, f.73r; Vaticano BAV Vat. 645, f.67v. 228
- VIII.2 Die Form des Schattens wird nach dem Kriterium der Richtigkeit korrigiert. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v; Paris BN 8671, f. 84r. 229
- VIII.2 Die drei Varianten der inneren Planeten um die Sonne sind unterschiedlich eindeutig beschreibbar. Leiden UB Voss. F.48, f. 92v. 231
- VIII.2 Fast alle Elemente des Tierkreisordnung-Diagramms sind geometrisch eindeutig definiert. Vaticano BAV, Ms Regin. lat. 1762, f.184r. 232

VIII.2	Die geometrisch uneindeutige Form des Condicione-Diagramms wird vielfach verändert.	234
VIII.2	Abbildungen und Veränderungen nach Jahrhunderten.	235
VIII.2	aktive und passive Veränderungen nach Jahrhunderten	237
VIII.2	Differenz von aktiven und passiven Veränderungen in Prozent nach Jahrhunderten.	238
VIII.3	Verteilung der Veränderungsmotive nach Jahrhunderten.	239
VIII.3	Prozentuale Verteilung aktiver und passiver Veränderungen der Calcidius-Diagramme nach Jahrhunderten.	241
VIII.3	Die Ausweitung des Bedeutungsumfanges führt zu Diagrammen mit einem hohen Mass an Komplexität. Firenze BL San Marco 190, f. 102r.	244
VIII.3	Modell über das Auftreten von Bildveränderungen.	246
A.1	ERD-Diagramm zur Darstellung der Tabellenverknüpfungen.	260
A.1	Planetenordnung-Diagramm. Monza Biblioteca Capitolare, Ms. F.9.176, f.70v.	261
A.2	Intervall-Diagramm. London British Library, Ms. Harl. 647, f.19r.	262
A.3	Apsidendiagramm. Oxford Bodleian Library, Ms. Canon.class. lat. 279, f.33v.	264
A.4	Dekalog (Capella-Tradition). Leiden Universiteitsbibliotheek, ms. Voss. lat. F.48, f. 92v.	265
A.5	Venus/Merkur-Diagramm Diagram: Intersecting-circles (IC). Leiden Universiteitsbibliotheek, Ms. BPL 168, f.35v	273
A.6	Sonnenexzenter-Diagramm. Köln Dombibliothek, Ms. 192, f.38v.	274
A.7	Sonnenepizykel-Diagramm. Leiden Universiteitsbibliotheek, Ms. BPL 64, f.78r.	275
A.8	Normalepizykel-Diagramm. Leiden Universiteitsbibliotheek, Ms. BPL 64, f.79r.	276

Literaturverzeichnis

- ALBRECHT, M. V. (1992), *Geschichte der römischen Literatur II*, München.
- ARNHEIM, R. (1996), *Anschauliches Denken*, Köln.
- ASHWORTH, W. (1985), The persistent beast: recurring images in early zoological illustration, in 'Natural sciences and the arts: Aspects of interaction from the Renaissance to the 20th Century. An international symposium', Uppsala, S. 46–66.
- BAIGRIE, B. S., Hg. (1996), *Picturing knowledge*, Toronto.
- BAL, M. (1989), 'On looking and reading: word and image, visual poetics and comparative arts', *Semiotica* **76**, 283–320.
- BEDA (1529), *De natura rerum et temporum ratione*, Basel.
- BISCHOFF, B. (1965), Die Hofbibliothek Karls des Großen. In: Karl der Große. Lebenswerk und Nachleben., in W. U. A. BRAUNFELS, Hg., 'Karl der Große. Lebenswerk und Nachleben', Düsseldorf, S. 42–62.
- BISCHOFF, B. (1972), 'Die Bibliothek im Dienste der Schule', *La scuola nell'occidente dell'alto medioevo* **19**, 385–415.
- BLUM, A. S. (1993), *Picturing nature*, Princeton.
- BORST, A. (1990), *Computus. Zeit und Zahl im Mittelalter*, Stuttgart.
- BORST, A. (1993), Alkuin und die Enzyklopädie Von 809, in P. L. BUTZER & D. LOHRMANN, Hg., 'Science in western and eastern civilization in Carolingian times', Basel, S. 53–75.
- BORST, A. (1999), *Computus. Zeit und Zahl in der Geschichte Europas*, München.
- BROWN, H. (1960), 'The Renaissance and the historians of science', *Studies in the Renaissance* **7**, 27–42.
- BROWN, J. R. (1996), Illustration and inference, in B. S. BAIGRIE, Hg., 'Picturing knowledge', Toronto, S. 250–268.

