

Lucian Blaga

*nap*  
new academic press

# Das Experiment und der mathematische Geist

Blickpunkt Rumänien  
Sonderband



Lucian Blaga

**Das Experiment und  
der mathematische Geist**

Übersetzt von Rainer Schubert

Lucian Blaga

**Das Experiment und  
der mathematische Geist**

Übersetzt von Rainer Schubert



Diese Publikation wurde ermöglicht durch die großzügige Unterstützung des Rumänischen Kulturinstituts, Bukarest (Institutul Cultural Român, București).



ÖSTERREICHISCH-  
RUMÄNISCHE  
GESELLSCHAFT  
www.austrom.eu

Die Herausgabe der Reihe „Blickpunkt Rumänien“ wird durch die Österreichisch-Rumänische Gesellschaft gefördert.

#### Lucian Blaga – Werkausgabe

Übersetzt von Rainer Schubert, bisher erschienen:

Lucian Blaga, Die luziferische Erkenntnis, LIT-Verlag, Münster, 2012 [Bd. 1]

Lucian Blaga, Das dogmatische Weltalter, LIT-Verlag, Münster, 2014 [Bd. 2]

Lucian Blaga, Die transzendente Zensur, Frank&Timme, Berlin, 2015 [Bd. 3]

Lucian Blaga, Über das philosophische Bewusstsein, Frank&Timme, Berlin, 2016 [Bd. 4]

Lucian Blaga, Das Experiment und der mathematische Geist, *nap*, Wien 2017, Bd. 5

*Die Bände 1–4 hatten keine Bandzählung, diese wurde ab Band 5 eingeführt.*

#### Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages oder der Autoren/Autorinnen reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2017 by new academic press, Wien  
[www.newacademicpress.at](http://www.newacademicpress.at)

ISBN: 978-3-7003-1993-1

Umschlaggestaltung: [www.b3k-design.de](http://www.b3k-design.de)  
Satz: Peter Sachartschenko  
Druck: Prime Rate, Budapest

## Inhalt

<b>Vorwort des Übersetzers</b> . . . . .	7
1 Einleitung. . . . .	7
2 Zum Inhalt des Buches. . . . .	9
2.1. Zur antik-aristotelischen Linie der Wissenschaft . . . . .	11
2.2. Zur galilei-newtonschen Linie der Wissenschaft . . . . .	14
2.3. Zur künftigen Rolle des Experiments . . . . .	17
3 Bemerkung des Übersetzers . . . . .	23
4 Danksagung des Übersetzers . . . . .	23
<b>1 Der Typus der galilei-newtonschen Wissenschaft und deren historische Voraussetzungen</b> . . . . .	<b>25</b>
<b>2 Die Logiker und die experimentelle Methode</b> . . . . .	<b>53</b>
<b>3 Methoden, Methodenpaare, Supramethode.</b> . . . . .	<b>67</b>
<b>4 Die Anschaulichkeit der Wissenschaft und der positivistische Irrtum</b> . . . . .	<b>133</b>
<b>5 Die Mathematisierung der wissenschaftlichen Forschungsmethoden und die philosophische Universalmathematik</b> . . . . .	<b>147</b>
<b>6 Weisen der Rationalisierung</b> . . . . .	<b>166</b>
<b>7 Der Gemeinsinn und die wissenschaftliche Erkenntnis</b> . . . . .	<b>177</b>
<b>8 Das Experiment und die Theorie</b> . . . . .	<b>185</b>
<b>9 Die beiden Entwicklungslinien des Experiments.</b> . . . . .	<b>201</b>
<b>10 Das Experiment, seine Freizügigkeit und seine Ergebnisse</b> . . . . .	<b>215</b>
<b>11 Präzise und statistische Gesetze</b> . . . . .	<b>222</b>
<b>ADDENDA</b> . . . . .	<b>233</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	<b>238</b>

---

## Vorwort des Übersetzers

### 1 Einleitung

Der Zweck dieses Vorworts liegt weniger darin, den Inhalt des Buches nur wiederzugeben, sondern auf seine immense Aktualität hinzuweisen. Schon der Titel „Das Experiment und der mathematische Geist“ verrät, dass es sich um einen Grundzug unseres Zeitalters handelt. Das eine wie das andere, Experiment und Mathematik, bilden ein unauflösliches Gespann und stehen in wechselseitiger Abhängigkeit zueinander. Aber nicht nur das. Sie durchdringen den gesamten Wissenschaftsbetrieb und sind daraus nicht mehr wegzudenken. Sie charakterisieren geradezu dasjenige, was unter Wissenschaft zu verstehen ist. Das Ideal Galileis, die Natur in Form eines Experiments zu befragen und alles zu messen, was messbar ist, sowie dasjenige messbar zu machen, was noch nicht messbar ist, hat sich nicht nur in der Physik erfüllt, sondern, nach diesem Vorbild, längst auf alle anderen Wissenschaften übergriffen.

Lucian Blaga hat seine Schrift in den Jahren 1949 – 1953 verfasst. Sie gehört zur Gruppe seiner erkenntnistheoretischen Werke, deren Grundlage die sogenannte „Trilogie der Erkenntnis“ darstellt. Gemeinsam mit dem Buch „Über das philosophische Bewusstsein“ (i.O. *Despre conștiința filozofică*) rundet die vorliegende Schrift „Das Experiment und der mathematische Geist“ seine Erkenntnistheorie zu einem Werk in Form von fünf Büchern ab. Der Wert der folgenden Arbeit Blagas liegt aber allein schon darin, die beiden Momente „Experiment“ und „Mathematik“ in ihrem geschichtlichen Verlauf seit der Antike bis herauf zur Quantenphysik verfolgt zu haben. Angesichts der Tatsache, dass der Text seinerseits schon wieder über ein halbes Jahrhundert alt ist, richtet sich das Augenmerk dieser Einleitung auf die ungebrochene Aktualität von Blagas Ausführungen. Man könnte sogar sagen, dass gegenwärtig das Begriffsduo „Experiment und Mathematik“ zu einer Art Wissenschaftsideologie geworden ist und sich nach ihm auch die öffentliche

Wertschätzung von Wissenschaft ausrichtet. Akademische Institutionen aller Schattierungen und Geldgeber jeglicher Art, ob es sich um den Staat oder private Sponsoren handelt, orientieren sich in erster Linie an diesen beiden Momenten, Experiment und Mathematik.

Um nicht in den Verdacht der Übertreibung zu geraten, sei an die schier endlose Liste der wissenschaftlichen Disziplinen erinnert, die mit mathematisierten experimentellen Methoden arbeiten. Die Physik als die grundlegendste aller Naturwissenschaften ist voll von mathematischen Methoden und Formeln. In Mathematik gegossene Theorie und Experiment befruchten einander und sind voneinander abhängig. Die mit der Physik verwandten Disziplinen wie Chemie, aber auch Astronomie, sind durchzogen von mathematisch formulierten Gesetzen. Dabei ist erstaunlich, dass die Art, naturwissenschaftlich zu denken, auch Wissenschaften zugrunde liegt, bei denen der Gemeinsinn keine Verbindung mit der Mathematik für möglich hält. Die Biologie mutierte zu einer statistisch ausgerichteten Biophysik, und der Begriff „Leben“ wird anscheinend zur mathematisch ausdrückbaren Größe. Die in der traditionellen Hierarchie von Leben, Seele und Geist sich auf die beiden letztgenannten Schichten beziehenden Wissenschaften wie Psychologie, Soziologie, Kommunikationswissenschaften, sind nicht nur permanent mit Experimenten beschäftigt, sondern enthalten so viel Mathematik, dass man bei Durchsicht entsprechender Lehrbücher nicht weiß, ob man es mit dem jeweiligen Fachgebiet oder mit Mathematik zu tun hat. Wir schlagen beispielsweise ein Lehrbuch der Psychologie auf und sehen, wie viel Mathematik ein Psychologiestudent lernen muss. Jedes psychologische Experiment wird statistisch ausgewertet. Ein entsprechendes Studium der zahlreichen statistischen Methoden ist daher unerlässlich. Aber mehr noch. Um aufeinander irreduzible psychische Eigenschaften des Menschen festzustellen, bedarf es der sogenannten Faktorenanalyse. Diese wiederum setzt ein Wissen darüber voraus, was voneinander unabhängige Faktoren sind. Dazu sind Kenntnisse der Vektor- und Matrizenrechnung erforderlich, um zu verstehen, was „lineare Unabhängigkeit“ von Vektoren bedeutet. Das Weber'sche Gesetz zur Feststellung von Schwellenwerten der Empfindung wird in Form einer Differentialgleichung formuliert. Um sich unter der topologischen Psychologie etwas vorstellen zu können, sind Kenntnisse aus der mathematischen Topologie vonnöten. Den Kommunikationswissenschaften wiederum liegt der Informati-

onsbegriff zugrunde, und dieser wird seinerseits mathematisch definiert. In der eben angeführten Liste der Wissenschaften noch gar nicht erwähnt wurde die Wirtschaftsmathematik, die sich zahlreicher mathematischer Methoden bedient, von Differentialgleichungen bis zu statistischen Verteilungen. Die Naturwissenschaft bleibt hier das Vorbild auch für alle anderen mathematisierten Wissenschaften. Und insofern die Technik als angewandte Naturwissenschaft gilt, ist es auch diese, die in traditionell nicht quantitative Bereiche vorgedrungen ist. Die Technik ist ohne Mathematik und Experiment überhaupt nicht vorstellbar. Sie ist die Methode schlechthin, den Menschen von jeder Art Widerständigkeit zu entlasten und die Natur beherrschbar zu machen.

Die entscheidenden Stichworte zum Verständnis des Buches sind gefallen. Jedes Spezialgebiet paart sich mit Mathematik, und die Mathematik selbst ist es, die den Fortschritt der Spezialgebiete überwacht. Letztlich hängen auch die Spezialgebiete miteinander zusammen und üben Einfluss aufeinander aus. Man kann Physik, Chemie, Biologie, Psychologie, Soziologie und Ökonomie in einen sinnvollen Zusammenhang miteinander bringen und zusehen, inwiefern sie unter einer wechselseitigen Kontrolle stehen. Wie aber hat sich im Laufe der Geschichte ein derartiges wissenschaftliches Bewusstsein herausgebildet und welche Entwicklung hat das Verhältnis zwischen Experiment und Mathematik im Laufe der Zeit genommen? Diese Frage behandelt Lucian Blaga im vorliegenden Buch. Dessen Grundzüge seien im Folgenden näher dargestellt.

## 2 Zum Inhalt des Buches

Dass der Mensch seit seinem Auftreten in der Welt experimentiert, versteht sich von selbst, wenn man mit „Experiment“ die alltägliche Abwechslung von Versuch und Irrtum meint. Insofern der Mensch von Anfang an mit Werkzeugen, und seien es die bloßen Hände, Dinge bearbeitet, versucht er sich an der Bewältigung der in irgendeiner Form Widerstand leistenden Natur. Dieser geschichtliche Abschnitt wird von Blaga nur kurz behandelt, denn es geht ja, wie auch der Titel des ersten Kapitels vermittelt, um die historischen Voraussetzungen des Experiments im neuzeitlichen Sinn, d.h. im Sinne Galileis und Newtons.

Um den weiten Weg dorthin aufzuzeigen, beginnt Blaga mit einer wissenssoziologischen Skizze, die im Übrigen auch auf heutige gesellschaftliche Verhältnisse zutrifft. Die entsprechende Wertschätzung des Umgangs mit Materie in Form des Handwerks und die Verringerung der sozialen Kluft zwischen Herrschenden und Beherrschten in der Demokratie begünstigen das Klima für ein gesteigertes Interesse am Experiment.

*In der Tat wird man bei genauerem Hinsehen entdecken, dass im Laufe der Antike die Empirie und die Erkenntnis, bedingt durch die menschliche Praxis, sich in einem fort erweitern. Gemäß einem solchen Prozess wird man offensichtlich auch zur Einsetzung des Experiments als Forschungsmethode gelangen. Die etappenweise Herausbildung des Experiments zieht selbstverständlich auch eine allmählich steigende Wertschätzung von Tätigkeiten einschließlich der Handarbeiten nach sich, durch welche der Mensch mit der Natur konfrontiert wird. (S. 28)*

*Es erlangt die Mittelschicht zwischen der herrschenden Klasse und der Masse der Sklaven, nämlich die Handwerker und Handarbeiter, die mit verschiedenen Aktivitäten insbesondere technischer Art befasst sind, Schritt für Schritt eine angesehene Position im Rahmen der sozialen Organisation; parallel dazu gewinnen die Lebensformen mehr an Mobilität, mehr Elastizität und Freiheit. (S. 28)*

Die Einschätzung der menschlichen Würde nach der Arbeit und nicht mehr nach der Abstammung fördert die experimentelle Methode im wissenschaftlichen griechischen Denken. Freilich handelt es sich dabei um einen langwierigen gesellschaftlichen Prozess.

*Die Aufbereitung der Atmosphäre zugunsten der ‚experimentellen‘ Methode hat viele Jahrhunderte gedauert. Den ökonomischen und sozialen Veränderungen, die in den Stadtstaaten vor sich gingen, entsprachen auf politischer Ebene ähnliche Veränderungen. In den Herrschaftssystemen pendelt die politische Entwicklung mit ihren Fortschritten und Rückschlägen zwischen Aristokratie und Demokratie. (S. 29)*

Warum es aber trotz der relativ günstigen gesellschaftlichen Umstände in der griechischen Antike, die maßgeblich für das Mittelalter und

die Neuzeit werden sollte, dennoch zu keiner ausgeprägten experimentellen Methode wie in der Neuzeit kommt, hat nach Blaga den noch tieferen Grund, dass es sich im griechischen Wissenschaftsverständnis um eine von zwei prinzipiellen Entwicklungslinien des Experimentierens handelt, die, unbeschadet des neuzeitlichen Siegeszuges der galilei-newtonschen Wissenschaft, bis heute ihre Fortsetzung findet. Blaga versteht darunter das Naturverständnis des Aristoteles und nennt die Linie die „antik-aristotelische“. Worin besteht sie und wie unterscheidet sie sich von der galilei-newtonschen Wissenschaft?

## 2.1. Zur antik-aristotelischen Linie der Wissenschaft

Wie die gesamte abendländische Tradition, so orientiert sich auch Blaga an den Begriffspaaren von Vernunft und Sinnlichkeit, Begriff und Anschauung, Ratio und Erfahrung. Unter diese Zweiteilung würde dann auch der Zusammenhang von Mathematik und Experiment fallen. Bei Aristoteles stehen dabei die Begriffe Form und Materie im Vordergrund, die in ihrer Einheit das Wesen eines Dinges bzw. seinen Begriff ausmachen. Zum Unterschied aber von der neuzeitlichen, seit Galilei und Newton üblichen Linie, in Relationen zwischen Begriffen zu denken, um Naturgesetze in Form von Gleichungen auszudrücken, ist die aristotelische Metaphysik durch Dingbegriffe charakterisiert, die hierarchisch in Art und Gattung aufgestuft sind und der Klassifikation von Dingen dienen. Blaga argumentiert hier ähnlich wie etwa Heinrich Rickert<sup>1</sup>, wobei dahingestellt bleibt, ob Blaga, ein großer Kenner der Philosophie Kants und des Neukantianismus, von Rickerts Unterscheidung zwischen Dingbegriffen und Relationsbegriffen beeinflusst war. Tatsache ist, dass Blaga die gewiss unbestreitbare Auffassung vertritt, Aristoteles denke bloß klassifizierend in Substanzbegriffen, und könne daher, weil das mathematisierte Experiment im neuzeitlichen Sinn noch nicht entwickelt war, nur „empirische Regelmäßigkeiten“ feststellen und noch keine physikalischen Gesetze im Sinne Galileis formulieren. Überdies

<sup>1</sup> Vgl. Heinrich Rickert, *Die Grenzen der naturwissenschaftlichen Begriffsbildung. Eine logische Einleitung in die historischen Wissenschaften*, Freiburg i. Br. und Leipzig 1896, 1. Kap., IV, Dingbegriffe und Relationsbegriffe.

orientiere sich Aristoteles an der unmittelbaren Erfahrung des Gemein­sinn­ und würde die künstlich erdachten Begriffe der neuzeitlichen Physik, die durch die Erfahrung nicht gedeckt sind, noch nicht kennen. Man denke beispielsweise an die dem Gemein­sinn unzugängliche Erd­ drehung, an den Begriff der Trägheit oder auch an das Vakuum etc., al­ lesamt Begriffe, die Aristoteles unbekannt waren bzw. die er für unmög­ lich hielt. Blaga selbst sagt hiezu, dass das primäre Erkenntnisinteresse bei Aristoteles „auf die Definition ‚generischer‘ Realitäten gerichtet“ ist.

