

SIMONE DE ANGELIS  
FLORIAN GELZER  
LUCAS MARCO GISI (Hg.)

# ›Natur‹, Naturrecht und Geschichte

Aspekte  
eines fundamentalen Begründungsdiskurses  
der Neuzeit (1600–1900)



Universitätsverlag  
WINTER  
Heidelberg



BEITRÄGE  
ZUR NEUEREN  
LITERATURGESCHICHTE  
Band 283





# ›Natur‹, Naturrecht und Geschichte

Aspekte  
eines fundamentalen Begründungsdiskurses  
der Neuzeit  
(1600–1900)

Herausgegeben von  
SIMONE DE ANGELIS  
FLORIAN GELZER  
LUCAS MARCO GISI

Universitätsverlag  
WINTER  
Heidelberg

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Publiziert mit freundlicher Unterstützung  
der Albrecht von Haller-Stiftung der Burggemeinde Bern,  
der UniBern Forschungsstiftung (Berne University Research Foundation),  
der Hochschulstiftung der Burggemeinde Bern  
und des Lotteriefonds der Stadt Bern.

UMSCHLAGBILD

Kupferstich aus:

Georges-Louis Leclerc de Buffon, Louis Jean-Marie Daubenton:

*Allgemeine Historie der Natur*

*nach allen ihren besondern Theilen abgehandelt [...],*

Ersten Theils zweyter Band.

Hamburg, Leipzig 1750, S. 201.

ISBN 978-3-8253-5554-8

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.  
Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes  
ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt ins-  
besondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und  
die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2010 Universitätsverlag Winter GmbH Heidelberg

Imprimé en Allemagne · Printed in Germany

Druck: Memminger MedienCentrum, 87700 Memmingen

Gedruckt auf umweltfreundlichem, chlorfrei gebleichtem  
und alterungsbeständigem Papier

Den Verlag erreichen Sie im Internet unter:  
[www.winter-verlag-hd.de](http://www.winter-verlag-hd.de)

*Prof. Dr. Wolfgang Proß*

*Ordinarius für Neuere deutsche Literaturwissenschaft  
und Komparatistik an der Universität Bern*

*zum 65. Geburtstag gewidmet*



# Inhalt

## 11 Vorwort/Abstracts

### TEIL I

#### ›Natur‹

## 23 GERD GRAßHOFF (Berlin)

Mit allen Wassern gewaschen? Galileis Theorie der Gezeiten

## 47 SIMONE DE ANGELIS (Bern)

*Lex naturalis, Leges naturae*, »Regeln der Moral«. Der Begriff des ›Naturgesetzes‹ und die Entstehung der modernen ›Wissenschaften vom Menschen‹ im naturrechtlichen Zeitalter

## 71 GESINE LENORE SCHIEWER (München/Bern)

*La beauté des vérités et la beauté des termes*. Wissenschaft und Ästhetik in Johann Heinrich Lamberts Sprachphilosophie

## 93 LUTZ DANNEBERG (Berlin)

*Ordo inversus*. Sein Zerbrechen in Hermeneutik wie (Natur-)Philosophie und die Versuche seiner Heilung (Kant, mit Blicken auf Hegel und Fichte, Schleiermacher, Schelling)

## 139 CLAUDE BLANCKAERT (Paris)

*L'idéologie dans la zoologie*. Lamarck et les naturalistes

## 185 ANETTE MOOK (Lyss/Bern)

Die Brüder von Humboldt und die naturwissenschaftlichen Grundlagen ihrer Anthropologie

## 209 OSKAR BÄTSCHMANN (Bern)

Parallel zur Natur: Cézannes Vorstellung von Harmonie

## TEIL II

**Naturrecht**

- 237 FRIEDRICH VOLLHARDT (München)  
Klug handeln? – Zum Verhältnis von Amtsethik, Natur- und Widerstandsrecht im *Æmilius Paulus Papinianus* (1659) von Andreas Gryphius
- 257 FIAMMETTA PALLADINI (Berlin)  
Die Briefe Jean Barbeyracs an Jean-Alphonse Turrettini.  
Ein Blick auf seine antiklerikalen Äußerungen
- 287 ERIC ACHERMANN (Münster)  
Im Spiel der Kräfte. Bewegung, Trägheit und Ästhetik im Zeitalter der Aufklärung
- 321 LAURENZ LÜTTEKEN (Zürich)  
Die Natur der Musik. Kompositorischer Prozeß und ästhetisches Urteil bei Johann David Heinichen
- 335 FLORIAN GELZER (Bern)  
»Eine glückliche Nation ohne Religion und Gesetze«. Morellys *Basiliade* (1753) als literarisches Modell für den jungen Wieland

## TEIL III

## Geschichte

- 361 LUCAS MARCO GISI (Basel)  
Ein zurückgehaltenes Bekenntnis zu Rousseau: Bodmers Abhandlung über Wielands *Beyträge zur Geheimen Geschichte des menschlichen Verstandes und Herzens*
- 393 MARIO MARINO (Jena)  
Noch etwas über die Menschenrassen. Eine Lektüre der Kant-Herder-Forster-Kontroverse
- 415 RALPH HÄFNER (Tübingen)  
Probleme mit Diderot. Herders Humanitätsbegriff zwischen Kolonialismus-Debatte und Libertinage. Mit einem Ausblick auf den Weimarer Klassizismus
- 433 GÜNTER ARNOLD (Weimar)  
*Mnemosyne* (Herder-Nachlaß XXVI 6, 121<sup>r</sup> – 124<sup>r</sup>) – der Entwurf für Herders *Horen*-Aufsatz *Homer, ein Günstling der Zeit*
- 465 CHRISTIAN STADLER (Bern)  
Vom Infusorium zum Menschen. Wilhelm Raabes Darwinismusrezeption in *Die Leute aus dem Walde, Zum wilden Mann* und *Stopfkuchen*
- 481 THOMAS BORGARD (Bern)  
Kurd Laßwitz' *Tiermärchen aus der oberen Kreide* (1902).  
Literatur und Geschichte der Menschheit im Umkreis des Darwinismus

*Carte blanche*

- 505 JEAN STAROBINSKI (Genève)  
Jean-Jacques Rousseau: *La partie de campagne et le pacte social*



## Vorwort

›Natur‹, *Naturrecht und Geschichte* – die Leitbegriffe des vorliegenden Bandes nehmen den Titel eines Aufsatzes von Wolfgang Proß auf, den er vor über drei Jahrzehnten verfaßt hat und in dem er die Ausbildung der modernen Naturwissenschaften mit der naturrechtlichen Theorie der Natur des Menschen und der Gesellschaft in der Neuzeit in Beziehung zueinander gesetzt hat.<sup>1</sup> Aus heutiger Sicht muß die Studie in mehrfacher Hinsicht als pionierhaft betrachtet werden: Sie versucht erstens, das sogenannte ›Zeitalter des Naturrechts‹, das im Vergleich zum 19. Jahrhundert als statisch, rationalistisch und geschichtslos wahrgenommen wurde, von einer Idee der ›Natur‹ her zu beschreiben, die den Bereich des Physischen und den des Humanen in ein wechselseitiges Verhältnis zueinander setzt und als ›gesetzlich‹ geregelte Einheit betrachtet. Sie zeigt zweitens, wie die fundamentale Unterscheidung zwischen Naturzustand und vergesellschaftetem Zustand, von der die Theoretiker des modernen Naturrechts ausgingen, gleichsam selbst historisiert und in ein allgemeines historisches Prinzip verwandelt wird. Dafür steht vornehmlich Giambattista Vicos Diktum – das selbst im naturrechtlichen Denken gründet –, wonach der Mensch nur das als wahr erkennen kann, was er selbst gemacht hat. Drittens werden die veränderten Voraussetzungen für eine parallele Betrachtung des Physischen und des Humanen um 1800 fokussiert, angesichts der Einsicht in den konventionellen Charakter von Normen und Gesetzen auf der einen und der weiteren

1 Wolfgang Proß: ›Natur‹, *Naturrecht und Geschichte. Zur Entwicklung der Naturwissenschaften und der sozialen Selbstinterpretation des Naturrechts (1600–1800)*, in: *Internationales Archiv für Sozialgeschichte der deutschen Literatur* 3 (1978), 38–67. Die Ergebnisse dieses Aufsatzes dienen der Vorbereitung zu einer Studie über den Organismusbegriff bei Johann Gottfried Herder und eines Kommentars zu Herders *Ideen*. Vgl. ders.: ›Natur‹ und ›Ethos‹ im Werk J. G. Herders. *Eine wissenssoziologische Untersuchung zur Geschichte und Funktion des Organismus-Begriffs*, Habilitationsschrift der Universität München 1985; Johann Gottfried Herder: *Werke*, hg. v. Wolfgang Proß, 3 Bde., München, Wien 1984–2002, Bd. 3: *Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit* (Bd. 3/I: Text, Nachwort; Bd. 3/II: Kommentar, Register).

Ausdifferenzierung der Naturwissenschaften auf der anderen Seite. Und viertens werden die neuen Grundlagen für die Interpretation des Verhältnisses von Natur und Gesellschaft aufgezeigt, die im 19. Jahrhundert die Naturwissenschaften und der Darwinismus schaffen, wobei dem durchaus auch historisch-evolutionäre Aspekte einschließenden Begriff der ›organischen Entwicklung‹ eine zentrale Bedeutung zugewiesen wird.

›Natur‹, ›Naturrecht‹ und ›Geschichte‹ bezeichnen in dieser Perspektive drei Schwerpunkte eines neuzeitlichen Begründungsdiskurses; gleichzeitig liefert diese Fokussierung einen Ansatz zum Verständnis des neuzeitlichen Weltbildes. Die hier versammelten Einzelstudien untersuchen Facetten der drei Leitbegriffe bzw. Leitkonzepte und deren Ineinandergreifen in jeweils spezifischen historischen Lagen. Sie dokumentieren so die Relevanz des ›naturrechtlichen Denkens‹ für die anthropologische und geschichtsphilosophische Selbsteutung des Menschen in der Neuzeit. Der historische Zeitraum, den die Beiträge abdecken, ist bewußt weit gefaßt und erstreckt sich vom Naturrechtsdenken des 17. und 18. Jahrhunderts über die Auseinandersetzung mit Evolutionstheorien im 19. Jahrhundert bis zu Cézannes Naturbegriff. Dabei wurde gezielt eine europäische Perspektive auf die *intellectual history* der Neuzeit angestrebt sowie eine interdisziplinäre Ausrichtung des Bandes, der quellenorientierte Beiträge aus den Literaturwissenschaften, der Geschichts- und Musikwissenschaft, der Wissenschafts-, Philosophie- und Kunstgeschichte vereinigt. Mit der Freilegung des naturrechtlichen Denkens der Neuzeit als Ort interdisziplinärer Fundamentalreflexion wird somit versucht, einen perspektivenreichen Beitrag zur Bestimmung des Verhältnisses von menschlicher Natur und Kultur zu liefern.

Die Herausgeber danken der Albrecht von Haller-Stiftung der Burgergemeinde Bern, der UniBern Forschungsstiftung (Berne University Research Foundation), der Hochschulstiftung der Burgergemeinde Bern und dem Lotteriefonds der Stadt Bern für die großzügige Unterstützung dieser Publikation. Zu größtem Dank sind wir Nina Stössinger für die professionelle Einrichtung und Gestaltung der Druckvorlage verpflichtet. Dem Universitätsverlag Winter in Heidelberg, insbesondere Herrn Dr. Andreas Barth, danken wir für die Aufnahme dieses Bandes in die Reihe »Beiträge zur neueren Literaturgeschichte«.

Bern, im August 2010

Simone De Angelis  
Florian Gelzer  
Lucas Marco Gisi

## TEIL I

## »Natur«

Daß sich mit Galilei in der Wissenschaft der Natur angeblich alles änderte und daß er eine moderne empirische Methode ins Leben rief, sind Vorstellungen, die das Bild des Florentiner Naturgelehrten und das seines Werks lange geprägt haben. Der Beitrag von **GERD GRAßHOFF** über Galileis Gezeitentheorie sorgt hier für eine gewisse Ernüchterung. Galilei führte sein Leben lang einen Kampf für die kopernikanische Lehre einer sich um die Sonne drehenden Erde. Keine astronomische Beobachtung war in der Lage, eindeutig und endgültig zwischen geozentrischem und heliozentrischem Weltbild zu entscheiden – die Entscheidung erforderte vielmehr ein schlagendes Argument. Galilei glaubte, ausgehend von dem Phänomen der Gezeiten ein solches Argument entwickeln zu können: Er versuchte nachzuweisen, daß die doppelte Erddrehung um ihre eigene Achse und um die Sonne die einzig mögliche Ursache der Gezeiten ist. Damit, so dachte er zeitlebens, sei das gesuchte Argument gefunden und er stellte es in den Mittelpunkt seines Dialogs über die Weltsysteme. Der Beitrag zeigt, daß Galilei sich hier über die Kraft seiner kausalen Argumentation täuschte. Er verfehlte damit nicht nur sein wissenschaftliches Ziel; ihm mangelte es auch an den erforderlichen Mitteln, um in der Auseinandersetzung mit der Kirche bestehen zu können.

Das »Naturgesetz« ist ein Fundamentalbegriff nicht nur der modernen Wissenschaft der Natur, sondern auch der modernen Wissenschaft der Moral, wie sie das Naturrecht um 1670 begründete. Hier wurden Natur und Moral als eine Einheit betrachtet. Was dennoch bislang noch unbefriedigend erklärt wurde, ist, inwiefern der Begriff des Naturgesetzes auch in der Wissenschaft der Moral, die ja menschliche Handlungen betrachtet, verwendet werden konnte und wie diese Verwendung genau zu verstehen ist. Einen Erklärungsversuch bietet der Beitrag von **SIMONE DE ANGELIS** an, der das Problem beim bedeutenden englischen Naturrechtstheoretiker Richard Cumberland untersucht. Die Rekonstruktion der Argumentation Cumberlands nimmt die Verknüpfung zweier Gedankenkonstrukte in den Blick: die (auch von Descartes benutzte) Hypothese der gewöhnlichen Unterstützung Gottes sowie die Unterscheidung zwischen *lex indicans* und *lex obligans* in der Naturgesetzeslehre des spanischen Spätscholastikers Francisco Suárez. Um die notwendigen Kausalzusammenhänge bzw. Effekte auf der Ebene der Zweitursachen zu begreifen, ist jedoch nicht nur von der Bedeutung des physikalischen Naturgesetzes – etwa am Beispiel zusammenstoßender Körper – auszugehen. Denn Cumberland betrachtet auch die »natürlichen Neigungen« belebter Körper und stützt sein – gegen Hobbes gerichtetes – Argument der *mutual benevolence*, indem er auf die Resultate der Medizin und der »Wissenschaften des Lebens« seiner Zeit zurückgreift. Damit legt er die Basis für die modernen »Wissenschaften vom Menschen«, die etwa auf den Prinzipien des Mitgefühls und des sogenannten »reziproken Altruismus« gründen. Heute werden diese Prinzipien empirisch erforscht.

