

Jürgen Sarnowsky

**Theoriesysteme im Wandel**

Von der aristotelisch-scholastischen Theorie der Bewegung zur klassischen Physik und Astronomie

aus:

Rüdiger Valk (Hg.), Ordnungsbildung und Erkenntnisprozesse

S. 21–32

## Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Die Online-Version dieser Publikation ist auf der Verlagswebseite frei verfügbar (*open access*). Die Deutsche Nationalbibliothek hat die Netzpublikation archiviert. Diese ist dauerhaft auf dem Archivserver der Deutschen Nationalbibliothek verfügbar.

*Open access* verfügbar über die folgenden Webseiten:

Hamburg University Press – <http://hup.rrz.uni-hamburg.de>

Archivserver der Deutschen Nationalbibliothek – <http://deposit.d-nb.de>

ISBN der Printversion 3-937816-25-9

© 2006 Hamburg University Press, Hamburg

Rechtsträger: Staats- und Universitätsbibliothek Hamburg, Deutschland

Produktion: Elbe-Werkstätten GmbH, Hamburg, Deutschland

<http://www.ew-gmbh.de>

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	7
<i>Rüdiger Valk</i>	
Zur Bildung der Ordnung der Bildung .....	11
Vorschlag für ein transdisziplinäres Forschungsprogramm zur Ordnungs- und Erkenntnisbildung – und für einen soziologischen Beitrag	
<i>Roman Langer, Rolf von Lüde</i>	
<b>Theoriesysteme im Wandel .....</b>	<b>21</b>
<b>Von der aristotelisch-scholastischen Theorie der Bewegung zur klassi- schen Physik und Astronomie</b>	
<i>Jürgen Sarnowsky</i>	
Theorie-Revision – normative und deskriptive Aspekte .....	33
<i>Ulrich Gähde</i>	
Wie sich die Kommunikation ordnet .....	47
Anmerkungen zur kommunikationsorientierten Modellierung sozialer Sichtbarkeit	
<i>Thomas Malsch, Rasco Perschke, Marco Schmitt</i>	
Theoriebewertung und Modellerstellung .....	63
Ein Erfahrungsbericht	
<i>Michael Köhler, Rüdiger Valk</i>	
Das Mikropolis-Modell als transdisziplinärer Ansatz für Orientierungswissen in informatiknahen Disziplinen .....	77
<i>Detlev Krause, Marcel Christ, Arno Rolf</i>	

Konfliktlösung als Grundlage intelligenten Handelns . . . . .	87
<i>Wolfgang Menzel</i>	
Emotion als theorieleitende Kategorie in Soziologie und Informatik . . . . .	103
Zur emotionsbasierten Modellierung von Strukturdynamiken in künstlichen und natürlichen Gesellschaften	
<i>Daniel Moldt, Julia Fix, Rolf von Lüde, Christian von Scheve</i>	
Wissensformation und -formatierung . . . . .	117
<i>Torsten Meyer</i>	
Beitragende . . . . .	131

# Theoriesysteme im Wandel

Von der aristotelisch-scholastischen Theorie der Bewegung zur klassischen Physik und Astronomie

*Jürgen Sarnowsky*

Die Lehren einer Wissenschaft bilden ein geordnetes System, das eine interne Plausibilität und Kompatibilität voraussetzt. Neue Sichtweisen und Erkenntnisse lassen sich entweder in das System einfügen oder sie stören die überkommene Ordnung und führen zur Verwerfung und Neuformulierung einzelner Komplexe – oder gegebenenfalls sogar des gesamten Systems. Wie die neuen Sichtweisen und Erkenntnisse aufkommen, sich verbreiten, rezipiert und integriert werden, lässt sich am besten an historischen Beispielen diskutieren, die bereits abgeschlossene Prozesse bilden, auch wenn sie durch die Überlieferung nur in Ausschnitten fassbar werden.

Ein vielfach, aber bis heute nicht umfassend untersuchtes Beispiel ist der Übergang von der aristotelisch geprägten, aber scholastisch überformten Naturphilosophie des späteren Mittelalters zur Wissenschaftlichen Revolution und den aus ihr erwachsenden Naturwissenschaften in ihrer „klassischen“ Ausprägung. Für die bisherigen Ansätze sind etwa die Arbeiten von Thomas Kuhn (1979), Hans Blumenberg (1975/1981) und Amos Funkenstein (1971 und 1986) zu nennen.