- BURCHMORE, B. W. (1986), *Text and image*, Binghampton.
- CALCIDIUS (1962), *Timaens a Calcidio translatus commentarioque instructus*, Institut Warburgiani, London.
- CAPELLA, M. (1977), *Martianus Capella and the seven liberal arts*, Columbia University Press, New York.
- CAPELLA, M. (1983), *De nuptiis Philologiae et Mercurii*, B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- CARRUTHERS, M. (1990), *The book of memory: A study of memory in medieval cultures*, Cambridge.
- CONTRENI, J. (1995), The Carolingian renaissance: education and literary culture, in R. MCKITTERIK, Hg., 'The new cambridge medieval history II: 700-900', Cambridge, S. 709–757.
- DALES, R. C. (1994), *The scientific achievement of the early middle ages*, Philadelphia.
- DASTON, L; GALISON, P. (1992), 'The image of objectivity', *Representations* **40**, 81–122.
- EASTWOOD, B. (1980), 'Kepler as a historian of science', *History of astronomy* **18**, 123–156.
- EASTWOOD, B. (1982), 'The chaster path of Venus in the astronomy of Martianus Capella', *Archives internationales d'histoire des sciences* **32**, 145–158.
- EASTWOOD, B. (1983), 'Origins and contents of the leiden planetary configuration (Ms Voss. Q.79, Fol. 93v), an artistic astronomical schema of the early Middle Ages.', *Viator* **14**, 1–47.
- EASTWOOD, B. (1986a), 'Medieval science illustrated', *History of science* **24**, 192–208.
- EASTWOOD, B. (1986b), Plinian astronomy in the Middle Ages and Renaissance, in R. FRENCH & J. GREENAWAY, Hg., 'Science in the early roman empire: Pliny the Elder, his sources and influence', London, S. 197–251.

- EASTWOOD, B. (1987), Plinian astronomical diagrams in the early middle ages, *in* E. GRAND & J. MURDOCH, Hg., 'Mathematics and its applications to science and natural philosophy in the Middle Ages', Cambridge, S. 141–172.
- EASTWOOD, B. (1992), 'Heraclide and heliocentrism: texts, diagrams, and interpretations', *Journal for the history of astronomy* **23**, 233–360.
- EASTWOOD, B. (1993), The astronomies of Pliny, Martianus Capella and Isidore of Seville in the Carolingian world, *in* L. D. BUTZER, P. L. Hg., 'Science in western and eastern civilization in Carolingian times', Basel, S. 161–180.
- EASTWOOD, B. (1994), 'The astronomy of Macrobius in Carolingian europe: Dungal's letter of 811 to Charles the Great', *Early medieval europe* **3**, 117–134.
- EASTWOOD, B. (1995), 'Latin planetary studies', *Physics* **32**, 217–226.
- EASTWOOD, B. (1997), 'Astronomy in christian latin europe, C. 500-C. 1150', *Journal for the history of astronomy* **28**, 235–258.
- EASTWOOD, B. (1998), Astronomy, astrology and computus, *in* R. HALLEUX & J. D. NORTH, Hg., 'Sciences in the medieval west', London, S. 1–45.
- EASTWOOD, B. (1999), Calcidius's commentary on Plato's *Timaeus* in latin astronomy of the 9th to 11th centuries, *in* A. V. LODI NAUTA, Hg., 'Between demonstration and imagination: Essays presented to John D. North', Leiden, S. 171–209.
- EASTWOOD, B. (2000*a*), 'Astronomical images and planetary theory in Carolingian studies of Martianus Capella', *Journal for the history of astronomy* **31**, 1–28.
- EASTWOOD, B. (2000*b*), 'Astronomical images and planetary theory in Carolingian studies of Martianus Capella', *Journal for the history of astronomy* **31**, 1–28.
- EASTWOOD, B. (2001), 'Johannes Scottus Eriugena, sun-centred planets, and Carolingian astronomy', *Journal for the history of astronomy* **32**, 281–325.
- EDGERTON, S. Y. (1980), The Renaissance artist as quantifier, *in* M. HAGEN, Hg., 'The perception of pictures', New York, S. 179–213.
- EDGERTON, S. Y. (1991), *The heritage of Giotto's geometry. Art and science on the eve of the scientific revolution*, Ithaca.