Der Beitrag von **GESINE LENORE SCHIEWER** befaßt sich mit der Sprachphilosophie Johann Heinrich Lamberts. Wissenschaft und Ästhetik konvergieren in dessen Philosophie im Hinblick auf die Priorität, die der natürlichen Sprache gegenüber anderen, auch formal-exakten Zeichensystemen zugewiesen wird. Dies ist keineswegs selbstverständlich, zieht man den Hintergrund der wissenschaftlich-philosophischen Sozialisation Lamberts in Betracht, der dem Denken ›more geometrico‹ eng verbunden ist. Der Verlauf seiner Reflexionen, die er parallel zur Publikation seiner beiden philosophischen Hauptwerke vornimmt und in denen die Bedeutung der natürlichen Sprache immer klarer in Erscheinung tritt, verdient daher größte Aufmerksamkeit. Die Stoßrichtung der Argumentation Lamberts zielt dabei nicht nur auf die Aufhebung der als unvereinbar angenommenen Gegensätze von philosophischem Wahrheitsanspruch und literarisch-rhetorischer Sprachverwendung. Sie mündet sogar in ein fundiertes, überzeugendes Plädoyer für die Integration der betreffenden Kompetenzbereiche von Wissenschaft und Ästhetik. Exemplarisch ist hier eine kleinere Schrift *Des Secours mutuels que peuvent se prêter les sciences solides et les belles Lettres*, die daher im Zentrum des Beitrags steht.

**LUTZ DANNEBERG** legt eine umfassende Einführung in die Gedankenfigur des *ordo inversus* vor (v. a. bei Kant, Hegel, Fichte, Schleiermacher und Schelling). *Ordo inversus* meint allgemein die Bewegung eines Ausgehens von einem Ausgangspunkt, das sich im Zuge eines Zurückkehrens wieder mit ihm verknüpft. Nach einigen konzeptionellen sowie bildlichen Erörterungen wird expliziert, in welchem Sinn ein *ordo inversus* in der Untersuchung eine Rolle spielt. Der *ordo inversus* kann sich darbieten als eine Bewegung in einem Gegenstand, etwa als *ordo naturae*, als *ordo essendi*; er kann aber auch im Erkennenden selbst gesehen werden, etwa als *ordo quoad nos*, und es kann sich dann um eine Bewegung handeln, die kein Pendant im zu erkennenden Gegenstand besitzt. Der aus analytischer (*resolutio*) und synthetischer Methode (*compositio*) bestehende *regressus* ist der gleichsam klassische Fall des *ordo inversus* im Blick auf die Methodenvorstellung. Dann wird dem ›Zerbrechen‹ der Vorstellung eines *ordo inversus* am Ende des 18. Jahrhunderts nachgegangen, einigen Versuchen seiner Heilung sowie verschiedenen Vorschlägen seiner Substitution, indem man mit dem Teil des *ordo cognoscendi* beginnt, der dem *ordo naturae* gleichgerichtet ist. Beide bilden so einen einzigen gleichgerichteten *ordo originis*. Das sich vehement stellende Problem ist, wie man in den so aufgefaßten *ordo cognoscendi* ›hineinkommt.

Die sogenannten *Idéologues* waren eine Gruppe französischer Intellektueller, die im späten 18. Jahrhundert die Anthropologie als *science de l'homme* begründeten. Mit dem wechselseitigen Verhältnis zwischen ›Idéologie‹ und Zoologie um 1800 beschäftigt sich der Beitrag von **CLAUDE BLANCKAERT**. In der Spätaufklärung haben die *anthropologues* die Stellung des Menschen in der Natur im Vergleich zum Tier genauer zu erfassen versucht. Georges Cuvier, Jean-Baptiste de Lamarck und Julien-Joseph Virey benutzten die komparative Zoologie als analytisches Instrumentarium, um zu zeigen, wie – vom Menschen bis zu den einfachen Lebewesen – die graduelle Abnahme der Organe und der Verstandeskapazitäten funktioniert. Im Kontext dieser bahnbrechenden Veränderungen schreibt der führende Analytiker des menschlichen Verstandes,

Antoine-Louis-Claude Destutt de Tracy, daß die *Idéologie* ein Teil der Zoologie sei und daß diese vor allem beim Menschen wichtig sei und vertieft werden sollte. Von ihr hängt schließlich die Lösung eines jahrhundertealten Problems ab: dasjenige der »rapports« zwischen dem Physischen und dem Moralischen, die in diesen Jahren vom Physiologen Pierre-Jean-Georges Cabanis untersucht wurden. Unter diesen Umständen läßt sich die Frage nach den »Einflüssen« oder tatsächlichen Begegnungen zwischen dem Philosophen und dem Naturalisten detailliert umreißen.

Die gemeinsamen Ursprünge im Denken von Wilhelm und Alexander von Humboldt stehen im Mittelpunkt des Beitrags von ANETTE MOOK. Während die beiden heute meist als Brüderpaar mit sehr unterschiedlichen wissenschaftlichen Interessen und Fähigkeiten betrachtet werden, wird hier gezeigt, wie stark das Denken beider in der Spätaufklärung verwurzelt ist. Ihre frühen Schriften offenbaren das gemeinsame Bestreben, die Natur und den Menschen als harmonisches Ganzes zu sehen. Dieses angestrebte monistische Naturkonzept ist stark beeinflusst von pädagogischen und naturwissenschaftlichen Theorien der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts. Schon während ihrer Erziehung auf dem heimischen Schloß Tegel und ihrer Universitätsbesuche befaßten sich die Brüder von Humboldt intensiv mit neuesten Erkenntnissen und Fragestellungen aus den Naturwissenschaften. Bis Mitte der Neunzigerjahre hofften sie, mithilfe physiologischer und galvanischer Experimente den empirischen Nachweis einer »Lebenskraft« erbringen zu können, die den Zusammenhang zwischen anorganischer und organischer Natur, Materiellem und Immateriellem gewährleisten sollte. Doch ihre erfolglose Suche nach der »vis vitalis« sowie die Erkenntnis, daß die organische Materie sehr viel komplexer ist als angenommen, ließ sie ihr Vorhaben aufgeben. Die frühen Kontakte zu den damals weltweit führenden französischen Naturwissenschaften, die sich bereits in hohem Maße spezialisiert hatten, schärften zudem ihr Bewußtsein für die Gefahren einer Naturphilosophie, die sich lediglich aufgrund von Spekulationen auf ein monistisches Naturganzes berufen konnte. Die Folge war, daß ihre eigenen monistischen Naturkonzepte Fragment blieben.

Der kunsthistorische Beitrag von OSKAR BÄTSCHMANN, der dem Naturbegriff bei Cézanne nachgeht, bildet den Abschluß des ersten Teils. »Die Natur lesen heißt, sie zu sehen unter dem Schleier der Interpretation durch farbige Flecken, die nach einem Gesetz der Harmonie aufeinander folgen. Die großen Farbfelder werden daher durch die Modulationen aufgeteilt. Malen heißt, seine farbigen Empfindungen aufzeichnen.« Dieser Ausspruch Cézannes, der von Emile Bernard überliefert wurde, enthält *in nuce* die Auffassungen des Malers von seiner Aufgabe. Cézanne entwickelte eine Technik der Farbensetzung nach einem Prinzip des dynamischen Gleichgewichts. Gegenüber der Natur soll der Maler ein Empfänger von Sinnesempfindungen gleich einer photographischen Platte sein und dazu alle tradierten und eingeübten Vorgaben vergessen. Wie Pissarro liebäugelte Cézanne mit der Zerstörung des großen Gedächtnisses der Kunst, des Louvre, den er gleichzeitig als vorzüglichen Studienort schätzte. Die Aufgabe des Malers, im Gemälde eine Harmonie zu schaffen, die derjenigen der Natur parallel ist, realisiert Cézanne durch die Modulation der Farben, d. h. durch die Abwandlung der Farbflecken in Analogie zur musikalischen Modulation, der Bewegung von Ton zu Ton.

## TEIL II

## Naturrecht

Der zweite Teil wird durch einen Beitrag von **FRIEDRICH VOLLHARDT** eröffnet. Am Beispiel von Andreas Gryphius' Trauerspiel *Æmilius Paulus Papinianus* untersucht er die literarische Reflexion zentraler Problemstellungen der frühneuzeitlichen Staatstheorie. Insbesondere die Frage nach dem politisch klugen Handeln wird in der praktischen Philosophie des 17. Jahrhunderts kontrovers diskutiert. Die Auseinandersetzung mit dem Machiavellismus und dem Widerstandsrecht reicht dabei auch in die Literatur hinein. Entlang des Verhältnisses der Titelfigur Papinian zu dem Brudermörder Bassian veranschaulicht Andreas Gryphius das Spannungsverhältnis zwischen allgemeinen Normen des Naturrechts, der Heilslehre und den besonderen Erfordernissen der Staatsräson. Entgegen den Ansätzen der jüngeren Gryphius-Forschung wird gezeigt, daß hier die politische Sphäre der Moral nicht untergeordnet wird. Der nur Gott verantwortliche Fürst bleibt trotz seiner moralischen Verfehlungen unantastbar. Stattdessen wird anhand des Grenzbegriffes der Zeit der Schluß des Trauerspiels als offen interpretiert: Bassians Handeln kann sich späterhin als gottgewollt erweisen. Papinian beugt sich nicht dem kaiserlichen Willen, entschließt sich aber ebensowenig zum Widerstand, sondern zum Tod. Er steht damit im Bewußtsein einer protestantischen Amtsethik, mit der Gryphius zwischen lutherischen, neostoizistischen und machiavellistischen Positionen zu vermitteln sucht.

**FIAMMETTA PALLADINI** gewährt einen Einblick in den Briefwechsel zwischen dem Naturrechtslehrer Jean Barbeyrac und dem Genfer Theologen Jean-Alphonse Turretini, der über drei Jahrzehnte lang geführt wurde. Dabei werden vor allem die antiklerikalen Äußerungen Barbeyracs verfolgt, die erkennen lassen, wie prägend für den Pufendorf-Übersetzer die schlechten Erfahrungen waren, welche er in seinen jungen Berliner Jahren mit einigen Theologen des *Refuge* gemacht hatte, die seine Karriere als Theologe verhinderten. Nur vor dem Hintergrund dieses Jugendtraumas Barbeyracs können die versteckten Anspielungen auf diese Periode überhaupt wahrgenommen und verstanden werden. Anhand zahlreicher Beispiele wird gezeigt, wie Barbeyracs Polemik mit den Orthodoxen mit seinem bekannten lebenslangen Engagement für die Toleranz verflochten ist, und wie sehr er an jeglichen Fällen der Beschuldigung der Heterodoxie (vor allem des Sozinianismus) interessiert war. Besondere Aufmerksamkeit wird auch Barbeyracs Bewertung der Groninger Theologen und der theologisch-politischen Lage in den Niederlanden geschenkt, die von ihm ziemlich negativ beurteilt wird. Barbeyracs Ausführungen erhellen die Hintergründe einiger wenig bekannter theologischer Kontroversen und ermöglichen es zudem, ein Rätsel der Forschung über das Naturrecht zu lösen: nämlich ob die beiden ›idealen‹ Schüler von Samuel Pufendorf, Christian Thomasius und Jean Barbeyrac, sich persönlich kannten oder nicht.

Die große Erneuerung, die das sogenannte mechanistische Denken in den Naturwissenschaften bewirkt hat, ist bekannt und wohl untersucht. Weniger Beachtung hat dabei der Einfluß des Mechanizismus auf die Entwicklung der Psychologie und Ästhetik gefunden, und dies obwohl die Spuren, die er sowohl in der Terminologie als auch in den Argumentationsfiguren dieser Disziplinen hinterläßt, mehr als deutlich sind. Der Beitrag von **ERIC ACHERMANN** versucht, den Zusammenhang zwischen den konkurrierenden Modellen – hier idealtypisch beschränkt auf die jeweiligen naturphilosophischen Positionen eines Descartes, Newton und Leibniz – und den Leitvorstellungen der Ästhetik systematisch zu rekonstruieren. Aus dieser Perspektive heraus lassen sich eine kontinentale Tradition der Schönheitstheorie und ein hauptsächlich aus England einwirkendes Geniedenken nicht in Opposition zueinander, sondern als zwei Spielarten des Mechanizismus verstehen, wobei das kontinentale Paradigma einer Ästhetik der »délicatesse« die »Einheit in der Mannigfaltigkeit« betont und hierbei auf der Vorstellung unmerklicher, kontinuierlicher Übergänge in einer erfüllten Natur aufbaut, während hingegen die angelsächsische Position die Sprunghaftigkeit und Spontanität des Individuums mit der Vorstellung gewaltsamer Zusammenstöße sowie der Annahme eines leeren Raumes verbindet. Es wird die klassische Autonomieästhetik sein, welche diese Konzipierungen der Natur auf einen rezeptionsorientierten Geschmack und ein produktionsorientiertes Genie beziehen und in ein dialektisches Verhältnis setzen wird.

Einen überraschenden »naturrechtlichen« Ansatz in der Musiktheorie des 18. Jahrhunderts stellt **LAURENZ LÜTTEKEN** vor. Der sensualistische Neuansatz des Musikschrifttums kurz nach 1700 im deutschen Sprachraum bedeutet, erstmals in dieser Deutlichkeit, die Hinwendung zum einzelnen musikalischen Werk, um dessen Beurteilung es geht. In diesem Zusammenhang sind bislang die Schriften Johann David Heinichens vernachlässigt worden. Seine 1728 veröffentlichte, aber schon 1721 abgeschlossene, umfangreiche Generalbaßlehre – die Erweiterung einer Schrift von 1711 – erweist sich, ganz anders als Johann Matthesons Versuch einer musikalischen Elementarlehre für den *galant homme*, als eine Kompositionslehre im tiefsten Sinne. Damit verbunden ist eine Neubestimmung des Musikbegriffs, die abweicht von den gleichzeitigen Ansätzen bei Jean-Philippe Rameau und Johann Joseph Fux. Denn Heinichen geht es nicht darum, in der Natur der Musik Vorschriften aufzuspüren, sondern, in einem inversen Vorgehen, auf der sinnlichen Erfahrung gegründete (und damit nicht unumstößliche) Regeln zu formulieren. Die Musik verfügt demnach nicht über eine eigene Natur, sie entstammt der Natur des Menschen und wird seiner Veranlagung gemäß freigelegt. Die damit verbundenen Schwierigkeiten der Objektivierung hat Heinichen ganz bewußt zu einem pragmatischen, gleichsam casuistischen Ansatz im musikalischen Schrifttum genutzt.