1.

Betrachtet man den Prozess aus der Perspektive des älteren wissenschaftlichen Theoriesystems, gab es im ausgehenden Mittelalter eine Reihe von Komplexen, für die die Vorgaben Aristoteles' und der älteren Theoretiker

keine hinreichende oder zumindest nur eine umstrittene Lösung boten, so insbesondere:

- die ontologische Bestimmung von Bewegung, im Lichte neuer philosophischer Ansätze speziell des Nominalismus,
- die mathematische Bestimmung der Faktoren in der Bewegung, speziell der bewegendes Kraft und des Widerstands (Die Frage lautet dabei: Wann kommt Bewegung zustande?),
- die Abhängigkeit der Bewegung vom Medium (Widerstand wurde als notwendiges Element verstanden, aber bei der Division durch Null resultierte eine unendlich schnelle, damit faktisch unmögliche Bewegung),
- die physikalische, mathematische und ontologische Erklärung der Wurfbewegung, das heißt die ontologische Beschreibung der Ursachen, für die die Prinzipien der Bewegung gelten müssen, aber auch die Rolle der Luft zu beachten ist,
- die physikalische und ontologische Erklärung von weiteren irdischen und himmlischen Bewegungen (Ist die Ursache der Beschleunigung im Fall gewaltsam? Lässt sich die Ursache der Himmelsbewegung auf Intelligenzen zurückführen?),
- die daraus folgende kosmologische Ordnung, das heißt die Ordnung der Elemente zur Erklärung von Bewegungen, mit der Erde im doppelten Sinne im Zentrum (als Element und „Himmelskörper“ am Ende einer Kausalkette).

In Antwort darauf wurden neue Theorien vorgeschlagen und verbreitet:

- eine andere ontologische Bestimmung von Bewegung (insbesondere Ockhams Erklärung von Bewegung als Abfolge von Orten, die ein Körper einnimmt),
- ein erstes Bewegungsgesetz mit modernen mathematischen Formalismen (Bradwardines Bewegungsgesetz, das faktisch einen Logarithmus für das Verhältnis der Kraft zum Widerstand annimmt),
- die Möglichkeit der Bewegung im Vakuum (als Folge der *potentia Dei absoluta*, die ein Vakuum zur logischen Möglichkeit werden lässt; die Berücksichtigung von retardierenden Faktoren wie zum Beispiel innerem Widerstand eines *mixtum* ermöglicht dann die Bewegung),
- die Erklärung der Wurfbewegung durch innere Faktoren (einen „Impetus“, der die Vorstellung eines Antriebs oder „Schwungs“ durch „eingel-

- prägte Kraft“ beinhaltet, vertreten unter anderem durch Philoponus, Franciscus de Marchia und Johannes Buridan),
- die Übertragung dieser Erklärung auf irdische und himmlische Bewegungen (das heißt der Impetus im Fall erklärt die Beschleunigung, der Impetus in Himmelsbewegungen macht die Annahme von Intelligenzen überflüssig),
  - die Offenheit von geo- und heliozentrischem System (denn der Modellcharakter – fassbar auch in der Forderung des *sozein ta phainomena*, das heißt, dass die mathematischen Modelle nur den sichtbaren Erscheinungen entsprechen müssen – erlaubt Gedankenexperimente, zum Beispiel das eines um das Zentrum der durch einen Kanal ausgehöhlten Erde pendelnden Körpers oder der täglichen Erdrotation).

Alle vorgeschlagenen Lösungen stellten auf die eine oder andere Weise die aristotelisch-scholastischen Grundlagen in Frage, insbesondere:

- die bisherige Bestimmung von Bewegung, die meist als *forma fluens* oder *fluxus formae*, jedenfalls dinglich, erfolgte,
- die bisherigen Regeln und Prinzipien der Bewegung, speziell die aristotelischen Regeln, die ein einfaches Verhältnis nahe legen, aber auch die Avempace-Version einer Differenz von Kraft und Widerstand,
- die Ablehnung des Vakuums, für die der Grundsatz *natura abhorret vacuum* formuliert wurde,
- die Erklärung der Wurfbewegung durch äußere Faktoren (Ist der Impetus tatsächlich ontologisch unterscheidbar?),
- die klare Trennung zwischen irdischer und himmlischer ‚Physik‘, fassbar in der Vorstellung der vier Elemente im sublunaren Bereich und der *quinta essentia*, des fehlenden Widerstands der Himmelskörper, der besonderen Geschwindigkeit,
- ein hierarchisches, in doppeltem Sinne geozentrisches Weltbild, das die Erde nicht nur im Zentrum, sondern am Ende einer Kausalkette sieht.