*Ein diesbezügliches Wissen besteht in erster Linie aus ‚Klassifikationen‘. Diesem Interesse lässt Aristoteles mit großen Erfolgsaussichten freien Lauf in den klassifizierenden Wissenschaften wie etwa Zoologie oder Botanik, die dann von seinen Nachfolgern weiterentwickelt wurden. Die Physik des Aristoteles ist genauso aufgebaut: sie steigt von der Empirie zu klassifizierenden Gattungsbegriffen auf, und von hier aus macht sie einen Sprung zu sehr spekulativen Behauptungen. Aristoteles wurde von seinen eigenen philo­ sophischen Prämissen zu einer Physik gelenkt, die sich mit Vorliebe in Ty­ penbegriffen entfaltet, die in ausreichender Weise von der Empirie gedeckt sind. Er konnte aber noch nicht den Gedanken eines physikalischen „Gesetz­ es“ im Sinne einer Formel fassen, die eine mathematische Beziehung zwi­ schen den Variationen eines bedingten und denjenigen eines bedingenden Phänomens ausdrückt. (S.60)*

Zum Unterschied der bewussten, gezielten und mathematischen Handhabung des Experiments in der von Galilei und Newton geprägten Wissenschaft erscheint das Experiment in der Antike noch eher zufällig und noch nicht von Mathematik beherrscht. Eine Ausnahme bildete eventuell Archimedes, der schon in quantitativ formulierbaren Geset­ zen dachte, die auch die neuzeitliche Physik anstandslos akzeptieren konnte. Zusammenfassend sagt Blaga:

*In der antiken Wissenschaft taucht das Experiment nur zufällig auf. Bei­ spielsweise wird von Demokrit gesagt, er hätte ‚experimentiert‘, aber man weiß nichts Sicheres über diese Beschäftigung. Experimente wirklich durchgeführt hat Aristoteles. Systematischer und sogar nach quantitativen Kriterien experimentiert Archimedes. Überdies ist bekannt, dass zur Zeit des alexandrinischen Hellenismus an der experimentellen Verifikation*

*aristotelischer Vorstellungen hinsichtlich des Wurfs und des Falls von Kör­ pern Interesse bestand, wobei man zu Ergebnissen kam, welche die aristo­ telischen Vorstellungen widerlegten. Wie immer es aber auch gewesen sein mag, das Experiment vollzog sich beiläufig und sporadisch. Lediglich bei Archimedes wird das Experiment zu einer ‚Methode‘. Methodologisch ge­ sehen hatte die Wissenschaft in der Antike einen rhapsodischen Charakter. Das Experiment war höchstens ein Anhang der empirischen Beobachtung. (S. 196)*

Das Denken in Relationen bedeutet im Grunde eine Auflösung des Substanzbegriffs. Dass es sich beispielsweise bei den Brüchen  $1/2$ ,  $4/8$ ,  $16/32$  um lauter verschiedene Zahlen, aber um *dieselbe* Relation handelt, zeigt, dass der jeweilige Zahleninhalt in der Relation zuletzt irrelevant wird. Die neuzeitliche Wissenschaft wird abstrakt, sie abstrahiert von den Substanzen.<sup>2</sup> Seit Galilei vor allem wird nicht mehr nach dem „Was?“ der Dinge gefragt, sondern nur nach dem „Wie?“ von Relationen. Es scheint aber, dass die galilei-newtonsche Wissenschaft gegen­ über der aristotelischen Wissenschaft endgültig den Sieg davongetragen hat. Nach Blaga aber scheint dies nur so, denn die deterministische gali­ lei-newtonsche Wissenschaft stößt an ihre Grenzen, wie etwa die Quan­ tenphysik zeige. Zum Unterschied von Aristoteles drücke sich die Quan­ tenphysik zwar ebenfalls mathematisch aus, nämlich in Form statisti­ scher Gesetze, könne aber, wie dereinst Aristoteles, auch nur „empiri­ sche Regelmäßigkeiten“ feststellen, wie es eben die Statistik vermag. Im übernächsten Punkt (2.3.) wird auf diese Pointe Blagas nochmals Bezug genommen. Vorläufig sollte aber die Charakterisierung der galilei-new­ tonschen Wissenschaft durch Blaga dargestellt werden.

## 2.2. Zur galilei-newtonschen Linie der Wissenschaft

Es ist allgemein unbestritten, dass Galilei der Begründer der mathe­ matisch experimentierenden Physik ist. Nach ihm sei das Buch der Natur in Mathematik geschrieben. Ist einmal eine Anfangsbedingung ex­ perimentell gegeben, so lässt sich mit mathematischer Notwendigkeit

<sup>2</sup> Vgl. dazu jederzeit: Ernst Cassirer, *Substanzbegriff und Funktionsbegriff. Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik*, Berlin, 1910.



der weitere Naturverlauf kraft der Mathematik prognostizieren. Galilei kann mit Überzeugung sagen: „Die Kenntnis einer einzigen Tatsache, erworben durch die Entdeckung ihrer Ursachen, macht den Verstand bereit, andere Tatsachen ohne Rückgriff auf Experimente zu erkennen und zu verstehen; ...“ (vgl. Alistair C. Crombie, *Von Augustinus bis Galilei. Die Emanzipation der Naturwissenschaft*, dtv München, 1977, S. 388). Prägnanter kann „die Überlegenheit des Theoretikers, der unbeobachtete Resultate im Voraus berechnen konnte, über den reinen Empiriker, der nur die bereits beobachteten Tatsachen festzustellen vermochte“ (a.a.O.) gar nicht ausgedrückt werden. In der Schrift *Zwei Grundsysteme* lässt Galilei den Salviati (der er selbst ist) sagen: „Ich bin – ohne Beobachtung – sicher, daß die Wirkung so eintreten wird, wie ich gesagt habe, weil sie so eintreten muß.“ (a.a.O. S. 389).

Mit Blaga gesprochen bediente sich Galilei und dann auch Newton einer mathematischen „Supramethode“, die, weil das „Buch der Natur in Mathematik geschrieben“ sei, auf die Natur anwendbar ist. Mathematik und Experiment gehen keine zufällige Synthese mehr ein, sondern bilden ein festes Amalgam, das der bloßen Empirie überlegen ist. Weiterhin gilt freilich, dass sowohl Galilei wie auch seine zahlreichen Nachfolger die Naturwissenschaft nicht in Mathematik auflösen wollen, sondern sehr genau wissen, dass es des Experiments bedarf, um neue Tatsachen im „Dialog mit der Natur“ (vgl. den so lautenden Buchtitel Ilya Prigogines/Isabelle Stengers) zu entdecken. Schließlich ist auch die experimentelle Überprüfung von Theorien nötig, denn das Experiment ist ja sozusagen die geronnene Theorie. Einstein's Ruhm beruht unter anderem darauf, dass die von ihm theoretisch errechnete, d.h. vorausgesagte Krümmung des Lichts im Schwerfeld im Jahre 1919 experimentell nachgewiesen werden konnte.

Die galilei-newtonsche Wissenschaft zeichne sich aber nach Blaga nicht nur durch eine einzige mathematische „Supramethode“ aus, sondern vielmehr dadurch, dass sich unter dem Diktat der Mathematik alle im Ablauf der wissenschaftlichen Forschungsprozesse angewendeten Methoden jeweils mit der Mathematik zu „Methodenpaaren“ verbinden. Mit welcher Methode auch immer die galilei-newtonsche Wissenschaft an die Natur herangeht, sie muss mit der Mathematik ein Methodenpaar bilden. Beispielsweise müssen auch die Begriffsbilder, deren sich die Physik in Form von Analogien bedient, ebenfalls mathemati-

sierbar sein, weil sie sonst für die Naturforschung ungeeignet wären. Blaga hebt das Denken, das sich auf anschauliche Modelle stützt, besonders hervor, denn es beweise, dass auch die moderne Physik keineswegs so unanschaulich sei, wie manchmal behauptet wird. Auch die abstraktesten physikalischen Begriffe würden in Begriffsbildern wurzeln. Die bildlichen Vorstellungen von „Welle“ und „Korpuskeln“ in der Theorie des Lichts und der Materie überhaupt seien hier die überzeugendsten Beispiele. Sie seien zwar nicht direkt auf die Natur anwendbar, eigneten sich aber aufgrund ihrer Mathematisierbarkeit als analoge Muster der Reflexion über die Natur. Blaga selbst stellt das Verhältnis der Supramethode zu den „Methodenpaaren“ zusammenfassend folgendermaßen dar:

1. *Die entsprechende Anpassung des durch ‚Raum‘ und ‚Zeit‘ aufgespannten Naturganzen erfolgt genau dadurch, dass sowohl der Raum als auch die Zeit jeweils für sich so aufbereitet werden, dass deren ‚Mathematisierung‘ möglich wird.*
2. *Die empirische Beobachtung ist in Verbindung mit der Mathematik von Nutzen.*
3. *Das Experimentieren geschieht im Geiste der Mathematik.*
4. *Die ‚Gesetze‘ (und die Relationsbegriffe) nehmen ein mathematisches Aussehen an, sei es dass diese Gesetze bzw. Begriffe auf induktivem Weg gewonnen werden, sei es dass sie aufgrund komplexerer theoretischer Prozesse entstehen, die zu Vorstellungen führen, die manchmal der Empirie widersprechen.*
5. *Das Theoretisieren mit Hilfe von Begriffsbildern, welche die Empirie unmittelbar übersteigen, gestaltet sich in mathematisierbarer Form.*
6. *Die systematische Entwicklung und Erweiterung von Erkenntnissen, zu der die galilei-newtonsche Wissenschaft in der Lage ist, vollzieht sich im Allgemeinen auch im Geiste der Mathematik.*
7. *Das analogische Denken, das so oft in die Akte des Theoretisierens hereinspielt, findet zweifellos auch in der galilei-newtonschen Wissenschaft Anwendung, aber nur insofern, als eine Mathematisierung möglich ist. Durch die Verbindung mit der Mathematik gewinnt das analogische Denken ein Aussehen der ‚exakten Analogie‘. In der galilei-newtonschen Wissenschaft findet das Denken in exakten Analogien breiteste Verwendung, und dies sowohl bei den theoretisierenden Akten auf der Ebene von ‚Geset-*

zen', als auch bei den Akten des ‚bildlichen‘ Theoretisierens, nicht weniger aber auch auf der Ebene der systematischen Entwicklung und Erweiterung von Wissenschaft.

8. Die neuen Tatsachen, die im Rahmen der galilei-newtonschen Wissenschaft aus den mittels der vorhergehenden Methoden gewonnenen Erkenntnissen abgeleitet werden können, werden ebenfalls im Geiste der Mathematik ‚abgeleitet‘ und ‚vorgestellt‘.

9. Die experimentelle Überprüfung der neuen Tatsachen (vgl. Pkt. 8) findet ebenfalls unter der Kontrolle der Mathematik statt. (S. 112/113)

Wie schon einleitend erwähnt, hat aber das Ideal der galilei-newtonschen Wissenschaft von der Physik auf zahlreiche andere Wissenschaften übergegriffen, sodass sich Blagas Text, der sich in der eben gegebenen Zusammenfassung im Wesentlichen auf die Naturwissenschaft bezieht, mühelos verallgemeinern lässt. Die auf das Experiment angewiesenen Wissenschaften insgesamt werden kraft einer Supramethode durchmathematisiert. Wir finden besagte Methodenpaare von fachspezifischer Methodik in Kombination mit der Mathematik in der Biologie, Medizin, Psychologie, Soziologie, Ökonomie, Technik etc. Der Traum der mathematisch beherrschbaren Welt will allseits in Erfüllung gehen. Stößt er aber an Grenzen? Deuten nicht fundamentale Signale der modernen Physik darauf hin, dass der jahrhundertelange Glaube an den berechenbaren Determinismus der Natur durch deren Indeterminismus, der sich nur in Wahrscheinlichkeiten ausdrücken lässt, erschüttert wird? Der Frage, was es mit dieser Wendung auf sich hat, widmet Blaga die letzten Kapitel seines Buches. Er versieht diese Wendung mit einer besonderen Pointe.

### 2.3. Zur künftigen Rolle des Experiments

Um seine Vermutungen darüber, wie sich die galilei-newtonsche Wissenschaft in Zukunft gestalten könnte, zu untermauern, arbeitet Blaga nochmals und zusammenfassend heraus, worin die beiden wissenschaftsgeschichtlich relevanten Linien des Experiments bestehen. Es ist die antik-aristotelische und die galilei-newtonsche Linie. Erstere wird vom Autor nunmehr um eine bedeutende Gestalt der Neuzeit an-

gereichert, nämlich Goethe, welcher in seiner Eigenschaft als Naturforscher nicht nur zum entschiedensten Verteidiger der antiken Entwicklungslinie des Experiments wurde. Er wandte diese Methode auch

*mit einer Hingabe und einer unbeirrbar Geduld zu einer Zeit an, in der das galilei-newtonsche Experiment im Begriff war, die höchsten Triumphe zu feiern. Es kam also der Augenblick, wo sich die totale Entzweiung zwischen diesen beiden Auffassungen über die experimentelle Methode kundtat, und dies in direktem Zusammenhang mit der wissenschaftlichen Aktivität Goethes. (S. 204)*

Es kommt auch für Blaga im vorliegenden Buch die passende Gelegenheit, nochmals auf den tiefgreifenden Unterschied zwischen den beiden Auffassungen des Begriffs „Experiment“ hinzuweisen.

*Unter vielen diametral entgegengesetzten Gesichtspunkten seien also die beiden Positionen festgehalten, die man gegenüber dem Experiment einnehmen kann. Indem man den geheimen Absichten des galilei-newtonschen Experiments nachgeht, wird man bemerken, dass es dabei das Bestreben gibt, in gewisser Weise die einfache Erfahrung zu ersetzen, während das Experiment im antik-goetheschen Sinn nichts anderes will, als die einfache Erfahrung zu extrapolieren, zu erweitern und zu präzisieren. (S. 205)*

Genauer zu reden beschreibt Blaga die beiden Ausrichtungen jetzt noch eingehender. Es ist nicht nur Blagas Ansicht, sondern allgemein anerkannte Forschungsmethode, dass das Experiment im Rahmen der galilei-newtonschen Wissenschaft darin besteht, ein Phänomen zwecks näherer Untersuchung von allen übrigen, nicht gewollten Bedingungen zu isolieren, um es bewusst zu variieren und die dadurch hervorgerufenen Auswirkungen zu beobachten. Mathematisch formuliert ergibt sich dadurch eine Funktion, die eine Relation zwischen einer unabhängigen (x) und einer abhängigen Variablen (y) darstellt:  $y = f(x)$ . Die übrigen, nicht vom Experimentator gewollten Bedingungen werden entweder für gleichbleibend oder, was auf dasselbe hinausläuft, für vernachlässigbar gering gehalten. Weil sich aber nie vollständig überprüfen lässt, ob während des Experiments die übrigen, ungewollten Bedingungen wirklich konstant bleiben oder tatsächlich vernachlässigbar sind, nimmt sich

die galilei-newtonsche Wissenschaft hier, wie Blaga sagt, „Freizügigkeiten“ heraus bzw. „erlaubt sich etwas“.