Der den zweiten Teil abschließende Beitrag von **FLORIAN GELZER** widmet sich einem wenig beachteten Aspekt der Auseinandersetzung Christoph Martin Wielands mit der Naturrechtsthematik. Lange vor seiner ausgreifenden Diskussion von Rousseaus Thesen in den *Beyträgen zur Geheimen Geschichte des menschlichen Verstandes und Herzens* und im *Goldnen Spiegel* beschäftigte sich Wieland intensiv mit den Schriften des französischen Aufklärers Étienne-Gabriel Morelly, dessen Leben bis heute im Halb-

dunkeln liegt. Im Umkreis von Johann Jakob Bodmer rezipierte Wieland während seines Schweizer Aufenthalts insbesondere Morellys *Basiliade* (1753), eine pazifistische Utopie, die eine nach den Prinzipien der Natur organisierte Gesellschaft ohne Privateigentum entwirft. Ohne daß ihm der Autor bekannt gewesen wäre – man schrieb die *Basiliade* unter anderem Montesquieu oder Diderot zu –, greift Wieland vielfach auf Themen und Darstellungsweisen dieses utopisch-allegorischen Romans zurück: so etwa im Entwurf zu einem Lukian-Roman oder in der Diskussion mit Isaak Iselin über die ideale Gesetzgebung. Die Verschränkung von aufklärerischer Utopie, Elementen des Staatsromans und des satirischen Prosaepos gab zudem der Entwicklung von Wielands Poetik zwischen dem *Cyrus*-Epos und der *Geschichte des Agathon* entscheidende Anstöße. Denn in der *Basiliade* werden naturrechtliche und gesellschaftspolitische Debatten in unterhaltend-satirischer Form dargeboten – eine Darstellungsweise, die Wieland mit großer Virtuosität weiterentwickelt hat.

### TEIL III

#### Geschichte

Im Zentrum des Beitrags von **LUCAS MARCO GISI**, mit dem der dritte Teil beginnt, steht die Transkription einer Abhandlung von Johann Jakob Bodmer über Christoph Martin Wielands 1770 erschienene *Beyträge zur Geheimen Geschichte des menschlichen Verstandes und Herzens*. Die Abhandlung, die von Bodmer offenbar zurückgehalten wurde und nur in dessen Nachlaß überliefert ist, gibt Aufschluß über eine bisher kaum beachtete Fortsetzung der wechselvollen Freundschaft zwischen den beiden Schriftstellern und stellt gleichzeitig ein bedeutendes Zeugnis der Auseinandersetzung mit Rousseaus Geschichtspessimismus dar. Wielands Reflexionen zur Geschichtsphilosophie auf einen Fortschritts- und Wissenschaftsoptimismus festlegend, verteidigt Bodmer die kulturkritischen Thesen Rousseaus gegen Wielands Kritik. Dagegen hält er eine wissenschaftsskeptische und relativistische Beurteilung zivilisierter und unzivilisierter Kulturen, hinter der das Ideal einer bei der Vervollkommnung des Individuums ansetzenden Wiederherstellung des ›natürlichen Menschen‹ steht.

**MARIO MARINO** unternimmt den Versuch einer historisch-systematischen Textinterpretation der sogenannten ›Rassenkontroverse‹ zwischen Kant, Herder und Forster. Dabei sollen die Tragweite sowohl von Buffons Ausführungen über die menschlichen Varietäten als auch der systemimmanenten Denkwzänge und Argumentationsstrategien in den Schriften Kants, Herders (und Forsters) zutage gebracht und kritisch hinterfragt werden. Die Aufmerksamkeit richtet sich gleichermaßen auf methodische, inhaltliche und philosophische Motive der Kontroverse, etwa die Definition des Klimas und seiner Wirkung auf die physische und kulturelle Differenzierung der Menschheit, die Geltung von apriorischen bzw. aposteriorischen Ansätzen in der anthropologischen und ethno-

logischen Forschung oder die Rolle des Dualismus-Problems im Streit zwischen Kant und Herder um den Gebrauch des Begriffs ›Rasse‹. Damit wird zugleich das Ziel verfolgt, in Abgrenzung von den bisher vorherrschenden, die kantische Position privilegierenden Forschungstendenzen eine ausgewogene Darstellung der Kontroverse und ihrer Folgen vorzulegen.

Im Beitrag von **RALPH HÄFNER** wird der Frage nachgegangen, in welcher Weise der Humanitätsbegriff Johann Gottfried Herders durch die Auseinandersetzung mit dem Werk Denis Diderots tangiert worden ist. Zunächst wird Herders Humanitätsbegriff im ersten Band der *Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit* erörtert. Dann wird die zunehmend kritischere Haltung, die Herder Diderot gegenüber einnimmt, nachgezeichnet, die sich nicht nur im Zusammenhang mit der Lektüre des freizügigen Romans *La Religieuse*, sondern insbesondere auch im Kontext der zeitgenössischen Kolonialismus-Debatte beobachten läßt. Schließlich wird gezeigt, wie die Polemik gegenüber Diderots und Guillaume-Thomas Raynals Kolonialismus-Kritik zudem markante Rückwirkungen auf Herders Einschätzung des Weimarer Klassizismus zur Folge hatte.

Der Hauptinhalt des Beitrags von **GÜNTER ARNOLD** ist die erste vollständige und kommentierte Edition eines Entwurfs mit dem Titel *Mnemosyne* aus Johann Gottfried Herders Studienbuch F (Nachlaß Herder, Staatsbibliothek Berlin – Preußischer Kulturbesitz). Bislang galt dieser Text in der Herder-Forschung als Vorarbeit für eine polemische Schrift gegen den Altertumswissenschaftler Friedrich August Wolf, der Herder des Plagiats bezichtigt hatte. Die vorliegende Darstellung vermag dagegen eindeutig zu beweisen, daß es sich bei *Mnemosyne* um eine Vorstufe zu dem *Horen*-Aufsatz *Homer, ein Günstling der Zeit* handelt. Auf den editorischen Teil und die Beschreibung des Studienbuchs folgen eine detaillierte chronologische Übersicht von Herders Homer-Rezeption insgesamt sowie Prolegomena zu einer geplanten textgenetischen Edition des genannten *Horen*-Aufsatzes.

**CHRISTIAN STADLER** widmet sich den Spuren darwinistischer Argumentationsmodelle im Œuvre Wilhelm Raabes. In einer Passage aus dem Roman *Die Leute aus dem Walde* stellt Konrad von Faber eine Parallele zwischen den Infusorien, die sich in einem Wassertropfen gegenseitig auffressen, und der Gesellschaft her. Ausgehend von diesem Beispiel wird an den drei Texten *Die Leute aus dem Walde*, *Zum wilden Mann* und *Stopfkuchen* untersucht, wie Raabe (prä-)historische und naturgeschichtliche Phänomene und Ereignisse in Bezug zu darwinistischen Überlegungen setzt. Fokussiert wird dabei das darwinistische Theorem des Daseinskampfes, worüber sowohl das Agieren des Individuums als auch das Funktionieren der Gesellschaft definiert und gedeutet wird. Exemplarisch hierfür steht die Erzählung *Zum wilden Mann*, in welcher der Darwinismus sogar als Legitimationsgrundlage des eigenen Handelns eingesetzt wird. Über das darwinistische Erzählen Raabes läßt sich schließlich begründen, weshalb es zu einer Überlagerung bzw. Parallelsetzung etwa zwischen dem trojanischen Krieg und der Gegenwart (*Stopfkuchen*) oder auch zum Infusorien-Menschen-Vergleich (*Die Leute aus dem Walde*) kommt.

Eine historische Kontextualisierung von Kurd Laßwitz' 1902 erschienener Prosaerzählung *Homchen* nimmt **THOMAS BORGARD** in seinem Beitrag vor. Der in einer losen Beziehung zur Tradition des Tiermärchens des 19. Jahrhunderts stehende Text kann, so wird aufgezeigt, im Wirkungsfeld der Evolutionslehre und insbesondere des Darwinismus gelesen werden, wobei Laßwitz' Interesse gerade den Übergängen von der Zoologie zur Sozialtheorie gilt. Dabei kann eine mit lamarckistischen Elementen durchsetzte Anverwandlung der Vererbungslehre, aber auch eine Auseinandersetzung mit Nietzsches Philosophie und Wundts Völkerpsychologie festgestellt werden. Indem Egoismus und Altruismus gleichzeitig und nebeneinander existieren und die Alternative zwischen »individuellem« und »universellem Evolutionismus« neutralisiert erscheint, wird im *Homchen* die Utopie der Auflösung einer Klassengesellschaft formuliert. Laßwitz' *Tiermärchen* reflektiert den Umschlag einer Herder'schen kultur-anthropologischen Tradition in einen neuen Idealismus und der bürgerlichen Geschichtsphilosophie in die moderne Kultursoziologie (Simmel, Troeltsch, Weber) und liefert damit ein bedeutendes Zeugnis einer Zeitdiagnostik.

### *Carte blanche*

Den Abschluß des Bandes bildet eine *Carte blanche*, die einen Ausblick auf das Ineinandergreifen der Kategorien der ›Natur‹, des ›Naturrechts‹ und der ›Geschichte‹ eröffnen soll und die **JEAN STAROBINSKI** anzunehmen bereit war. Im Zentrum von Starobinski Essay steht das Verhältnis von Gesellschaftsutopie und Gesellschaftsvertrag im Werk von Jean-Jacques Rousseau. Den Ausgangspunkt bildet der Ausflug aufs Land, am Schluß des vierten Buchs des *Émile*, wo sich die Figur des Individuums, das sich ›alen gibt‹, indem es sich selbst den Vorzug gibt, und das so Teil des kollektiven Subjekts wird, formuliert findet. Die Spannung zwischen Gabe und Präferenz und deren Auflösung läßt sich auch in den anderen Hauptwerken Rousseaus nachweisen und wird als ein zentrales Moment innerhalb von dessen Theorie des Gesellschaftsvertrags herausgestellt. In der Utopie des großen Fests, mit dem Rousseau eine künftige Gesellschaft um sich versammelt, verbinden sich die Vorstellung einer dem Gemeinwillen verpflichteten Souveränität mit dem Triumph der Unmittelbarkeit und der glücklichen Anarchie. Die Natur des Menschen, seine Kultur und seine Geschichte erscheinen im Traum des Ausflugs in die Landschaft versöhnt.

TEIL I

›Natur‹



GERD GRABHOFF  
Berlin

# Mit allen Wassern gewaschen? Galileis Theorie der Gezeiten

## 1 Eine neue Wissenschaft

Galileo Galilei steht im Ruf, die moderne empirische Wissenschaft begründet zu haben. Stillman Drake charakterisierte Galileis Beitrag zum Wissenschaftsverständnis als Eintritt in die methodische Moderne.<sup>1</sup> Die neue Wissenschaft überwinde die apriorische Metaphysik und verhindere eine unkritische Übernahme antiker Lehrauffassungen. Stattdessen werden die Hypothesen der empirischen Kontrolle unterworfen. Drake vertritt eine weitverbreitete Einschätzung:

Such sciences he [sc. Galilei] calls *demonstrative* and they advance by deducing, from hypotheses drawn from phenomena, what measurable consequences should follow. Such deductions constitute *demonstrative advance* in his sense. Whenever new and measureable consequences emerge from this, it becomes possible to test anew the tenability of hypotheses, and if necessary to correct them or abandon them.<sup>2</sup>

Unbestritten ist Galileis starke Betonung der Erfahrung als Quelle jeder Naturerkenntnis. Sein Ruhm als Entdecker der Jupitermonde und der durch

1 Stillman Drake: *Cause, Experiment, and Science: A Galilean Dialogue Incorporating a New English Translation of Galileo's »Bodies That Stay Atop Water, or Move In It«*, Chicago 1981.

2 Ebd., 27.

das Teleskop wahrzunehmenden neuen Objekte und ihrer Eigenschaften am Himmel ist in seiner Zeit unumstritten. Papst Urban VIII schätzt den 1610 erschienenen *Sidereus Nuncius* und die dort berichteten Beobachtungen werden trotz der schlechten Qualität der optischen Geräte nicht in Zweifel gezogen.

Bald nach der Veröffentlichung des *Sidereus Nuncius* verstärkt sich der Widerstand des Heiligen Offiziums gegen Galileis Verteidigung des Kopernikanismus. Der folgende Prozeß ist legendär und seine Hintergründe sind vielfältig untersucht.<sup>3</sup> Die hier entwickelte These führt einen spezifischen Grund an, der Galileis lebenslang verfolgte Forschungsstrategie entscheidend schwächte sowie seine Unterlegenheit in der Verteidigung der kopernikanischen Kosmologie gegenüber der Kirche bedingt.

Galilei war ein vor-klassischer Wissenschaftler,<sup>4</sup> dessen entscheidendes Defizit methodischer Art ist. Galilei verstand nicht den Typ von Beweisführung, den die Schlüsse auf die Ursachen von beobachtbaren Wirkungen verlangten. Die erforderliche experimentelle Reform forderte Francis Bacon 1620 mit dem *Novum organon scientiarum* und Newton praktizierte sie meisterlich in den *Optics*. Galilei jedoch verfuhr noch nach dem traditionellen aristotelischen Modell der syllogistischen Prüfung von Hypothesen an ihren deduktiven Konsequenzen bezogen auf die Beobachtungen. Dieses methodische Defizit erlaubte ihm keine eindeutige Stützung der Hypothesen durch empirische Befunde. Die Richtigkeit von Hypothesen wie die des Kopernikanismus ist empirisch allein nicht zu entscheiden. Damit befand sich Galilei in einer schwachen Position gegenüber den kirchlichen Argumenten, deren skeptische Position seit dem Vorwort Oslanders in *De revolutionibus* durch Galileis Gründe nicht erschüttert werden konnte.

3 Maurice A. Finocchiaro: *The Galileo Affair: A Documentary History*, Berkeley 1989; Albrecht Fölsing: *Galileo Galilei. Prozeß ohne Ende. Eine Biographie*, München 1989; Owen Gingerich: *The Galileo Affair*, in: *Scientific American* 247 (1982), 132–143.

4 Peter Damerow, Gideon Freudenthal, Peter McLaughlin, Jürgen Renn: *Exploring the Limits of Preclassical Mechanics. A Study of Conceptual Development in Early Modern Science: Free Fall and Compounded Motion in the Work of Descartes, Galileo, and Beeckman*, New York 2004.