Begreift man die aristotelischen Lehren und ihre traditionelle Interpretation als ein Theoriesystem – wie das auch die Zeitgenossen taten –, so lässt sich mit den Problemfeldern und den Antworten eine Krise dieser Ordnung fassen, die als Vorbereitung oder zumindest Vorgeschichte der Wissenschaftlichen Revolution des 17. Jahrhunderts verstanden werden kann. Es stellt sich die Frage nach den damit verbundenen Erkenntnisprozessen, wie es

zu den internen Revisionen und schließlich zur Aufgabe der bisherigen Ordnung kam.

Viele der bisherigen Forschungen und Projekte sind diesen Fragen insbesondere für das 14. Jahrhundert nachgegangen, für die Pariser „Schule“ der Jahrzehnte um 1350 (Johannes Buridan, Albert von Sachsen, Nicole Oresme, Marsilius von Inghen). Dagegen ist bisher das 15. Jahrhundert in diesem Kontext insgesamt noch zu wenig beachtet worden. Eine daran anschließende Projektarbeit könnte folglich die Entwicklungen im 15. Jahrhundert untersuchen, genauer die angesprochenen Problemfelder anhand ungedruckter Kommentare zur aristotelischen Physik, zu *De Caelo* sowie zum scholastischen *De Sphaera* erforschen.

2.

Als Beispiel sollen die Diskussionen zur Kosmologie behandelt werden. Die „Wissenschaftliche Revolution“ des 16.–18. Jahrhunderts nahm ihren Anfang in der Astronomie, als Nikolaus Copernicus erstmals systematisch für das heliozentrische System eintrat. Da zumindest bis Galilei kein Beweis dieser Annahme möglich war, setzten sich die Diskussionen bis ins 17. Jahrhundert fort, nicht nur auf Grundlage der neuen Systeme, etwa von Tycho Brahe oder Johannes Kepler, sondern durchaus weiterhin mit theologischen Argumenten und auf der Basis älterer Schriften. An den Universitäten spielte die um 1230 entstandene Schrift *De Sphaera* des Engländers Johannes de Sacrobosco schon seit dem 13. Jahrhundert eine zentrale Rolle, neben der Kommentierung der aristotelischen Naturphilosophie. Sie wurde nicht nur vielfach rezipiert, sondern immer wieder auf verschiedene Weise interpretiert und kommentiert. Diese Kommentierung – die sich sowohl in Form von Literal- wie Problemcommentaren erhalten hat, also von dem Wortlaut eng am Text folgenden Kommentaren und „freieren“ Fragestellungen – erlaubt sowohl einen Eindruck von den systemkonformen Lösungen wie von Tendenzen der „Aufweichung“ und neuen Sichtweisen. Neben *De Sphaera* selbst möchte ich kurz drei Kommentatoren vorstellen:

- Robertus Anglicus (um 1271), Kommentar,
- Albert von Sachsen († 1390), Quaestionen,
- Nicole Oresme († 1382), Quaestionen.

Johannes de Sacrobosco bietet im ersten Buch von *De Sphaera* eine sehr vereinfachte, konventionelle Sicht des geozentrischen Systems, die die Himmelsbewegungen in den ihnen zugeordneten Sphären knapp und unter Verwendung nur weniger mathematischer Elemente beschreibt. Nach einer Beweisführung über die Sphärizität von Himmel und Erde wendet er sich der Anschauung entnommenen Argumenten für die Zentralität der Erde zu:

„Dass die Erde in der Mitte des Firmaments ist, kann so gezeigt werden: Für Personen auf der Erdoberfläche erscheinen die Sterne immer von gleicher Größe, egal, ob sie in der Mitte des Himmels stehen, gerade auf- oder untergehen, und das kommt daher, dass die Erde von ihnen denselben Abstand hat. Denn wenn die Erde in einer Richtung näher zum Firmament wäre als in einer anderen, würde eine Person, die sich an einem Punkt aufhält, der näher zum Firmament ist, nicht die Hälfte des Himmels sehen. Aber das steht im Gegensatz zu Ptolemäus und den anderen Philosophen, die sagen, dass für den Menschen, egal, wo er lebt, [...] immer die Hälfte des Himmels sichtbar ist und die Hälfte verborgen.“<sup>1</sup>