*Es handelt sich hier um eine ‚Erlaubnis‘, welche sich die Wissenschaft herausnimmt, um ihr Ziel zu erreichen, und dieses Ziel lautet: die Verwandlung des Experiments in eine ‚Methode der Forschung‘. Nur dadurch, dass wir die von uns der Variation unterworfenen ‚Bedingungen‘ aus der immensen Masse von Bedingungen herauslösen, von denen wir annehmen, sie blieben ‚konstant‘ (und wären als solche neutral bei der Erzeugung und Untersuchung des Phänomens), d.h. nur durch diese Freizügigkeit können wir aus dem Experiment als ‚Produzent‘ des Phänomens eine ‚Methode zur Erforschung‘ des Phänomens machen. (S. 217)*

Nur dadurch, dass die galilei-newtonsche Wissenschaft ein Phänomen vom Rest der Welt für isolierbar hält und dieser für konstant oder vernachlässigbar angesehen wird, konnte sie ihren unvergleichlichen Siegeszug antreten, d.h. aufgrund einer Art Stillhalteabkommen mit den restlichen Bedingungen kraft einer deterministischen Sichtweise Phänomene präzise vorhersagen. Zwischen der Relevanz, welche den Daten des zu untersuchenden Phänomens zukommt, und den übrigen, im Verhältnis dazu bedeutungslosen Größen, besteht eine „radikale Disproportion“ wie Blaga sagt (vgl. S. 160).

In diesem Reduktionsverfahren, das von der galilei-newtonschen Wissenschaft so erfolgreich angewendet wird, sieht der Naturforscher Goethe eine schwerwiegende Verfehlung des naturwissenschaftlichen Denkens. Goethe konnte nämlich

*nicht verstehen, wie man das experimentelle Phänomen vom Rest der Welt ‚isolieren‘ und wie man von der ganzen Welt als Bedingung abstrahieren könnte, wenn man sie als ‚Bedingung‘ auffasst. (S. 206)*

Goethe denkt ganzheitlich, indem er, wie etwa in seiner Farbenlehre, auf die sich Blaga hier bezieht, zum Unterschied der galilei-newtonschen Wissenschaft die übrigen Bedingungen nicht reduziert, sondern diese Mitursächlichkeit sehr wohl zu berücksichtigen versucht. Eine Gegenüberstellung seiner Auffassung und derjenigen Newtons verdeutlicht es. Blaga zitiert aus Goethes Farbenlehre sechs Bedingungen, welche die entsprechenden Unterschiede klarlegen.

*Erste Bedingung: ‚Trägt die verschiedene Dicke des Glases zur Farbenerscheinung bei?‘*

*Newton antwortet: Nein.*

*(Goethe glaubt ‚ja‘).*

*Zweite Bedingung: ‚In wiefern tragen größere oder kleinere Öffnungen im Fensterladen zur Gestalt der Erscheinung, besonders im Verhältnis ihrer Länge zur Breite bei?‘*

*Newton misst dieser Bedingung keine Bedeutung bei.*

*(Goethe hält diesen Umstand für bedeutsam.)*

*Dritte Bedingung: ‚Tragen die Grenzen des Hellen und Dunklen etwas zur Erscheinung bei?‘*

*(Newton schenkt dieser Bedingung keine Beachtung, welche aber, nach Meinung Goethes, gerade von entscheidender Bedeutung wäre.)*

*Vierte Bedingung: ‚Sind vielleicht Ungleichheiten und Fehler des Glases schuld an der Erscheinung?‘*

*(Goethe glaubt, dass Ungleichheiten und Fehler des Glases Farben hervorbringen können, die Unregelmäßigkeiten zeigen, doch würden diese Farben nach demselben ‚Gesetz‘ entstehen wie auch die klaren Farben durch das sauberste Glas.)*

*Die fünfte Bedingung betrifft den Einfallswinkel der Strahlen im Prisma. ‚Hat das verschiedene Einfallen der Strahlen, welche von verschiedenen Teilen der Sonne herabkommen, schuld an der farbigen Abweichung?‘*

*Anm. d. Übers.: Lucian Blaga übergeht hier die wörtliche Formulierung Goethes.) Über die Einflusslosigkeit dieses Winkels bei der Erzeugung von Farben stimmt Goethe mit Newton überein.*

*Sechste Bedingung: ‚Ob vielleicht die Strahlen nach der Refraktion sich in krummen Linien fortpflanzen und also das so seltsam verlängerte Bild hervorbringen?‘*

*Newton argumentiert dagegen.*

*(Goethe hat in dieser Hinsicht zumindest Bedenken.)<sup>3</sup> (S. 210/211)*

<sup>3</sup> Die unter Anführungszeichen gesetzten Bedingungen finden sich ebda. S. 800 ff.

Wie viele zusätzliche Bedingungen es aber auch immer sein mögen, welche Goethe zu berücksichtigen anmahnt, so besteht der entscheidende Unterschied zur galilei-newtonschen Wissenschaft doch darin, dass es sich im Falle Goethes um eine bloße Erweiterung, aber um keine Ersetzung der Erfahrung durch empirisch ungedeckte Begriffe handelt.

*Die antik-goethesche Konzeption sieht im Experiment nur eine Ausdehnung und eine Erweiterung bzw. eine Präzisierung der gewöhnlichen Erfahrung. Aus der Auffassung von Farben gemäß der Lichttheorie Newtons oder der von Huygens resultiert, dass also das Experiment, so wie es nun in der galilei-newtonschen Wissenschaft angewendet wird, die nicht-experimentelle Erfahrung beseitigt, indem es sich an deren Stelle setzt. (S. 206).* Goethes Verständnis des Experiments berücksichtige nach Blaga zwar viel mehr Bedingungen als Newton und komme, so gesehen, der Bestimmung eines Phänomens näher als Newton, andererseits aber könne er wegen des Fehlens einer mathematisierenden Supramethode nur „empirische Regelmäßigkeiten“ der Phänomene, aber nicht deren gesetzlich zwingenden Zusammenhang feststellen.

*Im Vergleich zu den im Rahmen der galilei-newtonschen Wissenschaft formulierbaren ‚Gesetzen‘, die von mathematischer Gestalt sind und von der Strenge und Konstruktivität der Mathematik etwas an sich haben, sind die ‚Gesetze‘, zu denen Goethe auf Basis seiner Experimente gelangt, und welche sich nie mit der Mathematik verbinden, nichts anderes als Erweiterungen der ‚Erfahrung‘; wie die aristotelischen ‚Gesetze‘, so haben auch diejenigen Goethes nur den Wert von ‚empirischen Regelmäßigkeiten‘. Goethe stellt beispielsweise auf Grundlage zahlreicher Erfahrungen und Experimente fest, dass ein durchsichtiges weißes Medium auf dunklem Hintergrund blau erscheint. Indem Goethe diese Feststellung allgemein formuliert, verleiht er nicht einem ‚Gesetz‘ in Newtonschem Sinn Ausdruck, sondern einer empirischen ‚Regelmäßigkeit‘. Diese von Goethe gemeinten ‚Gesetze‘ besagen nicht, dass sich die Dinge unter bestimmten Bedingungen immer so verhalten. Die angeblichen goetheschen ‚Gesetze‘ besagen nur, dass sich die Dinge in der Mehrzahl der Fälle unter gewöhnlichen empirischen Bedingungen, die zahllos sind, so verhalten. (S. 209)*

Mit der ausführlichen Darstellung der beiden Entwicklungslinien des Experiments bereitet aber Blaga die Pointe vor, auf welche die Schluss-

kapitel seines Buches abzielen. Der berühmte und wohl auch berüchtigte Umstand, dass in der indeterministischen Quantenphysik Bedingungen zum Tragen kommen, die in der deterministischen Physik vernachlässigbar sind, dass sich also die „radikale Disproportion“ zwischen den relevanten und den irrelevanten Daten des Phänomens durch Einbeziehung des Messvorgangs dramatisch verringert, bedeutet eine Annäherung an die Denkweise, wieder mehr als bisher die Randbedingungen zu berücksichtigen, wie es Goethe im Sinne der antik-aristotelischen Auffassung des Experiments getan hatte.

*Dieser kritische Moment zeigt sich in dem Augenblick, wo sich der Faktor der ‚radikalen Disproportion‘, über den wir gesprochen haben, in einen Faktor der Äquivalenz verwandelt, nämlich wo die entscheidenden Größen des experimentellen Phänomens gleichwertig werden mit den zu vernachlässigenden Einflüssen, unter denen das Phänomen seitens der physischen Bedingungen der Versuchsanlage und der Beobachtung stehen, d.h. unter Einflüssen, von denen man in den ‚makroskopischen‘ Untersuchungen abstrahieren kann. (S. 226)*

Man könnte also, so Blaga, von einem „Kompromiss“ sprechen (vgl. S. 215), der sich in der indeterministischen Physik zwischen den beiden Entwicklungslinien des Experiments anbahnt. Indem die „statistischen Gesetze“ der Quantenphysik nicht in den Rang der „präzisen Gesetze“ der klassischen, deterministischen Physik gehoben werden können, andererseits aber streng mathematisch formuliert werden, handelt es sich um eine methodologische Annäherung an die antik-aristotelisch-goethesche Linie, allerdings in mathematischer Form. Aufgrund der Unterbietung der präzisen Gesetzlichkeit bringt es die statistische Physik, nicht anders als Aristoteles und Goethe, ebenfalls nur zur Feststellung „empirischer Regelmäßigkeiten“, bedient sich aber andererseits der Mathematik in Form der „Wahrscheinlichkeitsrechnung“. Aus diesen Überlegungen ergibt sich die Pointe, mit der Blaga seine Schrift abschließend versieht:

*Tatsache ist, dass Aristoteles, wenn er die Wahrscheinlichkeitsrechnung gekannt hätte, auch entsprechende ‚Gesetze‘ in Form ‚statistischer Gesetze‘ formulieren hätte können (die bloß so und so viele empirische ‚Regelmäßig-*



keiten' wiedergeben). Dank Galilei, Newton und Huygens, sowie dank der ganzen Phalanx berühmter Menschen, welche die Physik seit dem Jahre 1600 weiterentwickelten, trat die Wissenschaft in die Phase des Geistes der ‚Präzision‘ ein. Gegenwärtig nähert sich diese Phase ihrem Abschluss. Es gibt genügend Anzeichen dafür, dass die Physik, zumindest auf einigen ihrer Gebiete, in eine neue ‚statistische‘ Phase eintreten wird. Aber wie auch immer es sich verhalten mag, eine philosophische Untersuchung der Methodologie der galilei-newtonschen Wissenschaft vermittelt den Eindruck, dass wir es nicht nur mit einer einzigen experimentellen Methode zu tun haben und auch nicht nur mit deren kontinuierlicher Entwicklungslinie. Aus dem vorhin Gesagten folgt eher, dass die experimentelle Methode sich in zwei große Typen aufteilt und dass die Physik eine Entwicklung in alternierenden Phasen vorzeichnet. (S. 227/228)

Einstein, der trotz seiner eigenen revolutionären Gedanken aber ganz in der galilei-newtonschen Tradition denkt, hat sich bis an sein Lebensende nicht mit den Wahrscheinlichkeitsgesetzen der Quantenphysik anfreunden können. Er war der Meinung, es müsse gelingen, die subjektiven Messbedingungen der Quantenphysik zu überwinden. Aus philosophischen Gründen schlägt Blaga einen Kompromiss vor, welcher der statistischen Quantenphysik einen alternativen Sinn zur klassischen Physik gibt.

Die Abschlusspointe in Blagas Schrift ist aber nicht das einzige Moment, das hier hervorzuheben ist. Die geistige Entwicklung der letzten Jahrzehnte bestätigt voll und ganz, was Blaga über die Dominanz der mathematischen Denkweise der galilei-newtonschen Wissenschaft sagt. Wir befinden uns mitten in der Hochblüte des mathematischen Denkens. Ob uns dies passt oder nicht, ob Menschen an ihr bestes oder ihr schlechtestes Fach in der Schule zurückdenken, spielt hier keine Rolle. Die Mathematisierung der Welt hat schicksalhaften Charakter, nimmt keine Rücksicht auf gefühlsmäßige Befindlichkeiten des Menschen und ist selbst aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Gleichzeitig scheint sich das ganze gegenwärtige Zeitalter in ein einziges Experimentierfeld zu verwandeln. Es wird alles und jegliches ausprobiert, um zu sehen, wie weit man gehen kann. Die Infragestellung der Welt dominiert den Intellekt. Das Experiment und der Geist der Mathematik zwingen das Seiende im Ganzen zur Antwort. Auch wenn die Abfassung des nachfol-

genden Textes schon mehr als ein halbes Jahrhundert zurückliegt, ist er aktueller denn je.

### 3 Bemerkung des Übersetzers

Dem Leser mag befremdlich erscheinen, dass Lucian Blaga ungewöhnlich oft zwecks Hervorhebung von Begriffen bzw. Wörtern diese unter Anführungszeichen setzt oder kursiv schreibt. Aus Respekt vor dem Original wurden alle Anführungszeichen oder Kursivierungen so gelassen, wie sie vom Autor gewünscht wurden. Zu erwähnen ist ferner (vgl. das vom Übersetzer am Schluss des Buches eingefügte Literaturverzeichnis), dass manche Literaturangaben in den Fußnoten verbesserungsbedürftig waren und entsprechend abgeändert werden mussten.

### 4 Danksagung des Übersetzers

Wie schon im Falle anderer Übersetzungen von Blagas Werken so sei auch diesmal Frau Univ. Doz. DDr. Mădălina Diaconu (Univ. Wien) bestens für die gründliche Durchsicht des Textes sowie für die wertvolle Beratung im Falle schwieriger Übersetzungsfragen gedankt. Ebenso ergeht großer Dank an jene Institutionen, die das Erscheinen des Buches möglich gemacht haben. Das Rumänische Kulturinstitut in Bukarest übernahm die Kosten der Übersetzung, die Österreichisch-Rumänische Gesellschaft machten zusätzlich Gelder für die Drucklegung des Buches frei. Nicht zuletzt sei auch dem Verlag „Newacademicpress“ herzlich für die gute Zusammenarbeit gedankt.