## 1.1 Suche nach wahren Ursachen

Nach seinen auch in der Öffentlichkeit erfolgreich verbreiteten astronomischen Beobachtungen durch das Fernrohr verstärkte Galilei seine Bemühungen um eine Anerkennung des Kopernikanismus. 1615 kündigte Galilei einen unumstößlichen Beweis für dessen Richtigkeit an. Kardinal Bellarmin, Konsultor des Heiligen Offiziums, verfaßte anlässlich einer kopernikanischen Verteidigungsschrift des Paters Foscarini eine Stellungnahme, die einen Beweis der Richtigkeit mit strengen Maßstäben forderte:

[4. April 1615, Bellarmin] Drittens. Ich sage, daß, wenn ein wirklicher Beweis dafür vorhanden wäre, daß die Sonne im Mittelpunkt der Welt stehe und die Erde am dritten Himmel und daß nicht die Sonne um die Erde, sondern die Erde um die Sonne gehe, man dann bei der Erklärung der Bibelstellen, welche das Gegenteil zu sagen scheinen, mit großer Vorsicht vorgehen müßte und eher sagen sollte, wir verstünden dieselben nicht, als, das sei falsch, was bewiesen wird. Aber ich werde nicht eher glauben, daß ein solcher Beweis geliefert sei, bis er mir vorgelegt wird. Es ist nicht die gleiche Sache, zu zeigen, daß die Erscheinungen durch die Annahme gerettet werden, die Sonne sei im Zentrum und die Erde in den Himmeln, als darzulegen, daß die Sonne wirklich im Zentrum ist und die Erde in den Himmeln. Ich glaube, daß der erste Beweis existieren mag, aber ich habe schwerste Bedenken, was den zweiten betrifft, und im Zweifelsfalle soll man von der Auslegung der Schrift durch die Väter nicht abgehen.<sup>5</sup>

Galileo Galilei verteidigte sich angesichts der Angriffe der Kurie 1615–1616 in einer Reihe von Briefen, die zugleich als öffentliche Rechtfertigung fungieren sollten. Galilei erkannte die Dringlichkeit und spürte zugleich seine Ohnmacht, den geforderten Beweis zu liefern. Der Weg war für ihn klar vorgegeben: Es kann keinen apriori Beweis für die Richtigkeit des heliozentrischen Weltbildes geben, also ist die Empirie für die Entscheidung hinzuzuziehen. Doch wie ist der argumentative Bezug zwischen empirischen Befunden und theoretischen Aussagen beschaffen?

Johannes Kepler, Galileis Zeitgenosse und als kaiserlicher Hofmathematiker der staatlich höchste Astronom seiner Zeit, war wie Galilei von der Richtigkeit der Bewegungen der Planeten um die Sonne überzeugt. Doch mußte sich Galilei von Kepler bereits einmal korrigieren lassen, als er seine Entdeckung der Venusphasen vollmundig in Form eines Anagramms zur

5 Nach Fölsing: *Galileo Galilei. Prozeß ohne Ende*, 313 mit leichten Änderungen.

Sicherung der Priorität kursieren ließ. Kepler relativierte die Bedeutung der Entdeckung mit einem Hinweis auf das tychonische Planetensystem, bei dem ebenfalls Venusphasen prognostiziert werden, wobei sich die Himmelskörper immer noch um die Erde bewegen. Galilei kannte diesen Einwand bereits vor der Veröffentlichung und suggerierte dennoch einen Einwand gegen ein geozentrisches Weltbild, der es nicht war.<sup>6</sup>

Doch Galilei glaubte, noch einen besseren Trumpf in Händen zu haben. Bereits 1597 kündigte er Kepler gegenüber an, daß er mit der Analyse von Phänomenen auf der Erde den Kopernikanismus beweisen könne, doch erst in der Verteidigungsschrift von 1616 an Kardinal Orsini legte er einen solchen Beweis vor. In dem als *Diskurs über Ebbe und Flut* gekennzeichneten Brief entwickelt er das Argument, die Bewegung der Erde um die Sonne und ihre Eigendrehung eindeutig aus den Gezeiten her begründen zu können.<sup>7</sup> Der Brief hat nicht den gewünschten Erfolg. Ungerührt übernimmt Galilei die Argumentation weitgehend in dem späteren Hauptwerk – dem *Dialog über die Weltsysteme* betitelten Buch. Galilei legt hier den vermeintlichen, wenn auch in dialogischer Form verschleierte, Beweis über die Richtigkeit der kopernikanischen Lehre erneut vor. Zu Beginn des *Dialogs* am Vierten Tag entwickelt Galilei auf der Basis seiner mechanischen Prinzipien Argumente, nach denen die Gezeiten als Wirkung der Bewegung der Erde um die Sonne zu erklären sind. Im Folgenden soll anhand von Zitaten aus dem *Dialog* die galileische Beweisführung rekonstruiert werden.<sup>8</sup> Das Ergebnis der methodologischen Bewertung wirft dabei auch ein Licht auf die Einschätzung der Argumente der kirchlichen Zensur: 1616 hat sie sich bereits mit der galileischen Beweisführung zugunsten des heliozentrischen Weltbildes mittels der Gezeitentheorie auseinandergesetzt und sie als unbegründet verworfen. Wenn Galilei im *Dialog* diese Argumentation ungerührt wiederholt, ohne die Stichhaltigkeit seiner Argumente zu verbessern, wird der kurze spätere Prozeß verständlich. Zudem wird Galileis Ohnmacht deutlich, aus den Beobachtungen keine triftigen Schlußfolgerungen ziehen zu können.

6 Eine umfangreiche Debatte über die Chronologie der Abfolge von Briefen und Beobachtungen der Venusphasen findet sich in Paolo Palmieri: *Galileo and the Discovery of the Phases of Venus*, in: *Journal for the History of Astronomy* 32 (2001), 109–129.

7 Abgedruckt und übersetzt in Finocchiaro: *The Galileo Affair*, 119–133.

8 Im folgenden wird die deutsche Übersetzung des *Dialogs* zitiert nach Galileo Galilei: *Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme: das Ptolemäische und das Kopernikanische*. Aus dem Italienischen übersetzt von Emil Strauß, Stuttgart 1982 (reprogr. Nachdruck der Ausgabe Leipzig 1891).

Eine kausale Erklärung der Phänomene war für Galilei gleichbedeutend mit einer Identifikation der sie herbeiführenden Ursachen. Die Wirkungen kennt man leicht durch Augenschein, doch fehlt zur Erklärung die ihnen zu grundlegenden Ursachen.

Bei naturwissenschaftlichen Fragen, wie wir hier eine behandeln, ist es die Vertrautheit mit den Wirkungen, die uns lehrt, die Ursachen zu erforschen und aufzufinden. Ohne diese würden wir einem Blinden gleich umhertappen, ja noch unsicherer, denn wir wüßten nicht einmal, welchem Ziele wir zusteuern sollen, während der Blinde doch wenigstens weiß, wohin er gelangen möchte. Vor allem müssen wir daher die Wirkungen kennen lernen, deren Ursachen wir suchen. (436)

Die Suche wird zudem erschwert, da sich für Galilei die Ursachen der Wahrnehmung entziehen. Sogar im besten Fall der Kenntnis einiger Ursachen werden wir nie in den Besitz der vollständigen Ursache gelangen. Die zu suchende Kausalhypothese als Erklärung einer gegebenen Wirkung ist im Regelfall unvollständig.

Gleichwohl glaube ich, von den verbürgten und zugleich wichtigsten Thatsachen ausgehend, die wahren, ursprünglichen Ursachen auffinden zu können, ohne daß ich mir jedoch anmaße alle Gründe bis ins einzelne hinein beibringen zu können, sodaß damit eine vollkommene Erklärung mir unbekannter und daher noch nicht von mir geprüfter Thatsachen gegeben wäre. (Ebd.)

Galilei verlangt keine vollständige Angabe der verursachenden Faktoren. Das scheint die Beweisführung wesentlich zu vereinfachen. Galilei könnte zulassen, daß zwar ursprüngliche Ursachen für ein Phänomen gefunden werden, ohne dazu vermittelnde Zwischenglieder einer kausalen Kette zu kennen. Zusätzlich erforderliche Faktoren für einen Faktor müssen ebenso wenig vollständig genannt sein. Es reicht somit, die kausale Relevanz eines Faktors für das Auftreten von Wirkungen nachzuweisen. Sollte ein solcher Faktor bestimmt sein, ist in der Regel sein Auftreten weder hinreichend noch notwendig für das Auftreten der Wirkung. Wie aber sind solche kausal relevanten Faktoren zu finden?

Vergleichbar mit Newtons erster Regula philosophandi formuliert auch Galilei eine Regel, deren kausale Bedeutung und methodische Folge zunächst nicht ganz klar wird. Es sind viele Phänomene bekannt, die durch verschiedene Ursachentypen hervorgerufen werden, so wie starke Wellen durch eine Reihe unterschiedlicher Ursachen erzeugt werden können (Ver-einheitlichungsregel).

Und wenn auch vielleicht in anderen fernen Meeren Erscheinungen auftreten, wie sie in unserem mittelländischen Meere nicht vorkommen, so werden darum die von mir angeführten Gründe und Ursachen nicht minder richtig sein, da schließlich doch die wahre und ursprüngliche Ursache gleichartiger Wirkungen eine einheitliche sein muß. (437)

Newton begründet später mit dieser Regel die Einheitlichkeit der Gravitation im Himmel und auf der Erde. Die Schwere bewegt sowohl die Planeten als auch den fallenden Stein und löst damit das scheinbare Paradox, daß auch bei einer täglich sich drehenden Erde ein sich selbst überlassener Stein senkrecht zu Boden fällt. Kopernikus hat diese Herausforderung des Ptolemaios in *De revolutionibus* noch nicht lösen können. Galilei möchte mit der Vereinheitlichungsregel die mechanischen Prinzipien fallender Körper auch auf die Himmelsphänomene verallgemeinern.

## 1.2 Das zu erklärende Phänomen

Das zu erklärende empirische Phänomen ist eine Überlagerung von drei Periodizitäten der Gezeiten: eine tägliche, nach Galilei zwölfstündige Periode von Hochwasser zu Hochwasser, eine zweite monatliche Periode, die »in ursächlichem Zusammenhang mit dem Monde zu stehen [scheint]; nicht als ob er neue Bewegungen veranlaßte, er ändert nur in merklicher Weise den Betrag der bereits erwähnten ab, je nachdem er voll, halb oder neu ist« (437) und eine dritte jährliche Periode. Die erste zwölfstündige Periode folgt nicht direkt aus Galileis Theorie – tatsächlich sollte bei erster Betrachtung die Tagesdrehung der Erde gegenüber dem absoluten Raum nur eine Grundperiode von einem Tag zur Folge haben. Die beiden anderen Perioden überlagern die prägnante Tagesperiode der Gezeiten und äußern sich in Spring- und Nippflut sowie jahreszeitlichen Variationen. Alle Überlagerungen von Perioden sind für Galilei von der primären Ursache des beschleunigten Gefäßes verursacht und die scheinbare Beteiligung von Mond und Sonne zeigt sich nur als Folge der Bewegung der Erde im Raum, die mit verschiedenen Bewegungen des Wasserbeckens einhergehen. In der Literatur ist ausgiebig diskutiert, ob die von der eigenen mechanischen Theorie Galileis eigentlich vorgesehene Tagesperiode eine direkte Widerlegung seiner Theorie darstellte. Galilei war nicht dieser Meinung und glaubte, daß neben der Hauptverursachung durch die doppelte Bewegung der Erde um die eigene Achse und um die Sonne zusätzliche Oszillationen auftreten, die eine Verdopplung der Gezeitenhäufigkeit bewirken. Für mein Argument

ist dieser Punkt nicht zentral. Es ist eine durchaus übliche wissenschaftliche Vorgehensweise, Wirkungen wie die Bewegungen des Wassers auf der Erde als eine Überlagerung verschiedener Kräfte zu erklären. Das Bewegungsverhalten fallender schwerer Körper ist geradezu ein Paradebeispiel für eine solche Komponentenerlegung. Methodisch ist gegen diesen Rettungsversuch Galileis nichts einzuwenden. Damit war Galilei nicht in Schwierigkeiten zu bringen. Doch wie argumentierte Galilei zugunsten seiner Gezeitentheorie?

### 1.3 Kausale Hypothese zur Verursachung der Gezeiten

Die Figur des *Simplicio* übernimmt im *Dialog* nicht einfach die Gegenposition gegen Galilei. Jürgen Renn vermutete, daß die übliche Rollenzuschreibung als Laienmeinung (*Simplicio*), gelehrte scholastische Erörterung (*Sagredo*) und Galileis eigene Meinung (*Salviati*) nicht mit der tatsächlichen Argumentationssituation historisch zusammenpaßt. Tatsächlich übernehmen alle drei Figuren Meinungen, die Galilei in seiner Entwicklung selbst zumindest erwogen hat.

Für die Beurteilung alternativer Hypothesen argumentiert *Simplicio* mit Zustimmung seiner Partner, daß alternative Erklärungen sich wechselseitig ausschließen müssen. Es kann nur eine der vorgebrachten Kausalerklärungen wahr sein. (Ausschlußprinzip)

Simpl.: Was die zahlreichen Ansichten über die Ursachen von Ebbe und Flut betrifft, so weiß ich recht wohl und bin vollkommen überzeugt, daß zu einer und derselben Wirkung nur eine ursprüngliche und wahrhafte Ursache gehören kann, daß also höchstens eine jener Ursachen die wahre sein kann, alle übrigen Erdichtungen und Irrtümer sein müssen. (440)

Das klingt auf den ersten Blick plausibel, wird aber durch Galileis Rettungsversuch der halbtägigen Periode verletzt: Typischerweise überlagern sich verschiedene Ursachen zu einer gemeinsamen Wirkung. Die Ursachen müssen dabei nicht vom gleichen physikalischen Typ sein; z. B. können Schwerkraft und Windphänomene gleichzeitig die auftretenden Wasserhöhen beeinflussen. Beide Ursachen schließen sich nicht aus. Galilei benötigt also zusätzlich die Vereinheitlichungsregel, um mit einer gemeinsamen Ursache zu argumentieren. Eine Regel, deren Begründungskraft allerdings schwach ist. Galilei erkennt das und führt eine verstärkte empirische Evidenz ein, die seine Beweislast übernehmen soll.

Zusätzlich fordert Galilei nun, daß eine erfolgreiche Kausalerklärung nur dann gegeben ist, wenn die von ihr erklärten kausalen Zusammenhänge künstlich, durch menschlichen Eingriff hervorgerufen werden können.