Die Unbeweglichkeit der Erde wird jedoch mit Hilfe der Lehre von den vier Elementen (Erde, Wasser, Luft und Feuer) begründet – den vielfältigen naturphilosophischen Zusammenhängen entsprechend:

„Dass die Erde als unbeweglich in der Mitte von allem angenommen wird, obwohl sie am schwersten ist, scheint so erklärbar zu sein: Jedes schwere Ding tendiert zum Zentrum. Das Zentrum aber ist ein Punkt in der Mitte des Firmaments. Deshalb tendiert die Erde, weil sie das Schwerste ist, auf natürliche Weise zu diesem Punkt.“<sup>2</sup>

Diese Begründung durch die Lehre von den vier Elementen wurde auch von den Kommentatoren übernommen – wie überhaupt das kosmologische System in der Regel in Darstellungen mit dieser Lehre verbunden wird.

---

<sup>1</sup> Johannes de Sacrobosco: *De Sphaera*, c. 1 = Thorndike (1949), S. 84; meine Übersetzung (auch jeweils im Folgenden).

<sup>2</sup> Ebd., S. 84–85.

Auch Robertus Anglicus übernimmt diese Argumentation ohne eigene Ergänzungen. Allerdings ergänzt er eine Reihe von Gründen, warum der Himmel (und damit auch die unter die Planeten eingeordnete Sonne) bewegt ist – im Gegensatz zu der als unbeweglich gedachten Erde:

„Es sollte vermerkt werden, dass es vier Gründe gibt, warum der Himmel kontinuierlich bewegt ist. Der erste ist, dass er sich seinem Schöpfer annähern will – [...] weil er ihn nie erreicht, deshalb hört er nie auf, sich zu bewegen. Der zweite Grund ist die anhaltende Wärme im irdischen Bereich – [...] weil diese Wärme durch Bewegung entsteht, ist der Himmel kontinuierlich bewegt. Der dritte Grund ist, [dass] [...] ohne die Himmelsbewegung nichts hier unten bewegt wäre. Der vierte Grund ist der Einfluss der Sternkräfte auf die verschiedenen Teile der Erde. Denn wenn der Himmel stillstände, würde ein Stern im Himmel seinen Einfluss nur auf einen Teil der Erde ausüben [...].“<sup>3</sup>

Auch diese Argumente gehen über astronomische Grundsätze hinaus: Sie reichen von der Teleologie bis zur Annahme einer kosmologischen Kausalität, nach der die irdischen Veränderungen durch die Himmelsbewegungen verursacht werden, die irdische Wärme wie die irdischen Prozesse allgemein, und zwar in völliger, durch die Himmelsbewegung verursachter Gleichmäßigkeit.

All dies bedeutet jedoch nur eine Vernetzung, Verdichtung der bisherigen Lehren, die keine Zweifel erkennen lässt. Dies ändert sich in den Problemcommentaren seit dem 14. Jahrhundert, die – zumindest spielerisch – einige der Elemente des Theoriesystems in Frage stellen.

So findet sich bei Albert von Sachsen in seinem Kommentar zu *De Sphaera* folgende (4.) *Quaestio*: „Ob es vernünftiger ist anzunehmen, dass die Erde bewegt ist und der Himmel ruht, als umgekehrt“.<sup>4</sup> Wie in einer *Quaestio* üblich, werden dafür Eingangsargumente genannt, die später widerlegt werden, aber schon gewisse „Denkanstöße“ vermitteln:

„Und es wird argumentiert, dass dies der Fall ist, denn weil die anderen drei Elemente bewegt sind, etc. [...] Weil die Elementar-

<sup>3</sup> Robertus Anglicus, *Commentary on De Sphaera*, lect. 3 = Thorndike (1949), S. 154.