Wien, im März 2017

Rainer Schubert



## 1 Der Typus der galilei-newtonschen Wissenschaft und deren historische Voraussetzungen

Bei seinem Kampf mit der Natur ist der Mensch ständig damit beschäftigt zu „beobachten“ und sich dasjenige zu merken, was für seine Existenz nur irgendwie von Bedeutung sein kann. In der Mehrzahl der Fälle ist die Beobachtung kein sinnloser Akt, sondern dient geradewegs den vitalen Interessen des menschlichen Wesens. Um Beobachtungen anzustellen muss der Mensch nur seine Sinne offen halten und in Verfolg seiner Ziele sich in der Umwelt bewegen. Seit seinem Auftreten unter den schwierigen Umständen der Urgeschichte erweist sich der Mensch aber nicht nur als ein mit Sinnen ausgestattetes Wesen und fähig dazu, Eindrücke zu sammeln; der Mensch ist zugleich ein Wesen, das „arbeitet“: er bereitet sich beispielsweise Werkzeuge, die den Zweck haben, ihn schrittweise im Streben nach Beherrschung der Natur vorwärts zu bringen. Unter allen vom Menschen erfundenen Werkzeugen spielen für ihn ohne Zweifel die „Faustkeile“ die wichtigste Rolle. Deren herausragende Bedeutung liegt darin, dass sie Werkzeuge sind, mit denen andere Werkzeuge hergestellt werden können. Bei der Mühsal, die zur Bereitung und Verbesserung von Faustkeilen aufgewendet wurde, hatte der vorgeschichtliche Mensch Gelegenheit, nicht nur Beobachtungen im Hinblick auf die Struktur der Materialien zu machen, sondern auch bezüglich der Effekte seiner *Aktivität*. Indem er den Feuerstein an einem anderen Stück Feuerstein rieb, konnte der Mensch beispielsweise „beobachten“, wie der „Funke“ entsteht. Die Entdeckung des „Funkens“ im Rahmen der *Praxis* des Menschen ist etwas *Gemachtes*, auch wenn das Feuer als Naturprodukt (entstanden durch den Blitz) schon vorher aus direkter Erfahrung bekannt war. Aus der Menge der Erfahrungen haben wir also diejenige ausgewählt, durch welche der Urmensch ein besonders deutliches Beispiel für die Möglichkeiten geliefert hat, welche die Praxis für die menschliche Entwicklung eröffnet. Man denke daran, wie viele mehr oder weniger zufällige, in der Mehrzahl der Fälle aber ebenfalls in enger Verbindung mit seiner Praxis stehende Beobachtungen der Mensch machen musste, bis er endlich gelernt haben wird, die Funken des Feuersteins nur zur Erzeugung des

Feuers zu einem Bündel zusammenzufassen. Die durch Praxis erweiterte Erfahrung ist eine Quelle der Erkenntnis, die dem Menschen durch seine ganze Urgeschichte hindurch zur Seite steht. Zu jener Zeit organisierten sich die Menschen in innerlich wenig differenzierten Gemeinschaften; sie waren in erster Linie mit dem Kampf gegen die Natur beschäftigt; sie waren alle gleichermaßen interessiert daran, durch direkte Erfahrung und auf praktischem Weg die Kenntnisse, die in Beziehung zu ihrer natürlichen Umwelt standen, zu erweitern. Sobald aber der Mensch in die Anfangsphase der „Geschichte“ eintritt, unterliegen seine Aktivitäten einem großen Prozess der Differenzierung. Dadurch, dass sich die Menschen in immer unterschiedlicheren sozialen Formen organisieren, kommen sie auch immer mehr in die Lage, nicht nur die Vorteile, sondern auch die Nachteile der in Frage stehenden Differenzierung zu erfahren, was auch eine Unterscheidung der menschlichen Beschäftigungen und Tätigkeiten bedeutete. Die Menschen mit der entsprechenden Muße, über ihre empirisch zusammengetragenen oder der Praxis geschuldeten Beobachtungen nachzudenken, also die „herrschenden“ Menschen, befinden sich nunmehr in der Lage, sich nur mehr Aktivitäten zuzuwenden, welche sich aus den Privilegien ergeben, derer sie sich erfreuen, nämlich entweder kriegerischer Aktivitäten oder der Leitung verschiedener Zwangsarbeiten, deren Mühsal in den Aufgabenbereich der Beherrschten fallen. Die Tätigkeiten, die direkt die Natur betreffen, also „Arbeiten“, wurden den Sklaven überlassen oder einer Reihe von Handarbeitern, welche die Verbindung zwischen der herrschenden Schicht und den Sklaven darstellten. Diejenigen, die arbeiteten, konnten dank der Praxis die Erfahrung erweitern; dies steht außer Zweifel, aber unter den schwierigen Bedingungen, denen sie notwendigerweise ausgesetzt waren, hatten sie nicht allzu viel freie Zeit und insbesondere auch keine Freude daran, über die aus ihren Handlungen gewonnenen Beobachtungen nachzudenken. Man kann sagen, dass in dieser Entwicklungsphase der menschlichen Gesellschaft, wenn die Oberschicht eine Verachtung gegenüber der „Arbeit“ an den Tag legt, und die Unterschicht, was man im Übrigen gut verstehen kann, relativ gleichgültig dem Erkenntnisgewinn aus der Arbeit gegenübersteht, sich zwei Momente kundtun, die offensichtlich der Erweiterung von Empirie durch die menschliche Praxis im Weg stehen. Damit sei nicht gesagt, dass die Erkenntniserweiterung durch Praxis zum Erliegen käme; aber

sie findet nicht in dem Ausmaß statt, wie es geschehen wäre, hätten diese eben aufgezeigten hinderlichen Faktoren nicht existiert. Dass es diese zwei Momente gibt, welche die Erweiterung der Erfahrung durch die Praxis hemmen, lässt sich die ganze Menschheitsgeschichte hindurch feststellen. In deren Verlauf verlieren sie mit der Zeit freilich an Bedeutung, und zwar parallel zur Entwicklung der menschlichen Gesellschaft. In der Antike verlangsamten sie jedoch den Prozess der Erweiterung von Erfahrung durch die menschliche Praxis (im Verhältnis zu demjenigen, was möglich gewesen wäre) und vereiteln bis spät hinein die Bildung des „Experiments“ als Methode der Naturforschung.

Dazu Folgendes zur Erläuterung. Man weiß, dass die ersten Menschen, die sich von der Macht des mythologischen Denkens befreien, indem sie dem Denken eine rationalisierende Wendung und zugleich eine Orientierung auf die Naturforschung hin geben, zumindest für unsere geographischen Breiten die ionischen Griechen sind. Selbstverständlich lässt sich auch bei ihnen nicht von einem klaren, sich der experimentellen Methode bewussten Vorgehen bei der Naturbetrachtung sprechen. Die Forschungen der Ionier haben im Allgemeinen einen ausgesprochen empirisch-spekulativen Charakter. Im spekulativen, manchmal sogar sehr spekulativen Empirismus der Ionier, kommen gelegentlich gewiss Elemente ins Spiel, die einer *alltäglichen* Variante des „Experimentierens“ entspringen, genauer gesagt der „Beobachtung“ in Verbindung mit dem Verhalten des Menschen gegenüber der Natur, aber solche Einsprengsel sind noch keine Anzeichen für irgendeine „Methode“. Durch dergleichen Elemente wird zweifellos die Atmosphäre für ein künftiges „Experimentieren“ vorbereitet, aber, vorläufig zumindest, scheint dieses Experimentieren nicht in der möglichen Bedeutung einer „Methode“ verfolgt zu werden. Bei den Ioniern wird nie „aktiv“ in den Naturverlauf eingegriffen, nämlich mit der bewussten Absicht, Erkenntnisse aus solchen Eingriffen zu gewinnen. Solange keine aktive Intervention seitens des Menschen in den Naturverlauf mit dem deutlichen und nachdrücklichen Zweck, Informationen durch diese Intervention zu sammeln, stattfindet, ist aber auch klar, dass wir noch weit von der historischen Schwelle entfernt sind, ab der die Methode, deren Wesen und Vorgangsweise uns interessiert, anfänglich in Gang gesetzt wird. Es ist zwar richtig, dass der in der Natur sich „entfaltende“ Mensch stets Gelegenheit hatte, Beobachtungen über diese anzustellen. Sie sind aber



ein Zufallsprodukt der menschlichen Aktivitäten. Hunderttausende von Jahren ging der Mensch auf diese Weise vor. Dennoch wird er erst sehr spät verstehen, dass der aktive Eingriff in den Naturverlauf ein methodologisches Mittel werden kann, die Erfahrung und die Erkenntnis zu erweitern. Zum Experiment in methodischer Bedeutung wird der Mensch erst in dem Augenblick gelangen, in welchem er sich bewusst von der bloß praktischen Beschäftigung lösen wird, um – von dieser Praxis her kommend – eine günstige Gelegenheit zwecks Erweiterung der Erkenntnis zu ergreifen.

Die Wirkmächtigkeit der Kräfte, die in doppelter Hinsicht den Bildungs- und Entwicklungsprozess der experimentellen Methode verzögert, ist aber relativ. Das soll heißen, dass die Verzögerung keinen Augenblick lang die totale Annullierung des Fortschritts bedeutet. Unsere Feststellung kann auch in positiver Hinsicht ergänzt werden. In der Tat wird man bei genauerem Hinsehen entdecken, dass im Laufe der Antike die Empirie und die Erkenntnis, bedingt durch die menschliche Praxis, sich in einem fort erweitern. Gemäß einem solchen Prozess wird man offensichtlich auch zur Einsetzung des Experiments als Forschungsmethode gelangen. Die etappenweise Herausbildung des Experiments zieht selbstverständlich auch eine allmählich steigende Wertschätzung von Tätigkeiten einschließlich der Handarbeiten nach sich, durch welche der Mensch mit der Natur konfrontiert wird. Historisch gesehen ist der Umstand von Interesse, dass auch in der griechischen Kultur und Zivilisation ein deutlicherer Rückgang der blockierenden Faktoren bemerkbar ist, und zwar bei denselben Ioniern in jenen Stadtstaaten an den ägäischen Ufern, wo vorher sich der griechische Geist sowohl vom mythologischen Denken losgesagt als auch nachhaltig der Naturforschung zugewendet hat. In den ionischen Stadtstaaten erlangt die Mittelschicht zwischen der herrschenden Klasse und der Masse der Sklaven, nämlich die Handwerker und Handarbeiter, die mit verschiedenen Aktivitäten insbesondere technischer Art befasst sind, Schritt für Schritt eine angesehene Position im Rahmen der sozialen Organisation; parallel dazu gewinnen die Lebensformen mehr an Mobilität, mehr Elastizität und Freiheit. Die Einschätzung der menschlichen Würde nur nach der Abstammung der Menschen findet hier ihr Ende. Die Einteilung des Volkes wird nicht mehr auf aristokratischer Basis vorgenommen, sondern richtet sich immer mehr nach den realen Einkünften der Bürger,

also nach jenen Einkünften, die im Großen und Ganzen in direktem Verhältnis zu der Tüchtigkeit und dem Fleiß stehen, die sich in der „Arbeit“ zeigen. Diese Wendung lässt sich besonders bei den Ioniern an den kleinasiatischen Küsten feststellen. An deren Niederlassungen wird in der Tat jenes allgemeine Klima im Voraus geschaffen, welches später, ja sogar viel später das Zustandekommen der experimentellen Methode im wissenschaftlichen griechischen Denken begünstigt.<sup>1</sup> Die Aufbereitung der Atmosphäre zugunsten der „experimentellen“ Methode hat viele Jahrhunderte gedauert. Den ökonomischen und sozialen Veränderungen, die in den Stadtstaaten vor sich gingen, entsprachen auf politischer Ebene ähnliche Veränderungen. In den Herrschaftssystemen pendelt die politische Entwicklung mit ihren Fortschritten und Rückschlägen zwischen Aristokratie und Demokratie. In den eigentlichen antiken Demokratien kommt es zu einer gewissen Wertschätzung auch der physischen Arbeiten (Handwerke). Im Allgemeinen gelang es den Aristokratien, die sich in der Antike besonders über die Blutsverwandtschaft und das Bodeneigentum definierten, ihr Urteil über den wertmäßigen Rang von Handarbeit der öffentlichen Meinung aufzuzwingen. Dieses Urteil war selbstverständlich der Ausdruck höchster Verachtung. Die in ihren Vorurteilen gefangenen Aristokratien begeisterten sich in erster Linie für Tätigkeiten, die in Verbindung mit der Kriegsführung und der politischen Herrschaft standen oder für sinnlose Aktivitäten, die rhetorische, poetische oder sportliche Wettkämpfe betrafen. Eine der Ursachen dafür, dass es in der Antike nicht zu einer systematischeren Grundlegung der experimentellen Methode in der Naturforschung kam, muss gewiss im Einfluss gesucht werden, den die Kriterien der Bewertung von menschlichen Tätigkeiten auf die öffentliche Meinung ausübten, und das sind die der aristokratischen Blutsverwandtschaft entsprechenden Kriterien. Die Art, wie sich solche Kriterien auf ein Denkgebäude auswirken, kann perfekt am Beispiel der philosophischen Spekulationen Platons illustriert werden. Besonders charakteristisch dafür ist in diesem Zusammenhang der platonische Begriff „Demiurg“. Zunächst sei Einiges zur Bedeutung und zum Ursprung dieses Ausdrucks gesagt,

<sup>1</sup> Was die immer günstigere Situation der Handarbeiter und Handwerker in der ionischen Polis Klein-Asiens betrifft, ist nachzulesen in: Helmut Berve, *Griechische Geschichte*, 2 Bde., Herder Verlag, Freiburg im Breisgau, 1931, Bd. I, S.137ff.

der in der Philosophie Platons eine kosmische Macht bezeichnet. Gewöhnlich wurden als *demiurgoi* (i.O.) mit der Hand Arbeitende bezeichnet, die verschiedentliches Gewerbe betrieben. Der Terminus entspricht ziemlich genau dem deutschen *Handwerker* (i.O.). In der griechischen Gesellschaft bildeten diese *demiurgoi* eine mehrschichtige soziale Gruppe zwischen herrschender Klasse und Sklaven. Für „Menschen“ in der vollen Bedeutung des Wortes wurden nur diejenigen gehalten, die auf die eine oder andere Weise berechtigt waren, am politischen Leben teilzunehmen, nämlich an der Lenkung und Steuerung der bürgerlichen Bedürfnisse. Der Wert der „demiurgischen“ Aktivität hing nur von der Stellung ab, welche die Arbeiter in der sozialen Hierarchie einnahmen. Im Laufe des 7. – 5. Jahrhunderts v. Chr. kann man auf Basis gesicherter historischer Dokumente die Art und Weise verfolgen, wie der „Demiurg“ aus der unmittelbaren Nähe des Sklaven zum Status jener Herrscher aufsteigt, welche dazu berufen waren, ihre „Menschlichkeit“ in politischer Hinsicht walten zu lassen. Die Handarbeit, die von den Sklaven verrichtet werden musste, und wenig später auch jene auf technische Weise unterstützte Arbeit der Handwerker haben im Allgemeinen die Geringschätzung seitens der herrschenden Klasse auf sich gezogen. Dabei handelte es sich um eine Geringschätzung, die nur im Laufe von Jahrhunderten je nach Umständen nachließ. Nur die politisch-bürgerlichen Tätigkeiten wurden eines wahren Menschen für würdig erachtet, und in zweiter Linie das spekulative Denken bzw. rhetorische, gymnastische oder poetische Wettkämpfe. (Auch die Arbeitstechnik des Künstlers, die bei der Bearbeitung der Materie zum Einsatz kam, wie diejenige des Bildhauers, blieb anfangs nicht von der Geringschätzung seitens der Herrschenden verschont, und nur im Laufe der Zeit, spät, in der klassizistischen Epoche, erfolgte eine verstärkte Wertschätzung der künstlerischen Tätigkeit.)