Salv.: [...] als daß Ihr bemerkt, wie unter allen bisherigen Erklärungsversuchen keiner ist, auf Grund dessen, mag man sich anstellen, wie man will, eine ähnliche Erscheinung künstlich hervorgerufen werden kann. (440)

Salv.: Sollen jene Erscheinungen Folge der natürlichen Erdbewegungen sein, so dürfen sie nicht nur nicht zu einem Widerspruch oder zu etwas Anstößigem führen, sie müssen auch leicht und nicht nur leicht, sondern mit Notwendigkeit daraus folgen, derart daß unmöglich der Vorgang ein anderer sein kann; das nämlich ist charakteristische Eigentümlichkeit des Natürlichen und Wahren. (443)

Galilei zeigt dann, daß keine der Alternativen wahr sein kann. Die Alternativen werden anonym eingeführt, auch wenn jeder gebildete Leser der Zeit die typischen Vertreter dieser Ansichten kennt:

1. Ein Peripatetiker: »[D]ie wahre Ursache jener Bewegungen schreibe sich einfach von der Verschiedenheit der Meerestiefen her.« (438)
2. Ein geistlicher Würdenträger: »[D]er Mond werfe, während er am Himmel hinzieht, durch seine Anziehung einen Wasserhügel auf, welcher ihm beständig folge, sodaß die Fluthöhe stets gerade unter dem Monde liege.« (438f.)
3. Andere: »[D]aß der Mond infolge seiner temperierten Wärme das Wasser zu verdünnen vermag und daß dieses verdünnte Wasser dann in die Höhe steigt.« (439)

Galilei läßt den Kopernikaner Salviati auftreten, um die alternativen Hypothesen zu verwerfen. Er nennt die Gründe gegen die drei Hypothesen in der Reihenfolge ihrer Präsentation (ebd.):

1. Auch Meere mit vollständig ebenem Boden zeigen Gezeiten, also können verschiedene Meerestiefen die Gezeiten nicht verursachen.
2. Der Mond läuft jeden Tag über das Mittelmeer, ohne das Wasser zu heben wie am östlichen Ende des Mittelmeers und dem bei Venedig. Zudem befindet sich der Mond nur einmal täglich über dem Wasser, das er anziehen soll, was der beobachteten Grundperiode von 12 Stunden für die Gezeiten widerspricht. Also kann der Mond als Körper nicht Ursache der Gezeiten sein.
3. Man möge eine Hand in einen Kessel erwärmendes Wasser halten und beobachten, ob es sich aufbläht, empfiehlt Salviati sarkastisch. Argumentativ ist eine wärmebedingte Ausdehnung des Wassers im Ausmaß der Gezeiten nicht beobachtet worden.

Als Meisterleistung ist der zweite Einwand zu sehen, dessen empirischer Befund in der Literatur normalerweise zulasten von Galilei und zugunsten der Mondtheorie gewertet wird.<sup>9</sup> Natürlich dreht sich der Mond in etwas weniger als einem Tag um die Erde, nicht in zwölf Stunden. Also könnte man Galilei hier zu Hilfe kommen und beurteilt die Mondtheorie durch die Phänomene als widerlegt. So zumindest vermittelt es Galilei. Er selbst macht in seiner Theorie einen zusätzlichen Oszillationseffekt für die Verdopplung der Periode verantwortlich. Mithin ist seine Theorie durch die Erfahrung gestützt.

Die Übereinstimmung der Theorien mit den Tagesperioden als Testverfahren kann nicht wirklich zu einer Entscheidung führen. Die Mondtheoretiker kommen nur dann in Erklärungsnot, wenn sie Galileis implizite Unterstellung nur eines Flutberges akzeptieren, der mit dem Mond die Erde umkreist. Dieses muß aber nicht so sein, wie wir heute wissen. Historisch hat aber kein Zeitgenosse Galileis eine solche doppelte Periode als Wirkung der Schwerkraft des Mondes entwickelt. Der entscheidende Unterschied zwischen diesen Theorien muß woanders liegen.

Galilei spricht davon, daß die künstlich erzeugten Phänomene durch ein Experiment hervorgerufen werden können. Diese Bemerkungen können als allgemeine Forderung verstanden werden, daß jede Kausalhypothese nur dann gerechtfertigt ist, wenn sie empirisch durch ein künstlich durchgeführtes Experiment zu bestätigen ist. Galilei fordert an keiner der einschlägigen Stellen mehr von einem Experiment als die künstliche Reproduktion des zu erklärenden Phänomens. Galilei fordert nicht die moderne Charakteristik eines Experiments als die Realisation einer Differenzsituation, für die die Regeln des kausalen Schließens gelten.<sup>10</sup>

Salviati präsentiert Galileis Kausalhypothese. Er schildert eine Beobachtung über die Veränderungen des Wasserspiegels in den Tanks von Schiffen, die Venedig mit Frischwasser versorgen. Fahren die Schiffe gleichmäßig über das Meer, verhält sich die Wasseroberfläche ruhig und ausgeglichen. Bremsst das Schiff seine Fahrt ab, so verschiebt sich die Wasser-

9 Eric Aiton: *Galileo's theory of the tides*, in: *Annals of Science* 10 (1954), 44–57; Stillman Drake: *History of Science and Tide Theories*, in: *Physis. Rivista internazionale di Storia della Scienza* 21 (1979), 61–69; Stillman Drake, Noel M. Swerdlow, Trevor H. Levere: *Essays on Galileo and the History and Philosophy of Science*, Bd. 3, Toronto, Buffalo 1999; Ronald H. Naylor: *Galileo's Tidal Theory*, in: *Isis* 98 (2007), 1–22.

10 Michael Baumgartner, Gerd Graßhoff: *Kausalität und Kausales Schliessen*, Bern 2003; Gerd Graßhoff, Michael May: *Causal Regularities*, in: Wolfgang Spohn, Marion Ledwig, Michael Esfeld (Hg.): *Current Issues in Causation*, Paderborn 2001, 85–114.

oberfläche zum vorderen Teil und steigt dort im Gefäß an, während der Wasserspiegel im hinteren Teil sinkt.

Salv.: Wir haben nunmehr nachzuweisen, wieso und in welcher Weise wirklich das mittelländische Meer und alle anderen Meerbusen, überhaupt alle Teile der Erde eine merklich ungleichmäßige Bewegung ausführen, obgleich dem ganzen Erdball als solchem keinerlei Bewegung zugeschrieben wird, die nicht regelmäßig und gleichförmig wäre. (445)

An der nun folgenden kritischen Stelle argumentiert Galilei, daß eine sich gleichmäßig drehende Erde gegenüber dem Raum dazu führt, daß auf einer Seite die rotierende Erdkugel das Wasser in eine Richtung mitnimmt, auf der gegenüberliegenden Seite jedoch in die entgegengesetzte Richtung mitnimmt. Für Galilei gilt noch nicht Newtons Trägheitsprinzip. Ganz Aristoteliker, unterscheidet Galilei eine natürliche von einer erzwungenen Bewegung. Nur die zweite kann dem Wasser auf der Erde eine Kraft vermitteln. Deswegen ist es für Galilei die Überlagerung der täglichen Rotation der Erdkugel mit ihrer Bahn um die Sonne, welche erst die erzwungene Bewegung erzeugt und damit die Gezeitenbewegung. Während sich in der einen Drehrichtung die Geschwindigkeiten addieren, subtrahieren sie sich auf der gegenüberliegenden Kugelseite. Eine solche Änderung der Geschwindigkeiten kann nur dann entstehen, wenn dazwischen eine Differenz zur natürlichen kreisförmigen Bewegung auftritt, einmal eine Beschleunigung und einmal eine Abbremsung. Das Vorhandensein von Kräften ist nach Galilei ein untrügliches Zeichen für das Vorliegen erzwungener Bewegungen. Das Beispiel der wasserbeladenen Schiffe belegt den Effekt der Änderung des Wasserspiegels als Wirkung einer Beschleunigung – so Galilei.

Salv.: Wenn es also richtig ist – und es ist gewiß richtig, wie die Erfahrung lehrt – daß eine Beschleunigung und Verzögerung bei der Bewegung des Gefäßes das darin befindliche Wasser der Länge nach hin- und herströmen läßt und an den Enden ein Steigen und Fallen bewirkt, wer wird Bedenken gegen die Ansicht erheben wollen, daß eine solche Wirkung bei dem Meereswasser eintreten kann, ja eintreten muß? (447)

Galileo ist sich der Kausalerklärung für das Gezeitenphänomen sicher, was aber noch nicht mögliche Alternativerklärungen ausschließt. Diese werden zunächst von Salviati in einer knappen Bemerkung erledigt: »Damit ist die hauptsächliche und ursprüngliche Ursache der Gezeiten angegeben, ohne welche besagte Erscheinung überhaupt nicht einträte.« (Ebd.)

Neben der genannten ersten Ursache gibt es für Galilei noch eine Überlagerung durch andere Ursachen (des gleichen Typs), die insgesamt die beobachteten Gezeitenphänomene herbeiführen.

Salv.: Da ist erstlich der folgende Umstand: sobald das Wasser vermöge einer merklichen Verzögerung oder Beschleunigung bei der Bewegung seines Behälters veranlaßt worden ist, nach dem oder jenem Ende hinzuströmen, an dem einen also gestiegen, an dem anderen gefallen ist, so wird es diese Lage nicht beibehalten, nachdem die Ursache aufhört zu wirken; vielmehr wird es vermöge der eigenen Schwere und der natürlichen Neigung sich zu nivellieren und ins Gleichgewicht zu setzen, von selbst geschwind zurückkehren und in seiner Eigenschaft als schwerer und flüssiger Körper nicht nur der Gleichgewichtslage zustreben, sondern von der eigenen Wucht vorwärts getrieben, sie überschreiten und nunmehr sich dort aufstauen, wo es zuvor am niedrigsten stand. (448)

Damit sieht Galilei die Ursachen der ersten Periodizität zwar gegeben. Diese sind aber nicht in der Lage, die gesamte Komplexität der Gezeitenphänomene wiederzugeben. Logisch gesehen reproduziert diese erste vermeintliche Ursache nicht alle empirisch festzustellenden Phänomene. Die übrigen periodischen Änderungen, behauptet Galilei, seien durch weitere Ursachen hervorgerufen. Wir haben es in der Natur mit einer Überlagerung verschiedener Ursachen zu tun, die in der experimentellen Situation des beschleunigten Schiffs nur unvollständig reproduziert werden können, was Galilei beachtenswert erscheint: »[Salv.:] als es uns unmöglich ist, durch wirklich geführten Versuch ihre Wirkung nachzuahmen« (449). Die tatsächlich beobachteten Perioden unterscheiden sich bei verschiedenen Meeren. Solche vornehmlich nach Nord-Süd ausgerichteten Meere zeigen kaum Gezeiten, während diese bei Ost-West orientierten Meere deutlicher festzustellen sind.

Doch hat Galilei ein erhebliches Problem: Sein Modell mit der Hauptrelevanz der täglichen Erddrehung führt nur zu einer Periode von 24 Stunden von einem Wasserhochstand zum nächsten. Tatsächlich aber geht auch Galilei bereits von einer nicht zu leugnenden Periode von 12 Stunden aus. Wie verteidigt Galilei seine Theorie?

Salv.: Die zweite Ursache ist das wechselseitige Schwanken des Wassers, welches von dem Antrieb herrührt, der ihm durch die Bewegung seines Behälters mitgeteilt worden ist; diese Schwankungen zeigen, wie bemerkt, eine viel häufigere Wiederkehr der Schwingungen in kleineren Gefäßen. Obschon nun die Erdbewe-

gungen unmittelbar nur eine von 12 zu 12 Stunden wiederholte Anregung zur Bewegung des Wassers geben, insofern nur einmal des Tags Höhepunkte in der Verzögerung oder Beschleunigung erreicht werden, so tritt doch jene zweite Ursache in Kraft, welche auf der Schwere des Wassers beruht und dieses ins Gleichgewicht zurückzubringen strebt; und zwar sind je nach der Kürze des Gefäßes die Schwingungen von ein-, zwei-, dreistündiger Dauer u. s. w. Diese Wirkung nun trifft mit der ersten, die schon an und für sich in kleineren Gefäßen sehr unbedeutend ist, zusammen und macht sie völlig unmerklich; denn ohne daß die von der ursprünglichen Ursache hervorgerufene Erregung sich schon völlig mitgeteilt hätte, da sie eine 12-stündige Periode besitzt, tritt bereits mit gegenteiligem Erfolge, jene andere sekundäre, auf dem eigenen Gewichte des Wassers beruhende Ursache in Wirksamkeit, deren Periode ein-, zwei-, dreistündig ist. (452)

Der Einwand mit den halbtägigen Perioden der Gezeitenphänomene ist schwerwiegend und Galilei präsentiert ein zweites Argument zur Verstärkung.

Salv.: Ich gehe zweitens dazu über, das Bedenken zu beseitigen, wieso einerseits das primäre Princip dem Wasser nur von 12 zu 12 Stunden einen Anstoß zur Bewegung giebt, einmal durch ein Maximum und einmal durch ein Minimum der Geschwindigkeit, andererseits aber die Periode der Gezeiten gewöhnlich eine sechsstündige ist. Dazu ist zu bemerken, daß sothanes Ergebnis unmöglich von der primären Ursache allein abhängen kann, vielmehr sind hierbei die sekundären Wirkungen, also die größere oder geringere Länge der Gefäße und die größere oder geringere Tiefe des darin befindlichen Wassers, mit zu berücksichtigen. Haben diese Ursachen auch nicht den mindesten Einfluß auf das Zustandekommen der Wasserbewegung, welche einzig und allein der primären Ursache ihr Dasein verdankt, so sind sie doch von allerwesentlichstem Einfluß auf die Periodicität der Erscheinung, von so bedeutendem Einfluß, daß die Wirkung der primären Ursache dagegen zurücktritt. (452f.)

Und als ob das nicht genügt, wiederholt Galilei sein Argument in Variationen:

Salv.: An sechster Stelle nun ist es erforderlich, um Rechenschaft von einigen hierher gehörigen versteckteren und auffallenderen Thatsachen geben zu können, daß wir eine weitere wichtige Überlegung betreffs der beiden Hauptursachen der Gezeiten anstellen, indem wir ihr gleichzeitiges Wirken, ihre Zusammensetzung ins Auge fassen. Die vornehmste und einfachste derselben ist, wie des öfteren gesagt worden, die bestimmte Beschleunigung und Verzögerung der Teile der Erde, vermöge deren das Wasser in der bestimmten Periode von 24 Stunden einmal nach Osten zu strömen und wieder nach Westen zurückzukehren hätte. Die andere Ursache hängt zusammen mit dem eigenen Gewichte des Wassers, welches, einmal durch die primäre Ursache in Bewegung gesetzt, in wiederholten Schwankungen ins Gleichgewicht zurückstrebt. (454)

Es folgen Erörterungen über die Einwirkungen einer Erddrehung auf die Luft und die übrigen monatlichen und jährlichen Perioden. Galilei weist noch auf eine eintägige Periode hin, die angeblich im Atlantik beobachtet wurde. Galilei erklärt auch die monatlichen und jährlichen Perioden als Folgen der Beschleunigungen im Raum infolge der komplexeren Bewegungen der Erde im Dreikörperproblem mit Sonne und Mond. Ein zweiter Ursachentyp wie eine direkte Einwirkung von Mond und Sonne auf das Wasser kommt für Galilei nicht in Frage.

Die genannten alternativen Erklärungen handelt Galilei am Schluß des Vierten Tages lakonisch ab, ohne weitere sachliche Gründe für ihre Zurückweisung zu nennen.