<sup>4</sup> Albert von Sachsen, qu. 4, fol. 159rb.

region sich kontinuierlich verändert, gibt es keinen geringeren Grund für die Erde, anzunehmen, dass sie bewegt ist, als für die anderen Elemente.“<sup>5</sup>

Ähnlich wie bei Johannes de Sacrobosco wird hier die Lehre der vier Elemente herangezogen, allerdings ihre von Robertus Anglicus betonte Veränderbarkeit, die auch eine Erdbewegung nicht ausschließt. Das wird durch ein weiteres Eingangsargument bekräftigt:

„Es scheint schließlich, dass es nicht vernünftiger ist, anzunehmen, dass der Himmel bewegt ist und die Erde ruht, als umgekehrt, denn es ist gleichermaßen möglich, den Auf- und Untergang der Sterne durch die tägliche Bewegung der Erde von West nach Ost zu erklären wie durch die tägliche Bewegung des Himmels und die Ruhe der Erde.“<sup>6</sup>

Albert von Sachsen will jedoch diese Argumente nicht aufnehmen. Vielmehr löst er den ersten Einwand durch die kontinuierliche Veränderung der Teile der Erde, die aber nicht den Ort der Erde verändern – hier ist der unscharfe Bewegungsbegriff der aristotelisch-scholastischen Naturphilosophie anzuführen. Zum zweiten Argument verweist er (zu Unrecht) darauf, dass die Oppositionen und Konjunktionen der Planeten und ihre Abstände zu den Fixsternen nicht unter der Annahme einer täglichen Erdbewegung gewahrt werden könnten. Wesentlich sind aber für ihn „physikalische“ Argumente. So stellt er fest:

„Wenn dies der Fall wäre [die tägliche Rotation von West nach Ost; J. S.], würde folgen, dass es schwieriger wäre, nach Westen zu laufen als nach Osten, was der Erfahrung widerspricht. Die Folgerung kann gezeigt werden, denn wenn die Erde von West nach Ost und die Luft mit ihr bewegt wird, findet der, der nach Westen läuft, die Luft gegen sich bewegt. [...] Es folgt [weiter], dass ein schwerer [Körper], der direkt nach oben geworfen wird, nicht

---

<sup>5</sup> Ebd.

<sup>6</sup> Ebd.

auf den Ort herunterfallen würde, von dem aus er bewegt wurde [...], weil [...] [dann] die Erde sich weiterbewegt hätte [...].“<sup>7</sup>

Erscheint die erste Begründung noch kurios, stellt das zweite Argument in der Tat ein Problem dar, das ohne die Kepler'sche Annahme der Gravitation kaum lösbar ist. So oder so führt aber die offenere Form des Herangehens bei Albert von Sachsen schon zu weiter gehenden Fragestellungen, die das bisherige Theoriesystem nicht mehr selbstverständlich erscheinen lassen und einen – erfahrungsgestützten – Wandel andeuten.

Dies setzt sich beim letzten der genannten Autoren fort, bei Nicole Oresme. Er fragt in seiner 8. *Quaestio*, ob die Erde kreisförmig bewegt ist. Grundlage seiner Lösung ist die Relativität von Bewegungen, über die er ausführliche Überlegungen anstellt. So schließt er zu Beginn:

„Wenn es im Universum nichts gäbe außer zwei Körpern und ihren Teilen oder Inhalten und einer von ihnen bewegt wäre, sage ich, dass man durch keine Erfahrung oder Evidenz erkennen kann, welcher von beiden bewegt ist oder ob beide bewegt sind. [...] Beispiel: Sokrates ist auf dem Meer auf einem Schiff und er kann nichts sehen außer seinem Schiff und einem anderen, dann ist klar, dass ihm das, was er als Ergebnis der Bewegung seines Schiffs sehen kann, als Folge der Bewegung des anderen Schiffs erscheinen würde.“<sup>8</sup>

Diese Beobachtung überträgt er unmittelbar auf die Frage der Erdbewegung:

„Daraus ist evident, dass, wenn sich die Erde kreisförmig auf dieselbe Weise wie der Himmel bewegen würde, die tägliche Drehung nicht wahrgenommen würde.“<sup>9</sup>

Aber auch Oresme greift nicht nur auf physikalische, sondern auf logische und wissenschaftssystematische Argumente zurück:

<sup>7</sup> Ebd., fol. 159va–b.

<sup>8</sup> Oresme (1966), qu. 8, S. 154, 156.

<sup>9</sup> Ebd., S. 156.