Wie spiegelt sich all dies in der Philosophie Platons wider? Im Bild, das sich dieser Denker von der „Welt“ und vom „Sein“ in seinem Gesamtzusammenhang macht, lassen sich mehrere Regionen und konstitutive Elemente unterscheiden. Die Rede ist vor allem von der Welt der „Ideen“, einer nicht-geschaffenen, ständig anwesenden, ewig unbeweglichen und perfekten Welt, wobei die „Ideen“ als Prototypen der Wesen und der Dinge aus unserer konkreten, den Sinnen zugänglichen Welt aufgefasst werden. Ein anderes Element, das aber eine untergeordnete

Rolle im Konzept Platons spielt, ist die „Materie“, verstanden als irrationale Ausdehnung bar jeder anderen Bestimmung. Die Materie würde sich zu kleinen, flachen und dreieckigen Korpuskeln verdichten. Verschieden zusammengesetzt bilden sich daraus die Elemente der Natur: Luft, Wasser, Erde, Feuer und Äther. Das also ist die „Materie“, aus welcher der Demiurg, als eine Art von Weltseele, die Wesen und die Dinge aus der Welt, in der wir leben, nach dem Vorbild von Ideen schafft. Das Werk des Demiurgen ist unvollendet und voller Mängel. Perfekt sind nur die Ideen. „Göttlich“ ist nur die Idee des Guten, also diejenige der Harmonie und der Vollendung, die der Welt der Ideen eignet. Der „Demiurg“ ist weit davon entfernt, von Platon als ein Gott betrachtet zu werden. Er ist sozusagen ein „Demiurg“ wie ein „Handarbeiter“ und spielt in der Hierarchie der Kräfte, durch deren Verflechtung die „Welt“ entsteht, ungefähr die Rolle von „Handwerkern“ in der menschlichen Gesellschaft. Das Beiwort des „Göttlichen“ löst sich bei Platon vom Weltlichen und verträgt sich nicht mit den Beiwörtern, die man der Handarbeit bzw. den technischen Verrichtungen zuordnen kann, sowie in der griechischen Gesellschaft zur Zeit Platons oder vorher der Begriff des „Menschlichen“ in seiner vollen aristokratischen Bedeutung mit demjenigen der „Handwerklichkeit“ nicht zusammenpasst. Es ist aber bekannt, dass ca. sieben Jahrhunderte später in der christlichen Metaphysik, wie etwa bei Augustinus, der platonische Demiurg geradewegs zu „Gott“ wird. „Gott“ „denkt“ die *Ideen* und schafft aus dem Nichts die Welt gemäß der von Ihm gedachten Ideen. Man beachte die dabei entstandene Verschiebung des Bedeutungsschwerpunkts. Es besteht kein Zweifel, dass in den Jahrhunderten zwischen Platon und Augustinus tiefgreifende Veränderungen in der geistigen Verfassung der menschlichen Gesellschaft rund um das Mittelmeer vor sich gingen. Die Arbeit und die technischen Verrichtungen wurden nun höher geschätzt als zur Zeit Platons. Diese Änderung der Einstellung äußerte sich unter anderem unter dem Einfluss des Stoizismus und des Christentums, die beide große geistige Bewegungen entsprechend den Freiheitsbestrebungen der unterdrückten Massen darstellen. „Aristokratische“ Merkmale verschwanden aber nicht zur Gänze; sie bestehen in der Antike in der einen oder anderen Form weiter, ja sogar dann noch, als die Aristokratie keine Macht mehr hat: sehr mühsam und nur allmählich finden Veränderungen der Mentalität statt. Aber sie kommen trotzdem zum Vorschein.

Eine gewisse aristokratische Haltung, die danach trachtet, dass die experimentelle Methode auf keinerlei Weise Fuß fassen kann, zeigt sich im Laufe der Jahrhunderte. Es bedurfte in der Tat tiefgreifender Veränderungen im Denken und in der Struktur der antiken Gesellschaft sowie im Lebensstil, damit es zu günstigeren Voraussetzungen für die Entwicklung des Experiments als Forschungsmethode kommt. Eine historische Bedingung, die in nicht geringem Ausmaß zur Zerstörung der „aristokratischen“ Mentalität in der alten Bedeutung des Wortes beigetragen hatte, war gerade das schrittweise Verschwinden des Blutadels. Diese Bedingung wurde besonders durch die Errichtung des Imperiums Alexanders des Großen erfüllt, gefolgt von den tiefen und umfassenden Veränderungen in allen Lebensbereichen, die sich am Ende des kurzlebigen Reiches des Mazedoniers zusammengedrängt haben. Dieser große Umwandlungsprozess ist gleichbedeutend mit der Etablierung der sogenannten hellenistischen Ära in einem großen Teil der antiken Welt. In dieser Ära haben die griechischen, orientalischen und ägyptischen Volksgruppen ihr Kontaktnetz enorm erweitert. Die lokalen Mentalitäten mussten elastischer werden, indem sie von einer allgemeineren Mentalität ersetzt wurden. Die umherschweifenden Individuen der antiken Menschheit – und davon gab es jetzt sehr viele – waren stolz darauf, die geographisch verfestigten Vorurteile der verschiedenen Stämme hinter sich zu lassen. Große Städte, riesige Verkehrszentren entstanden in der hellenistischen Epoche, Hauptstädte des Imperiums, in denen die Industrie und der Handel wie nie zuvor blühten und wo unternehmerische, mit lebendiger Intelligenz ausgestattete Menschen ihre Fähigkeiten auf jedem Gebiet erproben konnten, indem sie einen weit um sich greifenden Austausch von Erfahrung und Ideen betrieben. Eine immer kosmopolitischere Gesinnung sozialer Schichten, die vormals ihrer Beschäftigungen wegen noch geringgeschätzt wurden, welche sich aber nunmehr einer zunehmend materiellen Blüte erfreuten, konnte in der allgemeinen Meinung Maßstäbe einer großzügigen, ja sogar enthusiastischen Bewertung von Tätigkeiten und Beschäftigungen setzen, die zu Wohlstand und von nun an zur Eroberung von immer besseren Positionen in der Hierarchie der Gesellschaft führten. Eine solche Entwicklung der „Handwerklichkeit“ war in den ehemaligen, klein dimensionierten griechischen Stadtstaaten nicht möglich, nicht einmal in jenen, die für längere Zeit eine demokratische Führung hatten. Der

„Hellenismus“ stellt den ersten, breit angelegten historischen Prozess dar, dank dessen die von den Vorurteilen der antiken Aristokratie durchtränkte Mentalität allmählich verschwindet. Der Hellenismus war die erste große Kraft, die den Abbau jener Mentalität herbeiführte, die sich mit solcher Beharrlichkeit Jahrhunderte lang durchhielt; später war es dann das römische Reich, durch das diese Entwicklung weitere Kreise zog. Zur Zeit des Kaisers Augustus war das Patriziertum altrömischen Ursprungs am Verschwinden. Sowohl in Zeiten, als es nach einer moderaten Monarchie aussah, als auch in Zeiten, als es in orientalischem Gewand auftrat (so hatte es auch einen Augenblick lang sogar Julius Caesar erträumt und so geschah es tatsächlich unter der Herrschaft späterer Imperatoren), trieb das römische Reich nur den Abbauprozess der antiken Aristokratie bis zum Ende voran. Gleichzeitig damit wurden auch die Vorurteile, darunter auch die geringe Achtung gegenüber den „demiurgischen“ Tätigkeiten, zerstört oder verloren zumindest an Schärfe. Diese Mentalität wurde aufgeweicht, um einer anderen Platz zu machen, einer, die zu gegebener Zeit sowohl der Begründung als auch der Entwicklung des „Experiments“ als Methode der Naturforschung förderlich war.

Ein anderer wichtiger Umstand, von dessen Auftauchen und Entwicklung das Auftreten des „Experiments“ als Forschungsmethode abhängen wird, bestand darin, dass sich das Erkenntnisinteresse des menschlichen Geistes zum Konkreten und Partiellen hin verschob, nachdem sich in den ersten philosophischen Erscheinungsformen des griechischen Geistes die Aufmerksamkeit mehr dem Weltganzen, in gewisser Weise also dem Abstrakten zugewendet hat. Das ionische Denken hatte seine Wurzeln im eminenten „philosophischen“ Interesse, das der Erforschung von „Prinzipien“ der grundlegenden kosmischen Proportionen galt (der Erforschung der „archai“). Es versteht sich, dass ein solches Interesse in erster Linie die Spekulation auf den Plan rief, wie sehr das ionische Denken auch auf die Urbarmachung von Empirie gerichtet war. In welchem Maße der antike Grieche sich spekulativ orientierte, geht klar genug aus der Art seiner philosophischen Errenschaften hervor. Im Denken Heraklits verbindet sich die Spekulation noch fruchtbar mit der Empirie, im eleatischen Denken hingegen ging die Spekulation zur Gänze auf das eigene Konto, indem sie in Gegnerschaft zur Empirie trat und ihr jegliche Legitimation als Erkenntnis-

quelle absprach. Sicher ist ferner, dass auch bei Platon und Aristoteles das Denken eine höchst spekulative Wendung nimmt, und dass sie der Empirie nur eine zweitrangige Rolle zugestehen, sei es als Stimulans, sei es als Korrektiv der Spekulation. Die kognitive Leidenschaft der Philosophen war also ganz auf den kosmischen Gesamtzusammenhang gerichtet. Solange aber der Elan der Erkenntnis exklusiv oder in erster Linie das *kosmische Ganze* im Blick hat, scheint klar, dass er sich jeglicher Chance auf eventuelle Initiativen beraubt, eine Methode der „experimentellen“ Naturforschung zu begründen. Um offen zu sein für den Weg des „Experimentellen“ war zuvor nötig, dass der menschliche Geist den Reiz des Konkreten und Partiellen verspürt. Aber einer solchen Versuchung sind die Naturforscher erst nach Aristoteles erlegen – und zu einem guten Teil auf der Grundlage seines enzyklopädischen Werks. Die „Spezialisierung“ der Untersuchungen beseitigte eines der wesentlichen Hindernisse, welches die Etablierung der experimentellen Methode hinauszögerte. Dieses Hindernis bestand in der abstrakten „philosophischen“ Mentalität, die bis zu den höchsten Prinzipien hinaufsteigen wollte. Durch Spezialisierung und Verzweigung in regionale und sektorale Forschungen fand das fragliche Hindernis von selbst ein Ende. Dennoch ist aufzuzeigen, dass die Spezialisierung, auch wenn sie eine Voraussetzung dafür ist, die experimentelle Methode auf den Weg zu bringen, nicht *eo ipso* zu einer solchen Methode auch führt. Durch Spezialisierung waren die Wissenschaftler der griechischen Antike in erster Linie auf dem Gebiet der konkreten Empirie bahnbrechend, indem sie eine Blütezeit der faktischen Erkenntnisse einleiteten. Wahr ist, dass nach Aristoteles die Einzelwissenschaften einen eher beschreibenden und klassifizierenden Aufschwung nahmen. So wurden Wissenschaften wie die Botanik, Zoologie, Geographie, Anatomie etc. gefördert. In nicht geringerem Maße erleben auch die Historiographie und die Philologie eine glückliche Zeit, indem sie Material zusammentragen und Auswahlkriterien für dieses finden. Innerhalb desselben Lebensstils ging die Spezialisierung Hand in Hand mit den ökonomischen, sozialen und politischen Veränderungen des Zeitalters vor sich. Gemäß der historischen Entwicklung befinden wir uns also auch in anderer Hinsicht wiederum im Zeitalter des Hellenismus mit seinen bedeutsamen Zentren der Zivilisation und brodelnder Intellektualität, wie etwa Alexandrien, Antiochien und andere. Die Individuen, die sich des Rechts erfreuen,

en, in der einen oder anderen Form am bürgerlichen Leben teilzunehmen, und sie gibt es nunmehr in Menge, bewegen sich in Freiheit, losgelöst von den alten Bindungen an die Mythologie oder an irgendeine lokale Philosophie. Sie betrachten die Welt der Empirie ohne Vorurteile. Die hellenistische Gesellschaft erreicht einen hohen Grad an innerer Differenzierung und wird von Interessen geleitet, die im Vergleich zur Gesellschaft der klassischen oder auch der archaischen Antike von phantastischer Vielfältigkeit sind. Dieser innerlichen Differenzierung der Gesellschaft entsprach im Rahmen des Lebensstils, was die Forschung bzw. die Erkenntnis betrifft, eine sektorale Spezialisierung sowohl auf dem Gebiet der Natur- als auch der Geschichtsforschung. Ein solcher Geist der Spezialisierung konnte natürlich dazu anregen, auch das Experiment als Methode der Naturforschung einzuführen. Jetzt nimmt diese Methode in ihrem ersten Auftreten als bewusster Forschungsmodus wahrhaft Gestalt an. Am Anfang war es nur allzu verständlich, dass das Experiment in Erfüllung seiner Aufgaben sich innerhalb jener *Grenzen* bewegte, welche die historischen Umstände der damaligen Mentalität setzten. Seit ihren Anfängen selbst wird die Methode manche Früchte tragen, die in den endgültigen Besitz der vom Menschen betriebenen Wissenschaft gelangen. Damit beziehen wir uns auf die wissenschaftliche Tätigkeit eines Archimedes etwa. Er war auf dem Weg voller Verheißungen seitens der experimentellen Methode. Mehr noch: er antizipiert großartig, indem er das Experiment mit mathematischen Vorgangsweisen kombiniert. Archimedes wird aber auch nicht über seinen eigenen Schatten springen; er verbleibt innerhalb bestimmter Grenzen, welche die antike Mentalität nun einmal hat. Indem sich Archimedes wie die gesamte Antike mehr auf die Erfassung *statischer* Aspekte der Natur konzentriert und, wie ebenfalls die ganze Antike, sich innerhalb eines begrenzten Horizonts bewegt, ebnet er zwar den Weg des Experimentierens, aber er ist sich weder dessen methodischer Reichweite noch dessen Chancen bewusst. Auch Archimedes konnte, wie stark auch immer das geistige Licht und das Genie ihn durchdrungen hätten, offenbar ohne vorherige, lange Aufbereitung des wissenschaftlichen Klimas nicht in Erscheinung treten. Archimedes ist kein Einzelfall. Der wissenschaftliche Geist verzeichnete schon vorher eine Reihe von Erfolgen, die Zeugnis für alle ihm zugedachten Möglichkeiten ablegten. Wir beziehen uns aber jetzt nicht nur auf jenen wissen-



schaftlichen Geist, der die Blütezeit der beschreibenden bzw. historischen Wissenschaften herbeiführte, sondern auf den wissenschaftlichen Geist insgesamt: auf jenen Geist, der in den Arbeiten Euklids der Menschheit die Geometrie als rationales System überlieferte, das durch seine systematische Schlüssigkeit und Strenge zu allen Zeiten als Vorbild für alle Versuche diente, deren Ziel es war, die höchste wissenschaftliche Würde zu erlangen. Wir beziehen uns auf jenen Geist, der in Gestalt des Aristarch von Samos (310 – 230 v. Chr.) in der Astronomie eine heliozentrische Perspektive eröffnet oder der später durch Eratosthenes aus Kyrene mit überraschender Annäherung die Drehung der Erde berechnet; wir nehmen Bezug auf jenen Geist, durch welchen Hipparch die Parallaxe zwecks Berechnung von Distanzen im Universum einführt und den Abstand zwischen Mond und Erde beinahe richtig bestimmt; wir denken an die „pneumatischen“ Spielwerke und die „Automaten“ des Heron von Alexandrien (1. Jhd. v. Chr.), ein Werk, das uns über die „Technik“<sup>2</sup> aufklärt, bis zu der es die Antike bringen konnte (besonders auf dem Gebiet der Bühnentechnik und der sakralen Inszenierung in den Tempeln); wir denken an jenen Geist, der durch Strabon (63-17 v. Chr.) die erstaunlichsten Ansichten über Geologie und Geographie äußerte. Strabon vermutete, dass Inseln vulkanischen Ursprungs sind, und dass es Meeresmuscheln in vom Meer weit entfernten Gegenden gibt, führte ihn zur Annahme, dass solche Gegenden einst Meeresböden waren. Was die Geographie betrifft, genügt es daran zu erinnern, dass folgende, einer göttlichen Eingebung gleichkommenden Worte von Strabon stammen: „Es ist wohl möglich, daß in demselben gemäßigten Erdgürtel, welcher durch das Atlantische Meer geht, außer der von uns bewohnten Welt noch eine andere oder selbst mehrere liegen.“<sup>3</sup> Zu denken ist auch an die epochale Lehre des Arztes Galenus (129 – 199), der den Blutkreislauf annähernd klärt, die Anatomie der Nerven erforscht und gleichzeitig richtiggehende physiologische Experimente

2 In seiner erst in der Neuzeit nach einem arabischen Manuskript publizierten Mechanik liefert Heron die Beschreibung und die Theorie jener fünf einfachen Maschinen, ohne sich aber dessen bewusst zu sein, dass auch die „schiefe Ebene“ eine solche „Maschine“ ist. Heron war sich nicht im Klaren über die Effekte der schiefen Ebene, daher befand er sich bei der Theorie der Schraube und der Feder auf einem Irrweg.