Salv.: Noch verwunderlicher ist es, daß einige allerdings auf den Einfall kamen, die Ursache der Gezeiten auf die Bewegung der Erde zurückzuführen, womit sie Zeugnis von einem ungewöhnlichen Scharfsinn ablegten, daß sie dann aber für die Beibringung eines schlagenden Beweises nichts Erkleckliches leisteten, weil sie das Unzulängliche einer einfachen gleichförmigen Bewegung, wie eine solche z. B. die einfache tägliche Erddrehung ist, nicht bemerkten. (482)

Galilei spricht dabei den alternativen Theorien jede Erklärungsleistung ab und unterläßt es nicht, auch seinen in Sachen heliozentrisches Weltbild auf gleicher Seite stehenden kaiserlichen Astronomen Johannes Kepler zu kritisieren.

Salv.: Von allen bedeutenden Männern aber, die sothaner wunderbarer Naturerscheinung ihr Nachdenken gewidmet haben, wundere ich mich zumeist über Kepler, mehr als über jeden anderen. Wie konnte er bei seiner freien Gesinnung und seinem durchdringenden Scharfblick, wo er die Lehre von der Erdbewegung in Händen hatte, Dinge anhören und billigen, wie die Herrschaft des Mondes über das Wasser, die verborgenen Qualitäten und was der Kindereien mehr sind? (482f.)

Galilei wirft Kepler vor, die komplizierten Überlagerungen verschiedener Ursachen nicht zu begreifen. Kepler selbst hat keine ausgefeilte Theorie der Gezeiten entwickelt, führt am Ende des Vorworts der *Astronomia nova* diese als Wirkungsfolge der Bewegung des Mondes an. Kepler kann den Mechanismus nicht detailliert entwickeln, doch steht der kausale Zusammenhang zwischen der relativen Position des Mondes zu den Wasserhöhen auf der Erde außer Zweifel. Galilei hat für diese Meinung nur Spott übrig: »Sie erkannten nicht, wieso die Ursachen dafür scheinbar mit Sonne und Mond in Verbindung stehen, während doch weder Sonne noch Mond mit dem Wasser etwas

zu schaffen haben« (483). Trotz seines Hochmuts fehlte Galilei die Einsicht in den Grund, den Kepler von der Mondtheorie vollkommen überzeugte.

Statt einer argumentativen Auseinandersetzung blieb Galilei zum Schluß des *Dialogs* nur eine hilflose rhetorische Geste. Am Ende des Vierten Tages kommen die Dialogpartner der Reihe nach zu Wort. Es ist *Simplicio* mit seiner ersten Wortmeldung, die als ungeheuere Provokation gegen den Papst verstanden werden mußte. Der gelehrte Urban VIII übernahm den Einwand, daß alternative Theorien die gleichen Phänomene ableiten können und die Empirie deswegen keinen unumstößlichen Beweis zugunsten einer der theoretischen Alternativen gegeben kann. An dieser Position ist nichts auszusetzen. Sie geht auf alte geometrische Beweise äquivalenter Planetenmodelle zurück, wie sie bereits Ptolemaios im *Almagest* präsentierte. Galilei läßt *Simplicio* ein theologisches anstatt methodisches Argument anführen und versucht es auf dem ureigensten Gebiet der Kirche – mit den bekannten schlimmen Folgen.

Simpl.: Kann Gott vermöge seiner unendlichen Macht und Weisheit dem Elemente des Wassers die abwechselnde Bewegung, die wir an ihm beobachten, nicht auch auf andere Weise mitteilen, als indem er das Meeresbecken bewegt? – ich weiß, sage ich, daß Ihr auf diese Frage antworten werdet, er vermöge und wisse das auf vielfache, unserem Verstande unerfindliche Weise zu thun. Dies zugeben, ziehe ich aber sofort den Schluß, daß es eine unerlaubte Kühnheit wäre, die göttliche Macht und Weisheit begrenzen und einengen zu wollen in die Schranken einer einzelnen menschlichen Laune. (485)

## 2 Methodenbewertung

Galileis Bemühung um den Nachweis der Heliozentrizität ist ein Lehrstück für die Bedeutung der Wahl der richtigen wissenschaftlichen Methode. Sie zeigt den Wert einer normativen Diskussion wissenschaftstheoretischer Debatten um die alten Fragen der Rechtfertigung wissenschaftlicher Aussagen und der Heuristiken, die zu ihrer Entdeckung führen. Es geht hier nicht um kontrafaktische Geschichtsszenarien, sondern um eine Argumentrekonstruktion der wissenschaftlichen Problemstellung, vor die sich Galilei gestellt sah und die er zu lösen versuchte.

Allein die Befundlage der zu erklärenden Phänomene der Gezeiten ist alles andere als einfach und selbsterklärend. In manchen Gegenden der

Erde sind die Gezeiten mit hohen Niveauunterschieden sehr ausgeprägt. An anderen Küsten des gleichen Meeres fallen die Niveauunterschiede kaum ins Gewicht. Die Gezeiten der großen Meere hatten über Jahrtausende große praktische Relevanz und bestimmen den Rhythmus der Schifffahrt an den Küsten und ihren Flüssen. Sie bestimmten entscheidend das tägliche Fischen und den Handel. Gezeitentafeln gehörten entsprechend zu den nautischen Grundausrüstungen.

Die Gezeiten haben eine Grundperiode von 12 Stunden und 25.2 Minuten. Genau genommen ist die von Galilei diskutierte Alternative zwischen ein oder zwei Perioden pro Tag schon die falsche Fragestellung. Zweimal täglich erreicht das Wasser seinen Hochstand und zweimal seinen Niedrigstand. Ebbe und Flut sind die Intervalle zwischen den Höchst- und Niedrigständen mit starken Strömungen des Wasserausgleichs. Doch die tägliche Verschiebung um nahezu eine Stunde macht den entscheidenden Unterschied aus. Einfach wäre die Vorhersage der Gezeiten, würden sie immer zur gleichen Tageszeit auftreten. Doch die Gezeitentafeln müssen zeitliche tägliche Verschiebungen von ungefähr fünfzig Minuten zwischen den aufeinanderfolgenden Hochständen berücksichtigen, und zwar für jeden Küstenort in der geographischen Länge zeitlich verschoben. Seit der Antike ist dieses Wissen um die lokalen Schiffbarkeiten Gegenstand schriftlicher Aufzeichnungen. Diese Phänomene sind weitgehend bekannt. Es ist gerade die Variabilität der Phänomene, die zu erklären ist.

Galilei stellt die alte Frage nach der kausalen Erklärung der Gezeitenphänomene. In seiner Argumentation verfolgt Galilei zunächst eine eliminative Strategie. Er weist auf einige andere Lehrmeinungen und verwirft sie mit knappen Einwänden. Die Zurückweisung alternativer Kausalhypothesen hat die Figur eines Vergleichs der Konsequenzen aus diesen Hypothesen mit den Phänomenen. Zunächst erscheinen sie in den Worten Galileis als eine empirische Reduktio: Die Hypothese  $H$  hat die Konsequenz  $P$ , die Empirie jedoch zeigt zweifelsfrei, daß  $P$  nicht der Fall ist, also ist  $H$  falsch. Der erste Einwand ist nicht von diesem Typ.

**Einwand 1:** Die Ausdehnung des Wassers durch Temperaturänderungen verursacht die Gezeiten nicht, da erhitztes Wasser erkennbar keine große Ausdehnung erfährt.

Das abzuleitende Phänomen ist der große Wasserwechsel bei den Gezeiten. Dafür gibt es keinen regelhaften Zusammenhang zwischen Temperaturänderung und erforderlicher Volumenänderung des Wassers. Die bekannten Regeln der hitzebedingten Volumenänderung führen nicht zu den großen Wasser-

strömungen. Galilei kritisiert somit das Fehlen einer Regularität, die von Temperaturänderung (zwischen Nacht und Tag) auf die Gezeiten schließen läßt.

**Einwand 2:** Der Mond ist nicht die Ursache der Gezeiten, da an gewissen Stellen des Mittelmeers keine Änderungen des Wasserspiegels auftreten, wenn der Mond genau über ihnen steht.

Wie beim ersten Einwand verfügen wir ebenfalls über keine etablierte kausale Regularität zwischen der möglichen Ursache der Mondposition und ihrer Wirkung auf das Wasser. Galilei konstruiert eine hypothetische kausale Regularität für den seiner Meinung nach kontrafaktischen Fall einer Anziehung des Mondes auf die Wassermassen auf der Erde. Diese Regularität müßte seiner Meinung nach eine direkte Anhebung des Wasserspiegels in Richtung der Verbindungslinie Erde-Mond zur Folge haben, die nicht empirisch bestätigt werden kann. Doch ist dieser empirische Widerspruch ein Beweis für die kausale Irrelevanz des Mondes und seiner Anziehungskraft.

Zusätzliche Faktoren könnten bei der Erzeugung der Gezeitenphänomene andere Wirkungen entfalten, als es sich Galilei denkt. Auch Kepler kann als Anhänger der Mondtheorie keine Regularität präsentieren, die die Mondposition mit den Zeiten größter Gezeitenstände verbindet. Doch ist ein Schluß auf die kausale Wirksamkeit des Mondes trotz dieser großen Unkenntnis möglich.

Der Mond bewegt sich scheinbar 50 Minuten täglich langsamer um die Erde als die scheinbare Sonne. Das ist eine Konsequenz seiner Eigenbewegung von 27.3 Tagen einmal um die Erde bezogen auf die Sterne. Eine synodische Umlaufzeit (von Vollmond zu Vollmond) beträgt ungefähr 29.5 Tage. Damit geht der Mond täglich genau 50 Minuten später auf, genau um den gleichen Betrag wie sich die Gezeiten von Tag zu Tag um die gleiche Zeitdifferenz verspäten.

Galileis Eliminationsversuch der zweiten alternativen kausalen Erklärung scheitert. Es mißlingt, weil es keinen direkten logischen Weg der Widerlegung einer Kausalhypothese durch einen Widerspruch mit einem empirischen Datum gibt. Galileis Versuch, die Mondtheorie mit der unterstellten eintägigen Periode und dem direkt dem Gezeitenberg gegenüberstehenden Mond in Schwierigkeiten zu bringen, ist ein durchschaubarer Taschenspielertrick. Auffällig knapp wird der Einwand sowohl in seinem *Diskurs über Ebbe und Flut* von 1616 als auch in den entsprechenden Passagen des Vierten Tages aus dem *Dialog* referiert. Dieser Fehlschluß ist der erste große Fehler der Argumentation Galileis.

Aus dem abschließenden Bericht der Inquisition heißt der zentrale Befund zur wissenschaftlichen Beweisführung Galileis: »We think that Galileo

may have overstepped his instructions by asserting absolutely the earth's motion and the sun's immobility and thus deviating from hypothesis; that he may have wrongly attributed the existing ebb and flow of the sea to the nonexistent immobility of the sun and motion of the earth, which are the main things; [...].«<sup>11</sup> Der Befund ist korrekt. Die Bewegung des Mondes um die Erde ist die primäre Ursache der Gezeiten. Doch welcher unumstößliche Beweis findet sich dafür ohne Kenntnis einer Regularität?

Wie steht es um Galileis positiven Nachweis der beschleunigten Bewegung des Meerbodens als Ursache der Gezeiten? Tatsächlich kommt es hier auf die Beschleunigung von Wasser durch die von der Gefäßwand auf das Wasser ausgeübten Kräfte an. Galilei behauptet einen ursächlichen Zusammenhang zwischen den Gefäßwänden und den übermittelten Beschleunigungen auf das Wasser (ohne Verwendung des Kraftbegriffs) als die von ihm angenommene primäre Ursache für die Gezeiten – wie Galilei die Hauptrelevanz nennt.

Doch was ist der Beweis? Richtig ist die Beobachtung, daß allein die Einwirkung und Übermittlung einer Beschleunigung einer Gefäßwand auf das Wasser dieses in Bewegung versetzt. Es treten Schwingungen der Wassermassen als Wirkung auf. Dieses kann mittels eines Differenztests festgestellt werden und etabliert eine kausale Relevanz. Die genaue Form dieses Schlusses wird später diskutiert. Galilei etabliert somit eine korrekte kausale Relevanz:

»Gefäßbeschleunigung  $\Rightarrow$  Wasserbewegung«.

Doch ist dieses die relevante Kausalhypothese für die Gezeitenphänome? Galilei argumentiert hier vom Vorliegen des Nachsatzes eines Konditionals her. Methodische Schlußfolgerungen aus einer Darstellung der logischen Struktur von Hypothesen als Konditional werden in der Folge »hypothetisch-deduktiv« genannt.

1. Gefäßbeschleunigung  $\Rightarrow$  Wasserbewegung
2. Wasserbewegung
3. Ergo: Gefäßbeschleunigung (= Erddrehung)

Natürlich wäre dieses ein Fehlschluß, worauf ihn Kardinal Bellarmin in seiner Kritik an Beweisen zugunsten einer heliozentrischen Position mehrfach deutlich hinweist. Erstens folgt aus der Wasserbewegung nicht der Vorderatz des Konditionals. Zweitens folgt aus der Gefäßbeschleunigung nicht, daß die Erddrehung eine vergleichbare Gefäßbeschleunigung ausmacht. Doch Galilei sieht in der empirischen Bestätigung der Hypothese durch

11 Finocchiaro: *The Galileo Affair*, 219.

die Phänomene wenigstens eine abgeschwächte Form der Rechtfertigung, die vielleicht zusammen mit der Widerlegung alternativer Erklärungen die Beweiskraft seiner Argumentation stärkt. Doch das ist der zweite entscheidende Fehler der Beweisführung Galileis. Das kritische Problem der Bewertung der kausalen Hypothese angesichts empirischer Phänomene ist nicht als hypothetisch-deduktives Problem zu analysieren. Die etablierten kausalen Relevanzen (dargestellt durch den Doppelpfeil  $\Rightarrow$ ) sind mit dem Konditional nicht äquivalent. Das Konditional ist viel schwächer, da es bei der Wahrheit des Vordersatzes wahr ist. Damit läßt sich aus den empirischen Konsequenzen kein Beweis für die Richtigkeit der theoretischen Aussagen ableiten.

Manche Kommentatoren wie Paul Feyerabend haben in dieser methodologisch scheinbar aussichtslosen Situation die Stunde der methodischen Regellosigkeit und rhetorischen Tricks gesehen. *Against Method* verlangt scheinbar nach Schlußmitteln jenseits der Methodologie als Lehre des gerechtfertigten, vernünftigen Schließens der Wissenschaften.

Doch welche der drei auftretenden Meinungen ist berechtigt? Galileis hypothetisch-deduktive Methode, Bellarmins theoretischer Agnostizismus oder Feyerabends Theorienpluralismus? Alle drei sind falsch und ignorieren die Möglichkeiten der kausalen Problemanalyse.

Die seit der Antike vertretene Ansicht über die Mondbewegung als die Ursache der Gezeiten hat die methodisch gerechtfertigte kausale Analyse der Phänomene korrekt angewendet. Galilei suggeriert seinen Lesern eine umfassende Berücksichtigung der vorliegenden Phänomene und alternativer Erklärungen, doch ignoriert er einen entscheidenden Aspekt. Gezeiten erfüllen (an den meisten Küstenorten der großen Meere) reguläre Phänomene:

- Gezeitenperiode: Sie haben eine doppelte Grundperiode von einem Tag und 50 Minuten.
- Periodenverlängerung: Diese Verlängerung der Gezeitenperiode ist identisch mit der Umlaufzeit des Mondes.