„[Die Erddrehung ist wahr,] weil das vergeblich durch viele Prozesse geschieht, dessen Erscheinung wir durch weniger bewahren können. Aber weniger werden angenommen, wenn man eine solche Bewegung der Erde voraussetzt, und viele, wenn man die Bewegung des Himmels annimmt, der sehr groß in Relation zur Erde ist. [...] Und so können alle Erscheinungen und die gesamte Astronomie bewahrt werden.“<sup>10</sup>

Für die Annahme der Erdrotation spricht somit auch das nicht zuletzt von Wilhelm von Ockham formulierte „Ökonomieprinzip“ der Wissenschaft, nach dem jedes Ziel immer mit möglichst wenigen Annahmen und Prozessen erreicht werden sollte, und da die himmlischen Erscheinungen auch mit dieser Annahme erklärbar sind, muss nicht von einer Bewegung des gesamten Himmels ausgegangen werden. Oresme setzt dies dann auch um, indem die Bewegung des „ersten Himmels“ der Fixsterne auf die Erde übertragen wird, unter Beibehaltung anderer Bewegungen. Er setzt sich aber auch mit Argumenten aus der Alltagserfahrung auseinander, wie sie Albert von Sachsen ins Feld geführt hatte. Dabei löst er – fast auf moderne Weise – das Problem des nach oben geworfenen Körpers:

„Im Hinblick auf den Stein sage ich, dass ein Stein auf den Ort unter sich fällt, denn während er fällt, wird er zusammen mit dem Ort nach Osten bewegt, so dass er in einer gewissen Bewegung bewegt ist, die aus kreisförmiger und gradliniger Bewegung zusammengesetzt ist.“<sup>11</sup>

Am Ende führt Oresme schließlich alle Argumente – auch theologische – in dem Ergebnis zusammen, dass doch die Ruhe der Erde die wahrscheinlichere Lösung sei:

„Ich sage nun in der Tat, [...] dass es die Wahrheit ist, dass die Erde nicht so bewegt ist, sondern nur der Himmel. Allerdings sage ich [auch], dass dieser Schluss auf keine Weise bewiesen werden kann, sondern nur durch Überzeugung angenommen

---

<sup>10</sup> Ebd., S. 158, 160.

<sup>11</sup> Ebd., S. 168.

werden kann, wie das genauso für die gegenteilige Position gilt, so dass er nur geglaubt werden kann.“<sup>12</sup>

Schon diese vier Beispiele zeigen die Komplexität eines Theoriesystems – hier der aristotelisch-scholastischen Naturphilosophie – und des Rahmens, in dem sich Wandlungen vollzogen. Folgende Aspekte wurden angesprochen:

- die Bedeutung der „Erscheinungen“, also des sinnlich und ohne Hilfsmittel Wahrnehmbaren (Größe der Sterne, Ausschnitt des Himmels, Auf- und Untergang von Sternen, Oppositionen und Konjunktionen),
- die Lehre von den vier Elementen (natürliche Bewegung der Elemente, natürlicher Ort der Erde),
- das Verhältnis zwischen himmlischen und sublunaren Körpern (kosmische Kausalität, Übertragung von Wärme),
- der „Ökonomieaspekt“ der Wissenschaft (Bewegung eines Körpers oder vieler Körper),
- physikalische Prozesse (Fallbewegung, Widerstand in Bewegungen, Zusammenhang zwischen nicht in direktem Kontakt stehenden Körpern).

Wandlungen vollzogen sich zumeist nicht durch die Aufgabe einer älteren Lehre, sondern durch das Heranziehen eines anderen Aspekts. Eine Rolle spielten sicher auch die jeweiligen Textzusammenhänge (*De Sphaera* und *De Caelo*) und Kommentarformen (Literalkommentar, Paraphrase, *Quaestio*). Keiner der vorgestellten Autoren gibt das geozentrische zu Gunsten des heliozentrischen Systems auf, und doch suggeriert die hier vorgestellte Abfolge ein schrittweises Hinterfragen der überlieferten Prinzipien. Zweifellos gibt es jedoch hierbei keine irgendwie linearen Veränderungen; vielmehr müssten zahlreiche Autoren jeweils für sich auf ihre Ansätze und Lösungen befragt werden.

### 3.

Wie könnte folglich ein Forschungsprojekt zum Thema „Theoriesysteme im Wandel. Von der aristotelisch-scholastischen Theorie der Bewegung zur

---

<sup>12</sup> Ebd., S. 170.

klassischen Physik und Astronomie“ aussehen? Folgende Schritte wären zu gehen:

1. die Identifikation eines Problem-„Clusters“ und einer (oder mehrerer) Textgattung(en);
2. die Erarbeitung der grundlegenden Elemente des damit verbundenen Theoriesystems;
3. die Sammlung und Strukturierung verschiedener Ansätze und Lösungen, unter möglichst breiter Nutzung des vorhandenen Materials und über einen relevanten Zeitraum (zum Beispiel 14.–16. Jahrhundert);
4. die Erarbeitung von Elementen, die zur Umgestaltung oder (schließlich) zur Aufgabe des bisherigen Theoriesystems führten.