3 Zitiert nach *Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange, dargestellt von Friedrich Dannemann, 2. Aufl., Bd 1 (Von den Anfängen bis zum Wiederaufleben der Wissenschaften)*, Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1920, S. 261

an lebendigen Tieren durchführt, um die Wirkung von chirurgischen Eingriffen auf sie festzustellen. Aus solchen Betrachtungen, die man unbegrenzt anstellen kann, geht hervor, dass die Gestalt des Archimedes, des Wissenschaftlers, der in der Antike das Experiment so gut anzuwenden verstand, ein außergewöhnliches Phänomen nicht nur seiner Qualität wegen, sondern ziemlich häufig auch durch seinen Spürsinn war. Archimedes fügte sich in das Ensemble von Aktivitäten ein, die in der Zeit vor ihm und nach ihm erfolgten und welche die möglichen Wege der künftigen Wissenschaft in so und so viele Richtungen auskundschafteten.

Der durch eine immense intellektuelle Neugier, Mobilität, Klarsicht, Agilität und Flexibilität gekennzeichnete hellenistische Mensch wurde in allen seinen Initiativen auf optimale Weise vom Zustand und der Betriebsamkeit der hellenistischen Gesellschaft dazu stimuliert. Vielleicht hätte er allmählich die Grenzen, die dem antiken Menschen durch die Macht der Umstände auferlegt waren, zerschlagen können, denn es gab Grenzen. Wir werden später zeigen, in welchem Maße Archimedes selbst deren Gefangener war. Vorläufig machen wir die Beobachtung, dass das hellenistische Denken, obwohl das Experiment als Methode Anwendung fand, weit davon entfernt war, auf Basis dieser Methode mit Nachdruck und Konsequenz die Charakteristika moderner wissenschaftlicher Forschungsstrategien *festzulegen*. Ziemlich merkwürdig scheint beispielsweise der Umstand, dass sich in Alexandrien Wissenschaftler fanden, die bereit waren, Aristoteles mit höchst legitimen Kriterien zu konfrontieren. Sie unterzogen die von Aristoteles prästendierten Gesetze bezüglich der Bewegung geworfener Körper einer experimentellen Kontrolle. Die alexandrinischen Experimente widerlegten die „Gesetze“ des Stagiriten. Aber daraus wurden nicht die nötigen Schlüsse gezogen, was den Wert der aristotelischen Physik überhaupt betrifft, ein Umstand, der ausreichendes Licht auf den Einfluss wirft, den die Spekulation und eine nur annähernd genaue Empirie gegenüber dem „Experiment“ ausübten. Dennoch könnte man behaupten, dass es dem hellenistischen Menschen in seiner für ihn charakteristischen Unruhe letztlich doch gelingen hätte können, die Horizonte der Wissenschaft auch über die Grenzen hinaus, die ihm das antike Denken setzte, zu erweitern. Die Nachfolge des Hellenismus tritt aber dann das römische Reich an. Die römische Mentalität jedoch hatte bei Weitem nicht

so offene Horizonte wie das hellenistische Denken. Und die römische Mentalität war zu wenig auf die kosmische Erkenntnis gerichtet; sie verwarf nicht nur die Spekulation, sondern gerade auch die strikt empirischen Untersuchungen, wenn diese über einen bestimmten Nutzen hinausführten. Außerdem hatte die Nützlichkeit selbst, entsprechend dem römischen Interesse am staatlichen Leben und natürlich an dessen Intensivierung und Ausdehnung, das letzte Wort. Durch seinen spezifischen Utilitarismus verlängerte der römische Geist zwar die Lebensdauer der antiken Kultur und Zivilisation, vermehrte aber deren Erbe nicht. Der römische Geist bestätigte im Grunde genommen die Antike in ihren Grenzen; er beschnitt den Hellenismus um die Neugier, die letztlich zu einer Überwindung der vorgegebenen Möglichkeiten des antiken Menschen hätten führen können. In Bezug auf die Geschichte der experimentellen Methode, deren Etappen wir in diesem Kapitel nachzeichnen, könnte man sagen, dass die Ermordung des Archimedes durch einen römischen Soldaten bei der Invasion und Zerstörung von Syrakus (213 v. Chr.), während der sich der Wissenschaftler über seine Kreise beugte, ein Akt von symbolischer Aussagekraft ist.

Eines der wichtigsten Hindernisse, die der technischen Evolution und daher auch der Entwicklung des Experiments als Methode der Naturforschung in der Antike im Weg standen, war die Sklaverei selbst. Das Hindernis zeigt sich ganz klar in der Zeit des Hellenismus, aber besonders in der Spätzeit der Antike unter der Herrschaft des römischen Imperiums. Die Technik hatte zwar die Möglichkeit, sich grundlegend weiterzuentwickeln, aber die Sklavenhaltergesellschaft war ein Faktor, der die Entwicklung in bestimmter Hinsicht hemmte. Dabei ist ein Geschehnis der Erwähnung wert, das sich in der Zeit des im Übrigen aus den Reihen des römischen Bürgertums stammenden Cäsaren, des Herrschers Vespasian (79 – 81) abspielte. In Gegenwart des Imperators zeigte ein Erfinder seine verblüffenden technischen Werke, nämlich einige Maschinen, durch welche die Arbeitskraft der Sklaven in hohem Maße hätten ersetzt werden können. Es lag am Kaiser, die Einführung dieser von großem Ingenium zeugenden Erfindungen in die Wirtschaft des Zeitalters zu genehmigen. Obwohl er aus den bürgerlichen Reihen kam und als solcher in der Lage gewesen wäre, Verständnis für die Nützlichkeit dieser Maschinen aufzubringen, hat Vespasian sich geweigert, sie für die Wirtschaft des Reiches zuzulassen. Der Grund der Zurückwei-

sung lag in der Furcht, dass auf diese Weise die Sklaven zunehmend arbeitslos würden. Die Arbeitslosigkeit würde die Unzufriedenheit der Sklaven steigern, und diese Unzufriedenheit wäre dann wiederum eine Quelle für revolutionäre Bestrebungen gewesen. Der Herrscher verweigerte also aus ökonomisch-sozialen Gründen die praktische Umsetzung von manchen technischen Erfindungen; er wollte, dass die von ihm für ganz natürlich gehaltene gesellschaftliche Ordnung nicht erschüttert wird. Man kann daher nicht behaupten, es hätte in der Antike keine wichtigen Erfindungen gegeben oder die Wissenschaftler wären nicht imstande gewesen, etwas zu erfinden. In dieser Hinsicht verfügen wir über eine spätere genaue Nachricht, welche zeigt, dass es genügend Erfindungen gab, diese aber keine praktische Anwendung fanden. So berichtet ein Schriftsteller des 4. Jahrhunderts interessante Dinge, was das Erbe betrifft, das der Kaiser Commodus (180 – 192), der degenerierte Sohn des Weisen Marc Aurel, hinterlassen hat. Der Schriftsteller, auf den wir Bezug nehmen, erzählt, dass Pertinax, der Nachfolger des Commodus, eine Reihe von wunderbaren technischen Erfindungen aus der Hinterlassenschaft seines Vorgängers zur Versteigerung ausgerufen hätte. Unter anderem wird auch ein Automat erwähnt bzw. ein Wagen mit Fahrpreismessung. Es mangelte also nicht an technischen Erfindungen, aber sie landeten im Kuriositätenkabinett des Herrschers oder bei anderen Amateuren, anstatt in die Werkstätten zwecks praktischer Verwendung zu gelangen. Die Erfindungen waren höchstens Anlass des Staunens, ein Spiel und ein Spektakel. Zur Zeit der römischen Herrscher wiederholte sich das, was sich vielleicht schon lange vorher in anderen Erdteilen abgespielt hatte, beispielsweise in China, wo solche Erfindungen gleichfalls nur als Gelegenheit zum Amusement betrachtet wurden. Die Chinesen lehnten Maschinen ab, weil sie den Glauben nährten, dass die Verwendung von „Werkzeugen“ eine Täuschung der Natur sei. Die römischen Imperatoren waren der Meinung, dass sie durch die Ablehnung von Maschinen auf weiseste Art einen Beitrag zur Aufrechterhaltung der „natürlichen“ Weltordnung leisteten, die nach Überzeugung der Herrschenden, aber auch schon des Aristoteles, in der Sklavenhaltung bestand. Die Arbeitskraft der Sklaven, die den Machthabern zur Verfügung stand, veranlasste die Wissenschaftler, nicht allzu viele Gedanken an die Entwicklung von Technik zu verschwenden, zumindest nicht an eine Entwicklung, die letztlich zu einer Ersetzung des Sklaven

durch eine Maschine geführt hätte, oder sich damit zufrieden zu geben, falls die ebenso von ihnen erfundenen Dinge ins Kuriositätenkabinett kämen bzw. deren Verwendung der Unterhaltung diene. Dem römischen Schriftsteller, der über die Geschehnisse nach dem Tod von Commodus berichtet, kommt übrigens auch nicht in den Sinn vorzuschlagen, jene Erfindungen als ein Angebot an die menschliche Praxis zu betrachten; im Gegenteil, er protestiert nur auf konventionelle Art und Weise, um sie als verachtenswerte Luxusprodukte zu brandmarken. Befangen gegenüber dem wirklichen Gebrauch technischer Erfindungen, die als solche nützlich sind und der Gesellschaft seitens der äußerst geschickten Erfinder zur Verfügung gestellt werden, betrachtet man nur jene Erfindungen, deren Verbreitung zum Sturz der Sklavengesellschaft führen würde. Aber nicht alle Erfindungen der damaligen Zeit forderten Abwehr heraus, deren Grund letztlich im Wunsch bestand, die gegebene soziale Ordnung nicht anzutasten, und insofern kamen auch nicht alle Erfindungen in das Kuriositätenkabinett. Die technischen Fortschritte, die im Zeitalter des Hellenismus und der römischen sowie byzantinischen Herrscher beispielsweise auf dem Gebiet von Kriegsgerät oder in der Architektur gemacht wurden, sind vielfach und nicht zu bestreiten. Jene Zeit verzeichnete sogar singuläre Glücksfälle. In technischer „Hinsicht“ ist der Bau der Hagia Sophia in Konstantinopel bis heute zur Gänze bewundernswert und in seiner Art einzigartig.

Betrachtet man also den antiken Geist in seinen verschiedenen historischen Phasen, so bot er nicht immer ein günstiges Umfeld für eine *unbegrenzte* Entwicklung der menschlichen Technik. Auch auf das Experiment als Methode der Naturforschung wirkte sich die Zweideutigkeit jener Mentalität aus.

Zugleich mit dem Untergang der antiken Welt und in der Zeit, da sich auf dem Gebiet des römischen Reichs ein christliches Gedankengut verbreitete, gingen viele Veränderungen vor sich, welche auf das Vorankommen des „wissenschaftlichen“ Denkens, das im Laufe der Antike dennoch so entscheidend grundgelegt wurde, einen ungünstigen Einfluss ausübten. Die Ausrichtung des christlichen Denkens auf das Jenseits, auf die „Transzendenz“, hatte, zumindest anfänglich, eine beinahe katastrophale Auswirkung auf „wissenschaftliche“ Tätigkeiten. Symptomatisch für diese Haltung, die jegliches Interesse an der Erforschung der Natur verschmähte, sind die Worte Tertullians: „Nach den Evangeli-

en ist die Forschung nicht mehr nötig“ (*De praescriptione haereticorum*, Kap. 7). Auf diese Weise machten die Evangelien die Forschung überflüssig. Die Evangelien enthalten alles, was wir für unser Heil wissen müssen. Der Fanatismus hält die Fahne hoch, und ab nun sind die dunklen Wolken vor auszusehen, die aufziehen werden, sobald sich die staatliche Macht an die Seite des Fanatismus stellen wird. Sogar in Alexandrien, wo unter dem Einfluss des Neuplatonismus und eines christlichen Philosophen vom Format des Origenes das Christentum einen intellektuellen Weg einschlug und auf seine Weise spekulative Anstrengungen unternahm, war die Naturwissenschaft in keiner besseren Situation. Auch das intellektualisierte alexandrinische Christentum hat die Empirie – ohne welche ein „wissenschaftliches“ Denken kaum begriffen werden kann – überhaupt nicht und auf keinerlei Weise gefördert. Wie sehr das christlich-alexandrinische Denken auch vorgespült hätte, über die Kraft der antiken oder orientalischen Philosophie zu verfügen, so hat es doch auch, wie die „einfältige“ Christlichkeit des „Glaubens“ vorher, die Rolle des Totengräbers der antiken Wissenschaft übernommen. Unter diesen Umständen ist es nicht verwunderlich, dass wir am Anfang des Mittelalters christliche Gelehrte antreffen, die in Belangen der Naturerkenntnis zur Auffassung Hesiods oder einer quasibabylonischen Konzeption zurückkehrten. Das Buch Genesis der Bibel diente beinahe als einzige Quelle für die Erkenntnis der Natur. Aus dem wissenschaftlichen Patrimonium der Antike blieb im Bewusstsein der Menschen nur Stückwerk übrig.

Wir sagten schon, dass in der Antike der menschliche Geist aus so und so viel stilistischen Gründen darauf ausgerichtet war, die Natur in erster Linie unter ihren statischen Aspekten zu studieren. In Verfolg einer „strengen“ Wissenschaft, wurde die „statische“ Ausrichtung von den Errungenschaften der Mechanik des Archimedes gekrönt. Um in ernster Weise über diese Ergebnisse hinauszugehen, wären die Wissenschaftler zur Zeit des Hellenismus und der griechisch-römischen Spätantike gezwungen gewesen, mit größerer Aufmerksamkeit und Strenge auch die *dynamischen* Aspekte der Natur zu studieren, d.h. in erster Linie das Phänomen der *Bewegung*. Aber für eine solche Untersuchung fehlten auch die elementarsten Voraussetzungen. Wir wissen, dass für die antike Philosophie das Statische und die Unbeweglichkeit vor allem, was dynamisch und beweglich ist, Vorrang hatte, und dass

letztere Kategorien, das Dynamische und Bewegliche, als Derivate betrachtet werden, als Attribute des Nicht-Existierens oder Semi-Existierens. Das christliche Denken, das in seinen ersten Jahrhunderten der Natur überhaupt feindlich gegenübersteht, verstärkt noch mehr das Desinteresse gegenüber der Naturdynamik, gegenüber dem Phänomen der „Bewegung“. Um dies zu illustrieren, sei daran erinnert, wie der Theologe und Mystiker Evagrius Ponticus,<sup>4</sup> einer der Schüler des Origenes, über die „Bewegung“ denkt. Gemäß seiner Konzeption wurde die Welt (Natur) durch ein „Abfallen“ von Gott, also durch „Bewegung“ geschaffen. Auf diese Weise wird bei Evagrius die „Bewegung“ allgemein mit „Sünde“ gleichgesetzt. Der Geist ist dazu bestimmt, die „Bewegung“ und alles, was zu ihr gehört, nämlich die Materie und das Biologische, ja sogar das Seelische, zu überwinden, um sich wieder mit Gott zu versöhnen. Diese abwertende Konzeption der Bewegung stand offensichtlich unter dem Einfluss des Neuplatonismus. Der neuplatonischen Ansicht über die Bewegung fügte Evagrius nur die religiöse Kategorie der Sünde hinzu, aber dadurch leistete er der Ablehnung des Phänomens Vorschub. In einer solchen geistigen Atmosphäre war es nicht mehr möglich, das nötige Interesse dafür aufzubringen, die „Bewegung“ wissenschaftlich zu erforschen. Und diese Atmosphäre hielt sich Jahrhunderte hindurch. Erst bei den späteren Kirchenvätern, bei einigen, die sich zu einem umfassenderen Seinsverständnis emporarbeiten, wie etwa im 7. Jhd. Maximus Confessor, kommt es zu einer Revision der Ansichten über die Natur und die Bewegung. Letztere erscheinen in einem günstigeren Licht<sup>5</sup>, indem sie großzügigerweise als Werke Gottes angesehen werden. Man könnte sagen, dass das spätere patristische Denken, indem es die Natur und die Bewegung in etwas positiv Seiendes verwandelt, dessen individuelle Konkretion es verdient, als Produkt des göttlichen Willens betrachtet zu werden, in gewissem Maße in Europa eine neue Einstellung vorbereitet, die natürlich erst nach Jahrhunderten zum Beginn einer Untersuchung der Natur und deren dynamischer Aspekte, insbesondere der „Bewegung“, führen wird. Auch wenn

4 Vgl. Hans Urs von Balthasar, „Die Metaphysik und Mystik des Evagrius Ponticus“, in *Zeitschrift für Aszese und Mystik*, 1939, SS. 31 – 47. (Buchtitel und Name der Zeitschrift i. O. auf Deutsch, Anm. d. Übers.)