Oft wird Galileo dabei vorgehalten, daß bereits das erste Phänomen eine direkte Widerlegung seiner Gefäßbeschleunigungshypothese sei. Dieser Einwand ist ungerechtfertigt und selbst den Irrtümern der hypothetisch-deduktiven Methode erlegen. Galilei wischt diesen Einwand mit der Möglichkeit einer zweiten Ursache für eine Verkürzung der Gezeitenschwingung durch die Schwerkraft des Wassers beiseite, ohne sie wirklich belegen zu können. Auf diese Weise ist die raffinierte Hypothese Galileis nicht zu widerlegen. Galilei kann für sich reklamieren, daß er eine Reihe von anderen Auffällig-

keiten der Gezeiten im Einklang mit seiner Hypothese findet: daß manche Gegenden des Mittelmeers kaum einen Gezeitenhub zeigen, Meere in Nord-Süd-Richtung fast frei von Gezeiten sind, während Meere in Ost-West-Richtung ausgeprägte Gezeiten zeigen. Es scheint, als hätte seine Theorie eine gewisse Erklärungskraft durch die aufgeführte Anzahl an Übereinstimmung verschiedener Phänomene mit denen aus der Hypothese deduzierten Konsequenzen. Er könnte vielleicht sogar für sich reklamieren, daß seine Hypothese als Schluß auf die beste Erklärung zu verteidigen wäre, solange die Bedingung nicht weiter als Anzahl von Übereinstimmung von Prognose-Empirie spezifiziert ist. Aber dieses wäre ein methodischer Irrtum.

## 2.1 Differenzmethode

Die hypothetisch-deduktive Methode bietet über die logischen Mittel allein keine Möglichkeit der gut durch empirische Befunde begründeten Wahl der Hypothesen. Eine methodische Variante des kausalen Schließens bietet einen Ausweg aus dem Dilemma: die Differenzmethode.

Im Unterschied zur hypothetisch-deduktiven Methode besteht sie nicht aus einer Anpassung von Empirie und Prognose, sondern aus der Identifikation charakteristischer Differenzen bei Ursachen und Wirkungen unter ansonsten in relevanter Hinsicht gleichen Bedingungen. Ein Beobachter der Phänomene sollte sich nicht zum Ziel setzen, möglichst viele verschiedene Aspekte der Phänomene mit seinen Hypothesen zu vergleichen und diese gegebenenfalls anzupassen. Wichtiger ist es, ähnliche Fälle der zu erklärenden Phänomene dahin gehend zu beobachten, ob damit synchron andere mögliche Faktoren gleichermaßen variieren. Wenn die übrigen Umstände die gleichen sind, dann kann nach dem Kausalitätsprinzip nur die verbleibende Variation die Ursache sein. Nicht immer läßt sich die Vergleichssituation auf so wenige synchron sich verändernde Faktoren einschränken. Bei den Gezeiten ist das jedoch der Fall, und zwar seit der Antike bekannt. Die Gezeitenhöhen auf der Erdkugel bewegen sich korrelierend mit der Mondposition. Die beobachtete Zeitdifferenz zwischen Mondposition und Gezeitenhöhe ist dabei von der geographischen Lage am Meer abhängig.

Galilei ignoriert diese Untersuchung und vermeidet damit, die kausale Relevanz der Mondposition zu diskutieren. So hätte es ausgereicht, eine Küste mit einem ausgeprägten Gezeitenhub auszuwählen und die Gezeitentafeln für einen Küstenort allein zu untersuchen. Man hätte alle möglichen

Gezeitenperioden und Gezeitenpegel an anderen Meeren und Küstenformationen hinzuziehen können, doch verkompliziert dieses nur die kausalen Untersuchungen. Hätte also Galilei für einen einzigen Küstenort die Gezeitentafeln untersucht, dann hätte Galilei ein Phänomen nicht vermeiden können, das er während der ungefähr 30 Jahre seiner Forschung über die Gezeiten mit keinem Wort erwähnte: Am gleichen Ort, des gleichen Meeres, bei alleiniger Betrachtung der Gezeitenpegel und ihrer zeitlichen Veränderung wiederholen sich Gezeitenpegel fast alle 12 Stunden plus einer zeitlichen Verschiebung von 25 Minuten. Diese Gezeitenverschiebung ist so prägnant, weil sie die Gezeitenphänomene an den Küsten zwar variantenreich gestaltet, doch eine eindeutige und strenge Korrelation mit dem Mond etabliert.

Wie ist dieses Phänomen kausal zu interpretieren? Zum einen finden wir eine Vielzahl gleichartiger Beobachtungssituationen an einem Ort. Unabhängig von dem kausalen Einfluß der Form des Meeresbeckens an dieser Stelle, der Küstenformation und der spezifischen Wasserflüsse, die für jeden Ort einen charakteristischen Gezeitenverlauf zeigt, gibt es eine große Regelmäßigkeit der Veränderungen der Zeiten von Pegelhöchstständen mit den Mondständen. Keine alternative Variation der gedrehten Erde existiert dazu. Die Anwendung des Kausalitätsprinzips legitimiert nun den Schluß von einem eindeutig festgestellten Phänomen – der Gezeitenverschiebung – auf eine Ursache. Aufgrund der Differenzsituation kann diese nur in den Verschiebungen möglicher ursächlicher Faktoren liegen. Die differierenden Situationen sind dabei die Gezeiten und Mondlagen zu verschiedenen Zeiten. Eine große Vielfalt der Erdoberfläche tritt in den Differenzsituationen gleich auf. Je ähnlicher die Vergleichssituationen sind, desto mehr Faktoren sind als mögliche Ursache für eine Variation der Wirkungen ausgeschlossen. Auf der Erde jedenfalls gibt es keinen geographischen Faktor, der im gleichen Maße wie die Gezeitenverschiebung zeitlich in Erscheinung tritt. Hier muß man nur vorsichtig mit den Konsequenzen sein: Daraus folgt nicht, daß bestimmte geographische Faktoren keine kausale Relevanz hätten. Als Kofaktoren für die Gezeitenphänomene könnten sie durchaus relevant sein, nur ist diese Relevanz durch ihre stetige Präsenz nicht nachgewiesen. Außerhalb der Erde ist es nur *ein* Faktor, der eine Veränderung wie die Gezeitenverschiebung zeigt: der Mond in seiner Bewegung um die Erde. Die Mondbewegung allein verspätet die Position des Mondes über einem bestimmten Ort auf der Erde (etwas großzügig für die hier relevanten Orte) um etwa 50 Minuten täglich. Wiederum muß sorgsam auf die korrekte Schlußweise

geachtet werden. Es kommt hier nicht auf die perfekte Korrelation beider Phänomene an. Korrelationen liefern keinen Schluß von einer Wirkung auf eine Ursache. Stattdessen liefert die Differenzsituation unter der wichtigen Annahme der Gleichheit der Situationen in relevanter Hinsicht bis auf einen Prüffaktor (Homogenitätsbedingung) die wichtige Konklusion: Der Prüffaktor ist kausal relevant und in den gegebenen Fällen kausal gegeben für das Auftreten der Wirkung. Unter der Annahme der Geltung der vergleichbaren Differenzsituationen und der Geltung der Kausalprinzipien ist dieser Schluß sogar deduktiv schlüssig.

### 3 Antike Debatte

In den naturphilosophischen Schriften der Antike ist es üblich, abweichende Lehrmeinungen zu benennen. Von Ptolemaios ist es bekannt, daß er einige abweichende Meinungen referiert, die meisten davon aber durchaus in drastischen Worten als dilettantisch oder nicht ernsthaft ignoriert. Solche Einschätzungen entheben Ptolemaios dann von einer ernsthaften argumentativen Auseinandersetzung. Das ist aber nicht immer so: Hipparchos ist von Ptolemaios immer hoch geschätzt und seine Meinung wird in der Regel übernommen, und Ptolemaios erwähnt Aristarchos mit der gegenteiligen Ansicht einer täglich sich drehenden Erde, doch führt er dann im ersten Buch des *Almagest* eine Reihe von Gegenargumenten auf, die zu einer sachlichen Beurteilung der Wahrheit der alternativen Hypothesen beitragen soll. So auch die antike Auseinandersetzung über die Ursache der Gezeiten. Strabo referiert in der Einleitung seiner Geographie:

Zum anderen entspricht dies auch besser den Ebbe- und Fluterscheinungen des Ozeans: ist doch überall die Art und Weise der Veränderungen, des Anschwellens und Absinkens dieselbe (oder nicht sehr abweichend), als werde die Bewegung von einem Meer und durch eine Ursache hervorgerufen. Hipparch (fr. 4 Dicks) überzeugt nicht mit seinem Widerspruch gegen diese Ansicht: erstens zeige der Ozean nicht überall die gleichen Erscheinungen, und auch wenn man dies zugestehe, folge daraus noch nicht dass die ganze umgebende Atlantische See zusammenhänge (als Zeugen für die Ungleichheit der Erscheinungen beruft er sich auf Seleukos den Babylonier).<sup>12</sup>

<sup>12</sup> *Strabons Geographika*, hg. von Stefan Radt. Mit Übersetzung und Kommentar, Göttingen 2002, I.1.8–9, 13.

Im dritten Buch schildert Strabo besondere geographische Phänomene. Strabo zitiert Poseidonios, der sich gleichfalls auf babylonische Quellen durch Seleukos stützt. Die Passagen dieser Deutungen seien zusammenhängend wiedergegeben; sie sind die detaillierteste Erklärung von Gezeitenphänomenen, in der zudem der Charakter der methodischen Kritik und Bewertung von Kausalhypothesen zur vollen Entfaltung kommt.

Ich weiß nicht wie Poseidonios, der doch die Phönizier in anderen Dingen für gescheit erklärt, dazu gekommen ist ihnen in diesem Punkt das Zeugnis der Torheit statt der Klugheit auszustellen. Tag und Nacht werden doch nach dem Umlauf der Sonne gemessen, die bald unter der Erde ist, bald über ihr erscheint. Und er sagt, die Bewegung des Ozeans unterliege einem gestirnsähnlichen Zyklus, den sie parallel zum Mond täglich, monatlich und jährlich erfülle. Wenn jener nämlich ein Tierkreiszeichen über dem Horizont steht, fange das Meer merklich an zu schwellen und auf das Land zu steigen bis er in der Mitte des Himmels steht; wenn das Gestirn sich abwärts geneigt hat, ziehe das Meer sich allmählich wieder zurück bis der Mond ein Tierkreiszeichen über seinem Untergang steht; dann bleibe es solange in demselben Zustand bis der Mond seinen Untergang selbst erreicht und darüber hinaus noch solange bis er sich unter der Erde zu dem Punkt bewegt hat wo er ein Tierkreiszeichen vom Horizont entfernt wäre; dann steige es wieder an bis zum Scheitelstand des Mondes unter der Erde; dann ziehe es sich zurück bis der Mond beim Umlauf zu seinem Aufgang ein Tierkreiszeichen vom Horizont entfernt wäre; es bleibe ruhig bis der Mond sich ein Tierkreiszeichen über die Erde erhoben hat, und steige dann wieder an. Dies, sagt er, sei der tägliche Zyklus. Der monatliche bestehe darin dass die Gezeiten bei Neumond am stärksten sind; dann nehmen sie ab bis zum Halbmond; sie nehmen wieder zu bis zum Vollmond und nehmen wieder ab bis zum abnehmenden Halbmond; danach die Zunahme bis zum Neumond; die Zunahmen betrafen auch die Dauer und die Schnelligkeit.<sup>13</sup>

Zwar ist Strabos Werk in der Neuzeit weit verbreitet, doch ist nicht nachzuweisen, ob Galilei die Schrift studierte. Angesichts der Bedeutung der Gezeiten und ihrer regionalen Eigenschaften gibt es für eine Lektüre zwar gute Gründe. Doch ist nur sicher, daß Galilei die Naturlehre des Plinius in seiner Bibliothek hatte. Sein Schüler Vincenzo Viviani fand die Bücher 1668 im Inventar seines Sohnes Vincenzo Galilei. C. Plinius Secundus widmet sich in seiner *Naturalis historia* den Gezeiten. In der Hydrographie aus Buch II folgen Abschnitte in der Reihenfolge »die Gezeiten« (212–234), »Wirkung von Sonne und Mond« (221–223), »Merkwürdige Eigenschaften des

13 Strabons *Geographika*, I.13, 449.

Wassers« (224–234) und schließlich »Wunderbare Eigenschaften des irdischen Feuers in Verbindung mit Wasser« (235–241). Über die Gezeiten heißt es:

Auch über die Eigenschaft des Wassers ist bereits mehreres gesagt worden; das Wunderbarste bleibt aber, daß die Fluten des Meeres anschwellen und wieder zurückströmen, und zwar auf mehrfache Weise, wobei in Wahrheit Sonne und Mond die Ursache sind. Zwischen zwei Aufgängen des Mondes, also stets innerhalb von 24 Stunden, schwillt die Flut zweimal an und geht zweimal zurück; sie steigt zum ersten Mal, wenn das Himmelsgewölbe mit dem Mond aufgeht, und sie fällt, wenn dieses sich vom Mittagspunkte an zum Untergang neigt; zum zweiten Mal steigt die Flut, wenn der Mond nach seinem Untergang unter der Erde zum tiefsten Punkt am Himmel, dem Mittagspunkt gegenüber, gelangt; von da bis zum nächsten Mondaufgang verläuft sie sich wieder. Die Flut stellt sich nie zur gleichen Zeit ein wie am Tage vorher, da sie dem Mond keuchend nachläuft, dem gierigen unter den Sternen, der im Sog das Meer nach sich zieht und stets an einer anderen Stelle als am vergangenen Tage aufgeht. Jedoch wiederholt sich dies in gleichen Zeiträumen, und zwar jedesmal nach sechs Stunden, worunter man aber nicht beliebige Tages-, Nacht- oder Ortsstunden, sondern Äquinoktialstunden zu verstehen hat, nach der gewöhnlichen Stundeneinteilung also nicht gleichmäßig, je nachdem mehrere Zeitabschnitte des Tages oder der Nacht jener auf diese fallen und nur zur Zeit des Äquinoktiums sind sie überall gleich. Dies ist ein mächtiger Beweis, lichtvoll und voll auch der göttlichen Stimme, [...].<sup>14</sup>