- EISENSTEIN, E. (1969), 'The advent of the printing and the problem of the Renaissance', *Past and present* **45**, 19–89.
- EISENSTEIN, E. (1979), *The printing press as an agent of change*, Cambridge.
- FERGUSON, E. S. (1992), *Engineering and the mind's eye*, Cambridge.
- FOLKERTS, M. (1970), Boethius *Geometrie II : Ein mathematisches Lehrbuch des Mittelalters*, Wiesbaden.
- GOODING, D; PINCH, R. S. S., Hg. (1989), *The uses of experiment: studies in the natural sciences*, Cambridge.
- GOODMAN, N. (1976), *Languages of art*, Cambridge.
- GOODMAN, N. (1998), *Sprachen der Kunst. Entwurf einer Symboltheorie*, 2. Aufl., Suhrkamp, Frankfurt/ Main.
- GRASSHOFF, G. & EASTWOOD, B. (2003a), Planetary diagrams – descriptions, models, theories: from Carolingian deployments to Copernican debates, in W. LEVEFRE, Hg., 'Images in the emergence of modern science', Im Druck befindlich.
- GRASSHOFF, G. & EASTWOOD, B. (2003b), *Planetary diagrams for the latin classics, 800-1500*, Bern studies in the history and philosophy of science, Bern.
- GRASSHOFF, G., LIESS, H.-C. & NICKELSEN, K. (2001), *Compago. Der systematische Bildvergleich*, Bern studies in the history and philosophy of science, Bern.
- GRASSHOFF, G., LIESS, H.-C. & NICKELSEN, K. (2002), *Zur Theorie wissenschaftlicher Abbildungen*, Bern.
- GRANT, E. (1978), Cosmology, in D. C. LINDBERG, Hg., 'Science in the Middle Ages', Chicago, S. 265–302.
- GRANT, E. (1996), *Planets, stars, and orbs*, Cambridge.
- GRASSHOFF, G., CASTIES, R. & NICKELSEN, K. (2000), *Zur Theorie des Experiments. Untersuchungen am Beispiel der Entdeckung des Harnstoffzyklus*, (Educational materials; 2), Bern Studies in the History and Philosophy of Science, Bern.