5 Vgl. ders., *Kosmische Liturgie: Maximus der Bekenner*, Herder Verlag, Freiburg im Breisgau, 1941, S. 28. (i.O. auf Deutsch, Anm. d. Übers.)

man der byzantinischen Kultur das Verdienst zukommen ließe, durch das spätere patristische Denken zu einer großzügigeren Einstellung der Natur und der Bewegung gegenüber gelangt zu sein, so bleibt sie doch insgesamt, menschheitsgeschichtlich gesehen, ein Exponent des Statischen und der Starrheit. Denn selbst Maximus Confessor bevorzugte gegenüber der Natur und der Bewegung die Transzendenz der Gnade, die Unbeweglichkeit des Ungeschaffenen und des Erlösten.

Weder in der Antike noch im Mittelalter und auch nicht später hat sich die europäische Wissenschaft gänzlich unabhängig vom gelegentlich sehr starken Einfluss anderer Kulturkreise entwickelt. Die archaischen Kulturen und Zivilisationen, wie etwa die ägyptische oder babylonische Kultur, wurden von der Geschichte nicht verschluckt, ohne Spuren und Früchte zu hinterlassen. In der Geschichte des „wissenschaftlichen“ Denkens, wo die Anhäufung von überprüfbareren Erfahrungen und Ideen sich viel deutlicher zeigt als in der Geschichte anderer geistiger Erscheinungen, lässt sich Schritt für Schritt die Wechselwirkung zwischen intellektuellen Errungenschaften und deren zunehmender Akkumulation verfolgen.

Das Mittelalter beruht darauf, dass es überall in Europa zwar unter verschiedenen, sich aber durch gemeinsame Grundstrukturen auszeichnende Formen die Feudalherrschaft durchsetzte. Dabei ist im Grunde von einem neuen Lebensstil die Rede, welcher in sozialer Hinsicht als feudale Gesellschaftsform erscheint. Im Vergleich mit der Antike führt dieser neue Stil nicht nur zu mehr Dynamik im geschichtlichen Ablauf als solchem und zu mehr Abwechslung der Formen. Dieser neue Stil leitet auch den Forschergeist dazu an, die *dynamischen* Aspekte des Seienden im Ganzen zu betrachten. Die neue Ausrichtung merkt man anfänglich besonders am *spekulativen* Denken, was nur allzu verständlich ist, wenn man bedenkt, dass die christliche Kirche das intellektuelle Interesse mit aller Kraft auf das „Jenseits“ lenkte. Es gibt aber im europäischen Mittelalter einen jahrhundertelangen Mangel an wissenschaftlichem Denken, genauer gesagt an jener wissenschaftlichen Denkweise, welche die Erforschung der Natur zum Ziel hat. Die brodelnde Intellektualität Alexandriens und anderer hellenistischer Zentren war erloschen, und es gab keinen europäischen Erben, der das so vielversprechende wissenschaftliche Denken des Hellenismus weiterführen wird. Menschheitsgeschichtlich gesehen sollten aber die Araber diese histori-



sche europäische Lücke ausfüllen. Die arabische Philosophie und Wissenschaft hatten eine viel positivere Einstellung als das patristische Christentum gegenüber der Bedeutung des *Handelns* in dieser unserer Welt. Aus ihrer geistigen Perspektive heraus und unter ihren historischen Bedingungen pflegten die Araber die Naturforschung. Die arabische Wissenschaft schlägt eine Brücke zwischen der griechischen, hellenistischen sowie römischen Antike und jenem europäischen Mittelalter, dem erst später in den Sinn kam, die Natur zu untersuchen. Darüber hinaus verbreitete und entwickelte die arabische Wissenschaft einen Wissenschaftstypus, der in der Antike in eine Sackgasse geraten war und der nur dank der bewundernswerten, wissenschaftlichen Begabung der Inder aufblühen und sich entfalten konnte: Die Mathematik und in erster Linie die Algebra. Die Araber selbst entwickelten dann Wissenschaften wie etwa die Chemie oder die Optik. Die ersten Wissenschaftler, die optische Gesetze und Phänomene wie jene der Camera obscura auf mathematische Weise ausdrückten und die ersten, die vermuteten, dass die Lichtgeschwindigkeit nicht unendlich ist, waren die Araber. Das „Experiment“ als Forschungsmethode wurde von Arabern im selben Maße perfektioniert, als deren Wissenschaftsergebnisse über die hellenistische Wissenschaft hinausgehen.<sup>6</sup> Die arabische Wissenschaft behauptete lange Zeit ihre Überlegenheit gegenüber der europäischen Wissenschaft, schließlich aber erwachte diese, um von Neuem die Führung zu übernehmen – und dies gerade in dem Augenblick, in dem der arabische Geist seine Möglichkeiten ausgeschöpft zu haben scheint.

Die Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens im europäischen Mittelalter bietet eine Reihe von Aspekten dar, die es verdienen, in diesem gerafften historischen Streifzug festgehalten zu werden. Die europäische Wissenschaft sollte schließlich zur Bildung der galilei-newtonschen Wissenschaft führen und unter anderem auch zum Experiment als Methode der Naturforschung, als einer dauerhaften und mit allen notwendigen Zutaten für einen vollständigen Sieg ausgestatteten Methode. Um bis dorthin zu gelangen, musste sich das europäische Denken durch die Finsternis vorarbeiten und den richtigen Weg finden, indem

<sup>6</sup> Vgl. Eilhard Wiedemann, „Über das Experiment im Altertum und Mittelalter“, in *Unterichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaft*, 1906, Nr. 4 – 6. (i.O. auf Deutsch, Anm. d. Übers.)

es ständig auf mögliche Fehlritte achtet. Die Voraussetzungen, die diese außergewöhnliche Selbstfindung möglich gemacht haben, traten Jahrhunderte, bevor die Grundprinzipien der galilei-newtonschen Wissenschaft formuliert wurden, in Erscheinung. Es ist nicht uninteressant, die Umstände festzuhalten, die nicht nur die Wiederaufnahme des gerissenen Fadens der wissenschaftlichen Entwicklung erleichtern, sondern auch die Erweiterung des Horizonts sowie auch die Verflechtung und Perfektionierung der Methoden jenseits der scheinbar unüberwindlichen Grenzen des Hellenismus begünstigen.

Die späte Antike droht die „Geschichte“ in die Sackgasse von Lebens- und Staatsformen von hieratischer Starrheit zu manövrieren, die in gewissem Maße den alten Formen der ägyptischen bzw. orientalischen Theokratie gleicht. Das byzantinische Imperium bietet ein Bild, das dieser Möglichkeit nahe kommt. Es ist zwar richtig, dass die byzantinische Gesellschaft, Kultur und Zivilisation nicht das Höchstmaß an Rigidität der Lebensformen erreichen, in welchen sie erstarrt wären, wenn das Reich in seinem Aufbau und seiner Gliederung nicht von einem „christlichen“ Elan belebt worden wäre. Die Tendenz ging aber in Richtung Starrheit und einem Leben mit scharfen Konturen wie bei einem Kristall. Gewiss hielt auch die übrige Welt, nämlich vom Süden her die Araber, vom Norden her die germanischen und slawischen Stämme, die Bedingungen dafür aufrecht, dass der Erstarrungsprozess des Lebens innerhalb des Reichs an kein Ende gelangte. In West- und Mitteleuropa fanden im Mittelalter jedoch, zugleich mit der Bewegung, welche die germanischen Völker auslösten, Veränderungen von außerordentlicher Bedeutung statt. Dank der germanischen Stämme, einem so lebendigen Element, das der europäischen Gesellschaft die feudale Ordnung aufprägte, „verflüssigt“ sich die europäische „Geschichte“, die vom Süd-Osten, nämlich von Byzanz her, einer Erstarrung in hieratischen Formen erlag. Die europäische Geschichte tritt damit in die Phase ihrer natürlichen Dynamik ein, von der sie nichts mehr abbringen wird. Ihr Rhythmus und ihre Kadenzen scheinen sich von einem Jahrhundert auf das andere zu verstärken.

Im 9. Jahrhundert kommt ein anfänglich noch zaghaftes westliches Denken auf. Nach drei bis vier Jahrhunderten gelangt man zu einer ganz eigenen Denkweise, ähnlich der, die irgendwann einmal für das antike Denken, das hellenistische eingeschlossen, bestimmend war

und sich sogar gegenüber dem theologisch-patristischen Denken durch Eigenständigkeit auszeichnete. Wir werden zunächst eine Strömung der mystischen Spiritualität beleuchten, die von Scotus Eriugena bis zu Meister Eckhart und weiter zu dessen Epigonen reicht, im Sinne einer fortschreitenden „Immanentisierung“ der christlichen Lehrinhalte, wie sie die ökumenische Kirche ausformuliert hatte, indem sie das Interesse des menschlichen Geistes an der „Transzendenz“ polarisierte. Diese „immanentisierende“ Strömung findet den stärksten Ausdruck in der Mystik Meister Eckharts. Es ist merkwürdig, dass es der deutschen Mystik in Ausdrücken der traditionellen christlichen Theologie gelang, die Göttlichkeit auf eine sehr dynamische und dialektische Weise, sowie darüber hinaus auch in pantheistischem Sinn zu verstehen, und zwar so eindeutig, dass einige moderne Kommentatoren vor kurzem sich im Recht wähnten, eine tiefgreifende Annäherung zwischen den Vorstellungen Eckharts und des Brahmanismus zu versuchen. Diese „immanentisierte“ christliche Theologie nach dem Beispiel Meister Eckharts ebnete den direkten Weg zu einer Naturmystik, zu einer Vergöttlichung der Natur, und konnte damit besonders günstige spirituelle Bedingungen für eine positive Einstellung gegenüber der Naturforschung schaffen.

Eine zweite geistige Strömung, die hervorgehoben werden muss, ist jene des großen Streits, der über Jahrhunderte hinweg in so vielen Varianten zwischen „Nominalisten“ und „Realisten“ ausgetragen wurde. Auch dieser Streit war gleichfalls von Äquivokationen vorgeprägt, welche die Philosophie des Scotus Eriugena ungelöst hinterlassen hatte. Der nachfolgende Streit war hart und betraf viele Aspekte. Die „Nominalisten“ behaupteten, dass ausschließlich das von den Sinnen aufgenommene, individuell Konkrete real sei, während die „Realisten“ für die Realität der im Konkreten enthaltenen „Wesen“ plädierten, deren adäquater Ausdruck die „Begriffe“ wären. Nach diesem immer wieder aufflammenden Streit siegte aber nicht das eine oder das andere Lager, sondern die „realistische“ Ausrichtung des abendländischen Denkens im Allgemeinen. Der „Realismus“, sei er empirisch-konkret, wie ihn die Nominalisten lehrten, sei er konzeptualistisch, wie ihn die sogenannten „Realisten“ des Zeitalters verstanden, ging aus dem Zusammenstoß der gegnerischen Lager als eine neue Denkweise hervor, die eine andere Akzentsetzung zur Folge hatte: die eigentliche Erforschung der Natur.

Das wachsende Interesse an der Naturforschung wird daraufhin auch den Weg zur experimentellen Methode finden. Die Wiederbelebung der experimentellen Methode wird diesmal in Verbindung mit einer geräumigeren Perspektive als in der Antike und mit einem anderen Spürsinn für Chancen stattfinden. Sogar bei dem bedeutendsten wissenschaftlichen Repräsentanten der Antike, bei Archimedes, wurde die experimentelle Methode einerseits durch einen begrenzten Horizont und andererseits durch eine „statische“ Perspektive eingeschränkt. Der Kosmos wurde mit Vorliebe als begrenzt angesehen, als ob er eine Kugelgestalt hätte. Die Vorstellungen von einem unbegrenzten Kosmos waren der antiken Mentalität nicht fremd, aber sie fielen auf keinen fruchtbaren Boden. Der zweite Umstand, der einer breiteren Entfaltung der experimentellen Methode im Weg stand, war die Reserve, mit der die antiken Forscher der „Bewegung“ begegneten. Die Bewegung wurde nicht als wesentliches Moment des Seins betrachtet. Sie wurde eher für ein Symptom des Nichtseins oder eines minderwertigen Seins gehalten. Daraus wiederum resultiert eine Einstellung, die sich mehr nach den statischen Konturen der Natur ausrichtet, was sich in der ganzen antiken Wissenschaft feststellen lässt. Begleitet von der zunehmenden Etablierung des Feudalismus, insbesondere aber parallel zu den ersten Erscheinungsformen des Bürgertums, ergeben sich im europäischen Mittelalter, beginnend mit dem 12. und 13. Jahrhundert, unter den zuvor aufgezeigten Verhältnissen Einstellungsänderungen gegenüber dem Universum, nämlich sowohl was die Einschätzung von dessen Ausmaßen betrifft als auch im Hinblick auf die Bewertung der Bewegung als eines konstitutiven Elements der Wirklichkeit. Die Erscheinung des „Gotischen“ in Kunst und mittelalterlicher Kultur belegt hinlänglich den Einstellungswechsel, auf den hier Bezug genommen wird. Der menschliche Horizont öffnet sich in der gotischen Kunst in Richtung des Unendlichen. Die Bewegung wiederum scheint in der Kunst der Gotik als fundamentaler Aspekt des Seins betont zu werden. Es ist also zu erwarten, dass diese Öffnung des Horizonts und diese neue Betrachtung der „Bewegung“ ebenfalls mit aller Macht auch auf dem Gebiet der „Theorie“ und der „Forschung“ zum Ausdruck kommt.

In der griechischen Spekulation figurierte das „Unendliche“ eher als ein negativer Begriff. Die Griechen konnten diesen Begriff nicht leiden, auch wenn sie ihn gelegentlich verwendeten. Die „Vollkommenheit“

hielten sie stets für etwas „Endliches“. Dauerhaftere Spekulationen, die das Unendliche in ein positives Attribut irgendeines Seienden verwandeln, gelingen erst später, und zwar im Rahmen der neuplatonischen Metaphysik und des christlich dogmatischen Denkens der Kirchenväter. Aber natürlich bleibt auch hier das Attribut des Unendlichen dem höchsten Sein, nämlich der Gottheit vorbehalten. Nirgendwo taucht in den patristischen Konzeptionen der Gedanke auf, dass die „Welt“ bzw. die „Natur“ unendlich wären. Der Kosmos wird in der patristischen Lehre als „endlich“ vorgestellt. Die erste Erweiterung des Horizonts in theoretisch-spekulativer Hinsicht erfolgt im Denken des Mittelalters relativ spät. In der Tat ist der erste Denker, der behauptet, dass die „Welt“ *unendlich* sei, weil nur ein unendliches Werk eines göttlichen Urhebers würdig wäre, Nicolaus Cusanus (15. Jhdt.). Er „säkularisiert“ die Vorstellung des *Unendlichen*, indem er sie nicht nur auf den theologischen, sondern auch auf den kosmologischen Bereich überträgt. Desgleichen ist Cusanus jener Denker, der erstmalig – man beachte die Koinzidenz! – die „Bewegung“ als fundamentalen Aspekt des kosmischen Seins betont.