Ein solches Vorgehen verspricht Einsichten in die Prozesse wissenschaftlicher Erkenntnis, hier speziell im Vorfeld der Entstehung der „klassischen“ Astronomie und Physik. Es bliebe zu prüfen, ob durch eine historische Untersuchung auch systematische Erkenntnisse zu gewinnen sind.

## Quellen und Literatur (Auswahl)

### *Quellen*

Albert von Sachsen: *Quaestiones de Spera*. Ms. Wien, Dominikanerkloster 138/108. Fol. 157ra–180ra.

Oresme, Nicole (1966): *The Quaestiones de Spera*. Hg./übers. Garrett Droppers (PhD dissertation). Madison/Wisconsin.

Thorndike, Lynn (1949) (Hg.): *The Sphere of Sacrobosco and Its Commentators*. Chicago: Chicago University Press.

### *Literatur*

Blumenberg, Hans (1975): *Die Genesis der kopernikanischen Welt*. ND in 3 Bden. (1981). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Duhem, Pierre (1908): *ΣΩΖΕΙΝ ΤΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ*. *Essai sur la Notion de Théorie physique*. ND (1982). Paris: Vrin.

Ders. (1958–1984): *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*. 10 Bde. Versch. Aufl. Paris: Hermann.

- Fellmann, Ferdinand (1971): Scholastik und kosmologische Reform (Beiträge zur Geschichte der Philosophie und Theologie des Mittelalters, N. F. 6). Münster: Aschendorff.
- Funkenstein, Amos (1971): Some remarks on the concept of impetus and the determination of simple motion. In: *Viator. Medieval and Renaissance Studies* 2. S. 329–348.
- Ders. (1986): *Theology and the Scientific Imagination from the Middle Ages to the Seventeenth Century*. Princeton: Princeton University Press.
- Kren, Claudia (1983): Astronomy. In: Wagner, David L. (Hg.): *The Seven Liberal Arts in the Middle Ages*. Bloomington/Indiana: Indiana University Press. S. 218–247.
- Kuhn, Thomas S. (1979): *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen* (Englisch 2. Auflage 1970). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Maier, Anneliese (<sup>3</sup>1968): Zwei Grundprobleme der scholastischen Naturphilosophie. Das Problem der intensiven Größe. Die Impetustheorie (Studien zur Naturphilosophie der Spätscholastik II – *Storia e Letteratura*, 37). 3. Auflage. Roma: Edizioni di Storia e Letteratura.
- Sarnowsky, Jürgen (1989): *Die aristotelisch-scholastische Theorie der Bewegung. Studien zum Kommentar Alberts von Sachsen zur Physik des Aristoteles* (Beiträge zur Geschichte der Philosophie und Theologie des Mittelalters, N. F. 32). Münster: Aschendorff.
- Ders. (1991): Albert von Sachsen und die Astronomie des 14. Jahrhunderts. In: Biard, Joel (Hg.): *Itinéraires d'Albert de Saxe. Paris-Vienne au XIVe siècle (Études de philosophie médiévale)*. Paris: Vrin. S. 219–234.
- Ders. (1998): *Si extra mundum fieret aliquod corpus ...* Extrakosmische Phänomene und die Raumvorstellungen der „Pariser Schule“ des 14. Jahrhunderts. In: Aertsen, Jan A.; Speer, Andreas (Hg.): *Raum und Raumvorstellungen im Mittelalter (Miscellanea Mediaevalia, 25)*. Berlin, New York: Walter de Gruyter. S. 130–144.
- Ders. (1999): Place and Space in Albert of Saxony's Commentaries on the Physics. In: *Arabic Sciences and Philosophy* 9. S. 25–45.
- Ders. (2004): Nicole Oresme and Albert of Saxony's Commentary on the Physics: the Problems of Vacuum and Motion in the Void. In: Caroti, Stefano; Celerette, Jean (Hg.): *Quia inter doctores est magna dissensio. Les débats de philosophie naturelle à Paris au XIVe siècle*. Firenze: Olschki. S. 161–174.