- HALL, B. S. (1979), *The technological illustrations of the so-called „Anonymous of the illussite wars“*, Wiesbaden.
- HALL, B. S. (1996), The didactic and the elegant, in B. S. BAIGRIE, Hg., 'Picturing knowledge', Toronto, S. 3–39.
- HASSIG, D. (1995), *Medieval bestiaries: Text, image, ideology*, Cambridge.
- HOENIGER, D. F. (1985), How plants and animals were studied in the mid-sixteenth century, in W. HOENIGER, D. F; SHIRLEY, Hg., 'Science and the arts in the Renaissance', Washington, S. 130–148.
- HULTON, P. (1985), Realism and tradition in ethnological and natural history imagery of the 16th century, in A. ELLENUS, Hg., 'The natural sciences and the arts: aspects of interaction from the Renaissance to the twentieth century', Stockholm.
- HUNGER., H. (1988), *Die Textüberlieferung der antiken Literatur und der Bibel*, München.
- IVINS, W. M. (1953), *Prints and visual communication*, Cambridge, Mass.
- KEMP, M. (1990), 'Taking it on trust: form and meaning in naturalistic representation', *Archives of natural history* **17**, 127–188.
- KEMP, M. (1996), Temples of the body and temples of the cosmos: vision and visualization in the Vesalian and Copernican Revolutions, in B. S. BAIGRIE, Hg., 'Picturing knowledge', Toronto, S. 40–85.
- KING, V. (1969), *An investigation of some astronomical excerpts from Plinys Natural History found in manuscripts of the earlier Middle Ages*, Oxford.
- KNIGHT, D. M. (1985), Scientific theory and visual language, in A. ELLENUS, Hg., 'The natural sciences and the arts: aspects of interaction from the Renaissance to the twentieth century', Stockholm, S. 106–124.
- LEONARDI, C. (1959), 'I codici di Marziano Capella', *Aevum* **33**, 443–489.
- LÖFFLER, K. & MILDE, W. (1997), *Einführung in Die Handschriftenkunde*, Stuttgart+.

- LIESS, H.-C. (1999), *Historische Genese und Wissenschaftliche Funktion der Astronomischen Diagramme Zu Capellas "Hochzeit der Philologie mit Merkur" und Ihre Rezeption im 16. Jahrhundert.*, Berlin. Unveröffentlichte Magisterarbeit.
- LINDBERG, D. C. (1994), *Von Babylon bis Bestiarum: Die Anfänge des abendländischen Wissens*, Stuttgart.
- LINDGREN, U. (1992), *Die Artes Liberales in Antike und Mittelalter*, München.
- LOHRMANN, D. (1993), Alcuins Korrespondenz mit Karl dem Großen über Kalender und Astronomie, in P. L. BUTZER & D. LOHRMANN, Hg., 'Science in western and eastern civilization in Carolingian times', Basel, S. 79–114.
- LUNDGREEN, P. (1980), *Sozialgeschichte der deutschen Schule im Überblick*, Göttingen.
- LYNCH, M. (1990a), The externalized retina: selection and mathematization in the visual documentation of objects in the life sciences, in S. LYNCH, M; WOOLGAR, Hg., 'Representation in scientific practice', Cambridge, Mass., S. 153–186.
- LYNCH, M. (1991), Science in the age of mechanical reproduction: moral and epistemic relations between diagrams and Photographs, in P. RUSE, M; TAYLOR, Hg., 'Biology and philosophy. Special issue on pictorial representations in biology', S. 205–226.
- LYNCH, M; WOOLGAR, S., Hg. (1990b), *Representations in scientific practice*, Cambridge, Mass.
- MAAS, P. (1959), *Textkritik*, Leipzig.
- MACROBIUS (1963), *Ambrosii Theodosii Macrobiani commentarii in Somnium Scipionis*, Teubner, Leipzig.
- MACROBIUS (1990), *Commentary on the dream of scipio*, Columbia University Press, New York.
- MAHONEY, M. (1985), Diagrams and dynamics. Mathematical perspectives on Edgertons thesis, in W. HOENIGER, F. D; SHIRLEY, Hg., 'Science and the arts in the Renaissance', Washington, S. 198–217.