Jedoch sollten wir nochmals einen Blick zurück werfen. Was die Betrachtung der „Bewegung“ betrifft, so trat ein bestimmter Einstellungswechsel in Erscheinung, der für die künftige Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens in Europa von großer Bedeutung ist, und zwar bereits ein gutes Stück bevor Nicolaus Cusanus seine revolutionären kosmologischen Vorstellungen darlegte.

Um die Wendung, die das wissenschaftliche Denken im 13. Jahrhundert nimmt, in ihrer ganzen Tiefe zu erfassen, wäre vonnöten, das Zeitalter selbst weit ausholend und gemäß seinen Grundlagen nachzuzeichnen. In diesem Jahrhundert entstehen und entwickeln sich die „Städte“ des europäischen Abendlandes als Zentren neuer ökonomischer und sozialer Möglichkeiten. Damit befreit sich die „Arbeit“ auf vielerlei Weise von ihren alten Bindungen an die Scholle. Die Arbeit sucht sich neue Kanäle für Handwerk und Handel. Jetzt findet der Übergang von der Natural- zur Geldwirtschaft statt, und die technischen Erfindungen nehmen zahlenmäßig zu, indem sie nicht mehr nur dem Amusement dienen. Die Stadt fördert in jeder Hinsicht die Möglichkeiten dafür, dass sich die Mittelschicht gegenüber der feudalen Gesellschaftsordnung verwirklichen und behaupten kann. Die Städte sind die Nester, welche

die Anfänge der bürgerlichen Freiheit begünstigen, sie werden dann zum Raum, in dem die Mittelschicht danach trachtet, ihre Macht in dem Maße zu erweitern, dass sich im Laufe der Zeit ihre Bestrebungen in der ganzen Gesellschaft durchsetzen. Es kommt zu einer Reihe neuer Erfindungen und andere zeichnen sich ab auf einem Weg, der kein Ende hatte. Es werden die Universitäten in Neapel, Salerno, Bologna, dann in Paris, Oxford, Cambridge, in Coimbra und Prag etc. gegründet. Um jene „Handwerke“ zu fördern, auf deren Verbreitung der Einfluss des Bürgertums anfänglich beruht, braucht es eine Entwicklung der Technik, des einstmaligen „Demiurgischen“, und für diese technische Entwicklung ist wiederum die Naturforschung nötig, und zwar entschiedener als in den Epochen davor, eine nicht bloß „empirische“ Forschung, sondern eine, die selbst technischer Art ist, d.h. eine „experimentelle“ Forschung. Der Erste, der unter den westlichen Denkern die Einführung der experimentellen Methode in der Naturforschung fordert, ist Petrus Peregrinus von Maricourt aus Picardie (1269). Er bezeichnet die experimentelle Methode als *manuum industria*. Dies ist ein symbolischer Name dafür, die engen Verbindungen zwischen der Technik und dem Experiment für immer in Erinnerung zu behalten. Der berühmte Roger Bacon (1214 – 1292) war Schüler dieses Peregrinus, den er selbst *dominus experimentorum* nennt. Der Terminus „Experiment“ scheint in seiner modernen Bedeutung das erste Mal von Roger Bacon verwendet worden zu sein. Derselbe Denker bringt auch den Ausdruck *scientia experimentalis* auf. Begabt mit wahrhafter Eingebung auf wissenschaftlichem Gebiet, wie es sich später noch entwickeln sollte, wird Roger Bacon erstaunliche Prophezeiungen über die Zukunft verlautbaren. Er spricht sich kategorisch gegen die „Magie“ aus, indem er auf ihre Wertlosigkeit hinweist. Er führt sogar ein so „magisches“ Phänomen, wie es eine „fata morgana“ zu sein scheint, auf natürliche Ursachen zurück. Damit überholt er, zumindest im Prinzip, die arabische Wissenschaft, die vom magischen Denken durchtränkt war und dazu neigte, nicht nur die fata morgana als ein magisches Phänomen, sondern sogar die ganze Welt, in der wir leben, als eine magische fata morgana anzusehen. Er versteht es, aus der arabischen Wissenschaft auf erstaunlich richtige Weise zu Kenntnissen und Vermutungen zu gelangen, die sich als gültig erwiesen. So spricht sich Bacon zugunsten der These des Arabers Alhazen aus, dass das Licht für seine Verbreitung Zeit benötigt. Bacon erahnt

eine phantastische Evolution der Technik. Um die Wissenschaft auf möglichst sichere Grundlagen zu stellen, spricht er sich für die experimentelle Forschung aus: „Sine experientia nihil sufficienter sciri potest.“<sup>7</sup> Aber er sagt nicht nur dies: er behauptet, dass die Mathematik Teil von und Schlüssel zu den anderen Wissenschaften ist. Das ist fast ein Programm im Sinne Leonardos. Im Vergleich zu solchen prinzipiell gültigen Vorwegnahmen kann man gewiss die zahlreichen Vorurteile, von denen seine Untersuchungen voll sind, als unvermeidlichen Tribut ansehen, den der Revolutionär seinem noch vom Ballast der Vergangenheit schweren Zeitalter entrichtete.

Kraft seiner künstlerischen und überhaupt kulturellen Ausdrucksformen bezeugt das Mittelalter, dass es das „Dynamische“ und die „Bewegung“ nicht mehr abwehrt, wie dies in der klassischen Antike und später in der byzantinischen Kultur in prononcierterer Form der Fall war. Das „Gotische“, das, einem Flächenbrand gleich, sich im 12. Jahrhundert in ganz Westeuropa zu verbreiten beginnt, dient uns mit seiner Dynamik und Fülle an Bewegung als ein diesbezügliches Argument. Es wäre falsch zu glauben, dass ein Zeitalter, welches eine solche Kunst hervorbringt, die Bewegung als einen sekundären, abgeleiteten oder herabgestuften Aspekt des Seins verschmähen würde. Die gotische Kunst ist für sich allein ein ausreichender Hinweis darauf, dass sie einen geistigen Zustand erreicht hat, der im Gegenteil in der „Bewegung“ die *schlechthinige* Weise des Seins erblickt. Eine solche Akzentverschiebung musste vorhergehen, damit die Wissenschaftler mit gesteigertem Interesse die „Bewegung“ zu erforschen versuchen. In der Antike wurde die „Bewegung“ jenen Dingen zugeschrieben, die nicht in voller Bedeutung dieses Ausdrucks erkannt werden können, da man der Meinung war, dass die Dinge, die sich bewegen und wechseln, nicht wirklich *sind*, sondern nur zu sein „scheinen“. Jetzt aber beginnt im Gegenteil das Bewusstsein, dass dasjenige, was „ist“, sich stets in Bewegung befindet, und dass die Bewegung nicht nur mittels der Sinne, sondern auch durch eine „höhere“ Erkenntnis zugänglich ist. Folglich wird künftig nach intellektuellen Mitteln gesucht werden, um die Bewegungsphänomene genau zu definieren und zu bestimmen. Der erste Wissenschaftler, der

7 I. O. auf Latein. Auf Deutsch: „Ohne Erfahrung kann nichts in ausreichender Weise gewusst werden.“ (Übers. v. Übersetzer)

Wege vorschlägt, die „Bewegung“ mathematisch auszudrücken, ist Nicole Oresme (1325 – 1382) aus der okhamistischen Schule in Paris.<sup>8</sup> Er zeigt, dass die „Variation“ der *Bewegung* auf eine *uniforme* Bewegung bezogen werden muss, die durch eine gerade Linie symbolisiert wird (die x-Achse, wie wir heute sagen), auf der eine Reihe von Vertikalen steht, welche die „Intensitäten“ in jedem Moment der Bewegung eines Körpers zum Ausdruck bringen. Die epochalen Neuerungen durch Oresme haben nach einigen Jahrhunderten zur analytischen Geometrie des Descartes geführt und dann zur Infinitesimalrechnung bei Newton und Leibniz. Dies betrifft den mathematischen Teil der Neuerungen. In physikalischer Hinsicht bildeten die innovativen Gedanken des Oresme einige notwendige Voraussetzungen für die *Bestimmung* der Bewegung (insbesondere der „Geschwindigkeit“ und der „Beschleunigung“) im Sinne von Exaktheit und Strenge des späteren galileisch-newtonschen Wissenschaftstypus. Ohne die Neuerungen durch Oresme, welche die „Bewegung“ und den „Wechsel“ mathematisierbar machten und die kraft ihrer Denkweise alles, was die Antike zu begreifen vermochte, übertreffen, wäre Galilei nicht in der Lage gewesen, die Gesetze des freien Falls und der Bewegung auf der schiefen Ebene zu formulieren, und schließlich auch nicht das fundamentale Gesetz der Mechanik, nämlich das Trägheitsgesetz (das Gesetz der Beharrlichkeit) begrifflich zu fassen. In der Tat mathematisierte Oresme erstmalig auch den Begriff der „Zeit“, und zwar so, dass er sie in grundlegender Weise als gleichförmig und homogen verstand, als „Linie“, auf die jeglicher Wechsel und jede Bewegung bezogen werden muss.<sup>9</sup> Bisher wurden also die wichtigsten Momente und Etappen aufgezeigt, durch welche man in der Geschichte des menschlichen Denkens zur Grundlegung der Wissenschaft vom galilei-newtonschen Typus gelangte, und innerhalb ihres Rahmens zur modernen experimentellen Methode, verbunden mit der Anwendung von Mathematik. In diesem Kapitel haben uns die Prämissen und historische Phasen interessiert, die allmählich die Atmosphäre aufbereiteten, die dann im 17. Jahrhundert die Begründung der galilei-newtonschen Wissenschaft möglich machte. Ein wichtiger Schritt hin zu ih-

8 Zwei Historiker der exakten Wissenschaften und zugleich deren Theoretiker haben die epochale Bedeutung der Entdeckung von Nicole Oresme aufgezeigt: In Frankreich Pierre Duhem, in Deutschland Hugo Dingler.

9 Vgl. Hugo Dingler, *Das Experiment*, Reinhardt Verlag, München, 1928, SS. 25 – 30, 224.



rer Verwirklichung wurde im 15. und 16. Jahrhundert getan, im geistigen Klima des späten Mittelalters und der italienischen Renaissance, als geniale Denker und Wissenschaftler wie etwa Nicolaus Cusanus, Leonardo da Vinci, Kopernikus, Benedetti eine kühn gespannte Brücke zwischen der Phase stilistischer sowie atmosphärischer Voraussetzungen und der Phase des realen Zustandekommens der galilei-newtonschen Wissenschaft errichten. Das Wagnis, eine solche Brücke zu schlagen, fällt zeitlich mit dem ersten frühlingshaften Aufblühen des Bürgertums zusammen. Die moderne, exakte und in ihrer Naturforschung strenge Wissenschaft kann dann in ihrer Ausrichtung und Methodologie als vom Werk Galileis, Keplers, Descartes' und Newtons *begründet* angesehen werden. Dieser „Wissenschaftstypus“ behauptet sich durch die Grundlegung und Entwicklung der Mechanik, der Optik und Akustik, durch das Studium des Magnetismus und der Elektrizität, der Wärme, und durch die Entwicklung der Astronomie und Kosmologie. Namentlich sind es die Forscher wie Stevin, Francesco Maria Grimaldi, Torricelli, Von Guericke, Gilbert, Huygens, Gassendi, Pascal, Hooke, Halley, Leibniz, D'Alembert, Lagrange, Kant etc., welche die galilei-newtonsche Wissenschaft nach allen möglichen Richtungen hin entwickeln. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts expandiert dieser Wissenschaftstypus massiv auf dem Gebiet der Chemie durch die Forschungen von Lavoisier und Dalton. Der Beitrag, der nachher im 19. und 20. Jahrhundert bis heute zur Verbreitung und Vertiefung dieser Art von Wissenschaft vonseiten einiger Forscher wie Julius Robert von Mayer, Helmholtz, Mendelejew, Maxwell und jüngst auch von Wissenschaftlern wie Lorentz, Einstein, Planck, Heisenberg, De Broglie und Schrödinger geleistet wurde, muss in seiner Bedeutung im Rahmen dieser einführenden historischen Skizze nicht eigens hervorgehoben werden, denn unsere Absicht bestand nur darin, in erster Linie die geistigen und vorausgehenden Bedingungen für den galilei-newtonschen Wissenschaftstypus überhaupt ans Tageslicht zu heben.

## 2 Die Logiker und die experimentelle Methode

Eine Sache ist es, das „Experiment“ durchzuführen und es als zufällige Quelle der Erkenntnis wie unter gewöhnlichen Lebensumständen zu betrachten, eine andere, ein methodologisches Bewusstsein gegenüber dem Experiment zu besitzen. Nicht im methodologischen Sinn war das Experiment sicher schon zufällige Erkenntnisquelle, als der Mensch sich noch gar nicht als Mensch verwirklichte. Ein *aktives* „Probieren“ und das *Gelingen* dieses Probierens erweitern die Erfahrung des Tieres. Diese Beobachtung lässt sich laufend machen. Etwas ganz Anderes aber ist die bewusste und konsequente Anwendung des Experiments als *Methode*. Zumindest in groben Umrissen wurde sichtbar, wie und unter welchen historischen Bedingungen die Entstehung und die Entwicklung einer solchen Methode möglich war.

Im vorliegenden Kapitel nehmen wir uns vor, die Herausbildung der experimentellen Methode auch aus der Perspektive anderer geistiger Aktivitäten, die Einfluss auf ihr Zustandekommen ausübten, zu untersuchen. Damit beziehen wir uns auf Beschäftigungen logischer und epistemologischer Art, die bisweilen in der Entwicklung des menschlichen Denkens einen breiten Raum einnahmen. Die Rede ist also sowohl von Unternehmungen, die auf die Erforschung der Natur des menschlichen Denkens, seiner Gesetze und seiner Beweismittel ausgerichtet waren, als auch von Vorhaben, deren Zweck in der Untersuchung der Erkenntnisvermögen lag, mit denen der menschliche Geist von Natur aus ausgestattet sein muss. Dabei empfiehlt es sich, der Frage nachzugehen, in welchem Maße die Logik und die Erkenntnistheorie auf die Vorgänge Einfluss nahmen, die zum Einsatz der experimentellen Methode in der Naturforschung führten. Als wissenschaftliche Disziplin verstanden, ist die Logik eine Errungenschaft, die sich im Allgemeinen dem Genius des Aristoteles verdankt. Der Philosoph selbst, der sich seiner Schöpfung sehr bewusst war, versichert uns, dass er zur Grundlegung dieser Disziplin, die unter verschiedenen Namen auftrat, keine darauf vorbereitenden Arbeiten gefunden habe. Diese Behauptung ist aber nicht ganz richtig. Man rufe sich die historischen Fakten in Erinnerung.

Durch die schlichte Tatsache ihres Auftretens begann die griechische

**Zum Übersetzer:**

Rainer Schubert, Dr. phil., geb. 1948 in Wien, Studium der Philosophie an der Univ. Wien, Promotion im Fach Philosophie. Lektor und Forschungsassistent an der Univ. Wien, langjähriger Kursleiter in der Erwachsenenbildung. Ab 1994 Lektor an der Technischen Universität Temeswar (Rumänien), von 1999 - 2007 Leiter des Österreichischen Kulturforums Bukarest, nachher Univ. Professor an der Universität Klausenburg (Siebenbürgen). Derzeit a.o.Hochschulprofessor an der Philosophisch-Theologischen Hochschule Benedikt XVI. in Heiligenkreuz (NÖ).