- MAIENSCHEN, J. (1991), 'From presentation to representation in E. B. Wilsons „The Cell“', *Biology and philosophy. Special issue on pictorial representation in biology* 6, 227–254.
- MANION, M. (1991), *Medieval texts and images: studies of manuscripts from the middle ages*, Chur; New York.
- MAURUS, H. (1979), *De Computo*, Turnhout.
- MCCCLUSKEY, S. C. (1993), Astronomies in the latin west from the fifth to the ninth centuries, in P. L. BUTZER & D. LOHRMANN, Hg., 'Science in western and eastern civilization in Carolingian times', Basel, S. 139–156.
- MCCCLUSKEY, S. C. (1998), *Astronomies and cultures in early medieval europe*, Cambridge.
- MCKITTERICK, R. (1977), *The Frankish church and the Carolingian reforms 789-895*, London.
- MOSER, S. (1996), Visual representation in archaeology: depicting the missing link in human origins, in B. S. BAIGRIE, Hg., 'Picturing knowledge', Toronto, S. 184–214.
- MURDOCH, J. (1984), *The album of science*, New York.
- NICKELSEN, K. (1999), *Pflanzenzeichnungen des 18. Jahrhunderts zwischen Naturtreue und Theorie*, Bern. Im Druck befindlich.
- O'CROININ, D. (1993), The Irish as mediators of antique culture on the continent, in P. L. BUTZER & D. LOHRMANN, Hg., 'Science in western and eastern civilization in Carolingian times', Basel, S. 41–51.
- PANOFSKY, E. (1962), Artist, scientist, genius: notes on the 'Renaissance Dämmerung', in K. W. FERGUSON, Hg., 'Six essays. The Renaissance', New York, S. 121–182.
- PEDERSEN, O. (1978), Astronomy, in D. C. LINDBERG, Hg., 'Science in the middle ages', London, S. 303–337.
- PLINIUS (1888), *Auszüge aus der naturgeschichte des C. Plinius Secundus in einem astronomisch-komputistischen Sammelwerke des achten Jahrhunderts*, Akademische Buchdruckerei von F. Straub, München.

- PLINIUS (1997), *Naturkunde*, Bd. XVIII, Artemis & Winckler Verlag, Zürich.
- POULLE, E. (1982), 'Planetenbewegung', *Lexikon des Mittelalters* S. 2200–2204.
- RABY, F. J. (1953), *Christian latin poetry*, London.
- RUDWICK, M. (1976), 'The emergence of a visual language for geological science 1760-1840', *History of science* **14**, 149–195.
- RUSE, M; TAYLOR, P., Hg. (1991), *Pictorial representations in biology. Special issue of Biology and Philosophy*.
- SANTILLANA, D. G. (1960), *The role of art in the scientific renaissance*, Cambridge.
- SARGENT, P. (1991), 'On the use of visualizations in the practice of science', *Philosophy of science; supplement* **63**, 230–238.
- SCHWEBER, S. S. (1986), 'Feynman and the visualization of space-time processes.', *Reviews of modern physics* **58**, 449–508.
- SEVILLA, I. V. (1911), *Etymologiarum sive originum libri XX*, Oxford.
- SHANZER, D. (1986), *A philosophical and literary commentary on Martianus Capellas de nuptiis Philologiae et Mercurii*, Berkeley.
- TONGIORGI, T. (1988), 'Image, symbol and word on the title plates and frontispieces of scientific books from the 16. and 17. centuries', *Word and image: a journal of verbal and visual enquiry* **4**, 372–382.
- TOPPER, D. (1996), Towards an epistemology of scientific illustration, in B. S. BAIGRIE, Hg., 'Picturing Knowledge', Toronto, S. 215–249.
- TOURS, G. V. (1885), *De cursu stellarum ratio*, Hannover.
- TROST, V. (1991), *Skriptorium: Buchherstellung im Mittelalter*, Stuttgart.
- TUFTE, E. (1997), *The visual display of quantitative information*, Cheshire.
- VARGA, A. K. (1989), 'Criteria for describing word- and image relations', *Poetics today* **10**, 31–53.
- YATES, A. F. (1966), *The art of memory*, London.