Wie jeder Gelehrte seiner Zeit sollte Galilei somit die entscheidenden Argumente für eine kausale Relevanz des Mondes für die Gezeiten gekannt haben. Es verwundert, warum er sie ignorierte. Als erste Erklärung denkt man daran, daß hier jemand verbohrt und unbelehrbar an seiner einmal entwickelten Meinung festhielt. Dagegen spricht, daß Galilei sich durchaus belehrbar in Sachen falscher Ansichten zeigte. Er befand sich in einer schwierigen wissenschaftlichen Umbruchphase, in der die mechanischen Grundlagen der Himmelsmechanik und der Mechanik bewegter Körper erst noch gefunden werden mußten. Der Weg zur Identifikation der grundlegenden Prinzipien und der geeigneten physikalischen Begrifflichkeiten war nicht ohne Umwege zu erreichen. An der Gezeitentheorie jedoch hielt Galilei seit seinen frühen Studien fest und schätzte diese als die wichtigste Beweisführung seiner

14 C. Plinius Secundus d.Ä.: *Naturkunde*: Lateinisch-deutsch, hg. und übers. von Roderich König in Zusammenarbeit mit Gerhard Winkler (= *Naturalis Historia*, II), Darmstadt 1973, II.211–214, 183.

neuen Wissenschaft ein. Mit diesen Gründen trat er vor die Kurie und den Papst. Sein Hauptwerk sollte im Titel die Gezeiten nennen, sodaß kein Gelehrter seiner Zeit die Gründe zugunsten seiner Kosmologie übersehen konnte. Galilei setzte eindeutig auf die Macht der Argumente und muß deshalb seine Gezeitentheorie für argumentativ optimal halten. Kein besserer Grund für die Erklärung der Gezeiten durch die doppelte Bewegung war für Galilei zu finden, und die experimentelle Fundierung der Argumente hinsichtlich der Bestimmung ihrer Ursachen war nicht zu verbessern. So glaubte Galilei. Es ist diese Einschätzung, in der sich Galilei in dreifacher Hinsicht irrte:

1. Eine hypothetisch-deduktive Struktur zwischen Hypothese und Empirie erlaubt keinen sicheren Schluß auf die Wahrheit der Hypothese. Die Elimination alternativer Hypothesen ist angesichts ihrer Modifikationsmöglichkeiten auch mittels *Modus tollendo tollens* nicht möglich.
2. Das Experiment als künstliche Simulation eines Phänomens liefert keine guten Gründe für die Identifikation seiner Ursachen.
3. Die seit der antiken Wissenschaft bekannten Zusammenhänge zwischen Mondperiode und Gezeitenperiode stellen nicht nur eine auffällige Koinzidenz dar. Die Übereinstimmung zwischen Theorie und Empirie ist ein viel zu schwacher Grund für die Identifikation der Ursache. Es sind die Differenzsituationen, die sich in allen wesentlichen Aspekten bis auf die gemeinsame Differenz von Ursache und Wirkung gleichen, die methodisch die unumstößliche kausale Beziehung etablieren.

Galilei verstand diesen zentralen Aspekt der neuzeitlichen experimentellen Wissenschaften nicht. Sowohl sein wissenschaftliches Scheitern als auch seine argumentative Schwäche gegenüber den Kritikern der Kirche sind darauf zurückzuführen.

SIMONE DE ANGELIS

Bern

# *Lex naturalis, Leges naturae*, »Regeln der Moral«. Der Begriff des ›Naturgesetzes‹ und die Entstehung der modernen ›Wissenschaften vom Menschen‹ im naturrechtlichen Zeitalter

## 1. Problemstellung

Naturgesetze verbinden wir gewöhnlich mit dem Denken der Naturwissenschaften. Es kommen einem etwa Galileis Fallgesetze oder Keplers ›Gesetze‹ der Planetenbewegung in den Sinn. Heute spricht man auch gerne von Konstanten, die fundamentale Gesetze der Physik sind. Spätestens im Physikunterricht lernten wir etwas über die Gravitationskonstante  $G$ , die in unserem damaligen gelben Formelbuch stets neben Newtons Gravitationsgesetz stand. Es gibt aber auch die Konstante  $c$  für die sogenannte Lichtgeschwindigkeit, welche die Geschwindigkeit einer elektromagnetischen Welle durch ein Vakuum repräsentiert. Nicht zu vergessen ist auch Plancks wichtige Konstante  $h$  in der Quantenmechanik, derjenigen Disziplin, die den mikroskopischen Bereich beschreibt. Wie die Bücher haben auch all diese Konstanten bzw. Naturgesetze ihre ›Geschichte‹.<sup>1</sup> Im heutigen Verständnis gelten Naturgesetze als konzeptuelle Gegenstände (wie etwa Konzepte, Propositionen, Zahlen, Hypothesen oder Theorien usw.) und werden von natürlichen Objekten (etwa Protonen, Planeten, Kraftfeldern, Seen, Pflanzen, Personen, Gesellschaften usw.) wie von konkreten menschlichen Artefakten

<sup>1</sup> Jean-Philippe Uzan u. Bénédicte Leclerque: *The Natural Laws of the Universe. Understanding Fundamental Constants*, Berlin, Heidelberg, New York 2008.

(Computern, Häusern, Kunstwerken, sprachlichen Zeichen etc.) unterschieden.<sup>2</sup> Dabei gehören natürliche Objekte zu denjenigen Arten von Objekten, die von Naturgesetzen beschrieben werden.<sup>3</sup> Nach dieser Sicht der Dinge werden auch Personen und Gesellschaften als natürliche Objekte verstanden und können damit, wie die physikalischen und artifiziellen Gegenstände, in ihren Eigenschaften und Relationen von Naturgesetzen beschrieben werden. Das setzt offensichtlich naturalistische Annahmen voraus, denen zufolge der Mensch wieder vermehrt als Teil der natürlichen Welt verstanden wird. Auch dieser Gedanke, den humanen wie den physikalischen Bereich unter eine Idee von Naturgesetzlichkeit zu stellen, hat seine ›Geschichte‹, die ausgesprochen neuzeitlich ist. Es ist sicherlich das Verdienst von Wolfgang Proß gewesen, auf die historische Genese dieses Gedankens im »Zeitalter des Naturrechts« hingewiesen zu haben.<sup>4</sup> Er bildet die Prämisse für die Annahme, daß die natürlichen Objekte aufgrund autonomer Prinzipien funktionieren und daher einer »theologischen Ursprungs-Kategorie« nicht mehr bedürfen; dem entspricht im soziohistorischen Bereich die »fundamentale[n] Unterscheidung von Naturzustand und gesellschaftlichem Zustand«, von der die Naturrechtstheoretiker ausgehen und die – beispielhaft im Werk von Giambattista Vico – »in ein allgemeines historisches Prinzip« verwandelt wird.<sup>5</sup> Die Voraussetzungen für die parallele Betrachtung der beiden Bereiche ändern sich nach der Proß'schen These erst um 1800, als sich auf der einen Seite die Einsicht durchsetzte, daß ›Normen‹ und ›Gesetze‹ einen historisch-konventionellen Charakter aufweisen, und sich auf der andern Seite die Naturwissenschaften weiter ausdifferenzierten und das ›Newtonsche Paradigma‹ der Mechanik keine so dominante Rolle mehr spielte.<sup>6</sup> Eine neue Weise, beide Bereiche als eine Einheit zu sehen, sollte im 19. Jahrhundert dann der den »historisch-evolutionären Aspekt« einschließende Begriff der

2 Peter Mittelstaedt, Paul Weingartner: *Laws of Nature*, Berlin, Heidelberg, New York 2005, 7 (auch die dort erwähnten Beispiele).

3 Ebd.: »Concerning the question now which kinds of objects, together with their properties and relations, are described by or ordered by laws of nature we can answer: natural objects and concrete artefacts.«

4 Wolfgang Proß: ›Natur‹, *Naturrecht und Geschichte. Zur Entwicklung der Naturwissenschaften und der sozialen Selbstinterpretation im Zeitalter des Naturrechts (1600–1800)*, in: *Internationales Archiv für Sozialgeschichte der deutschen Literatur* 3 (1978), 38–67.

5 Proß: ›Natur‹, *Naturrecht und Geschichte*, 44f., 60–63.

6 Ebd., 47f.

»organischen Entwicklung« leisten.<sup>7</sup> Proß' These hat an Aktualität kaum eingebüßt und verdient es, auch im Horizont der neueren wissenschaftsgeschichtlichen Literatur zum Begriff des Naturgesetzes, erneut diskutiert zu werden. Vor allem ist gerade der Aspekt der historischen Genese des Gedankens der Naturgesetzlichkeit von humanem und physikalischem Bereich zu vertiefen, die Frage also, wie und auf welchen Voraussetzungen in der Frühphase des ›naturrechtlichen Zeitalters‹ der Gedanke entstanden ist, die physikalische und die sozialetische Sphäre der Welt als eine naturgesetzlich geregelte Einheit zu erfassen.

Daß der Begriff des ›Naturgesetzes‹ zwischen der Mitte des sechzehnten und der zweiten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts im frühneuzeitlichen Europa eine ungeahnte Konjunktur erfahren hat, ist unter Rechts- und Wissenschaftshistorikern inzwischen zum Allgemeinut geworden. Als Gegenstand der Forschung beschäftigt er sie bis heute noch. So wurden in den letzten Jahren interessante Versuche unternommen, die lange getrennt gebliebenen Historiographien zu diesem Begriff zusammenzuführen, um den sich dabei stellenden Fragen und Problemen im interdisziplinären Dialog sich anzunähern und sie neu zu diskutieren.<sup>8</sup> Als nach wie vor ungelöst wird etwa das Problem des gleichzeitigen Auftretens des Naturgesetzdenkens in der Jurisprudenz und in der Naturphilosophie angesehen, oder es wird auf das Verstehensproblem hingewiesen, das mit der Redeweise einhergeht, wonach auch ein unbelebtes natürliches Objekt Regularitäten ›befolge‹.<sup>9</sup> In gewisser Weise waren Interferenzen im Gebrauch des Naturgesetzbegriffs von vorn herein nicht ganz zu vermeiden. Wie die neueren Studien zeigen, wurden bereits seit dem späten 15. und dem 16. Jahrhundert besonders auf dem Feld der (heliozentrischen) Astronomie Bedingungen für die Einführung und Verbreitung des Naturgesetzbegriffs (*lex/leges naturae*) geschaffen.<sup>10</sup> Gleichzeitig bestand der traditionelle Naturgesetzbegriff aus

7 Ebd., 48.

8 Vgl. zuletzt etwa Lorraine Daston u. Michael Stolleis (Hg.): *Natural Law and Laws of Nature in Early Modern Europe. Jurisprudence, Theology, Moral and Natural Philosophy*, Surrey, Burlington 2008.

9 Vgl. ebd., *Introduction* der Herausgeber, 3.

10 Christian Schütte: *Gesetze am Himmel. Die Astronomie der Frühen Neuzeit als Wegbereiterin moderner Naturwissenschaft*, Zürich 2008 (Legierungen; 4), 28f.; Gerd Graßhoff u. Hubert Treiber: *Naturgesetz und Naturrechtsdenken im 17. Jahrhundert*, Baden-Baden 2002 (Fundamenta Juridica; 44), 15–18.

der thomistischen Naturrechtslehre (*lex naturalis*) weiter fort und fand etwa in den neuen medizinisch-theologischen Seelenlehren der Mitte des 16. Jahrhunderts eine neue Verwendung: Dort ging es vor allem darum, die ›Natur‹ des Menschen unter den Voraussetzungen des *eingeborenen* Naturgesetzes und dessen Trübung durch den Sündenfall darzulegen, aber auch den Prozeß der spirituellen Erneuerung des sündigen Menschen durch das Wort Gottes in den Evangelien zu erklären.<sup>11</sup> Die Verwendung des Naturgesetzbegriffs in der Astronomie und in der Seelenlehre bezieht sich hier auf unterschiedliche Objekte – auf die Planetenbewegung im ersten, auf seelische Zustände im zweiten Fall –, die im Prinzip auch nicht miteinander zu vergleichen sind.

Und dennoch ist es m. E. dem unternommenen interdisziplinären Dialog bislang nicht ganz gelungen, die aufgeworfenen Probleme in der Verwendung des Naturgesetzbegriffs befriedigend in den Griff zu bekommen. Das liegt sicherlich an der Komplexität des hier betrachteten Gegenstandes und zum Teil auch an den Schwierigkeiten interdisziplinärer Forschung, die sich auf verschiedenen Ebenen bemerkbar macht. Es ist zum Beispiel merkwürdig und im Internet-Zeitalter eigentlich auch nicht so recht verständlich, daß der bereits 2006 erschienene Sammelband *Naturgesetze* von den Herausgebern und Autoren des Bandes *Natural Law and Law of Nature in Early Modern Europe* (2008) praktisch ignoriert wurde.<sup>12</sup> Dies ist umso erstaunlicher, als dieser Band die Wissenschaftskulturen des angelsächsischen und des deutschen Sprachraums ja gerade vereinigt. Ich frage mich, ob dies denn auch in den Naturwissenschaften möglich gewesen wäre, daß man die internationale Forschung zu einem einschlägigen Thema schlicht nicht zur Kenntnis nimmt? Wie dem auch sei, die Berücksichtigung des deutschsprachigen Bandes wäre besonders im Fall des Beitrages von Hubert Treiber wichtig gewesen, der die Verwendung des Naturgesetzbegriffs beim englischen Naturrechtstheoretiker Richard Cumberland (1631/32–1718) untersucht<sup>13</sup> und der etwa von einem Beitrag von Robert Schnepf zum Naturgesetzesbegriff

11 Vgl. hierzu Simone De Angelis: *Anthropologie und Gesetz. Konzepte von der Natur des Menschen im 16. Jahrhundert: Vives und Melanchthon*, in: Barbara Mahlmann-Bauer (Hg.): *Scientiae et Artes. Die Vermittlung alten und neuen Wissens in Literatur, Kunst und Musik*, Wiesbaden 2004 (Wolfenbütteler Arbeiten zur Barockforschung; 38), 871–893.

12 Karin Hartbecke u. Christian Schütte (Hg.): *Naturgesetze. Historisch-systematische Analysen eines wissenschaftlichen Grundbegriffs*, Paderborn 2006.

13 Hubert Treiber: *The Approach to a Physical Concept of Law in the Early Modern*

beim Spätscholastiker Francisco Suárez durchaus hätte profitieren können.<sup>14</sup> Darauf ist noch zurückzukommen.

Treiber analysiert – besonders im dritten Abschnitt seines Aufsatzes – eine Reihe von Theorieelementen, Konzepten, historischen Einflußkontexten und Quellentexten, die sich im Blick auf die Herausbildung von Cumberlands Naturgesetzbegriff in seinem bedeutenden Werk *De Legibus Naturae* (1672) als relevant erweisen. Die wichtigsten davon sind: (I) Descartes' Begriff des physikalischen Naturgesetzes; (II) das *law-of-nature*-Projekt der *Royal Society*; (III) die Unterscheidung von *lex indicans* und *lex obligans* im Naturrechtsdenken von Francisco Suárez (s. dazu unten); (IV) die synonyme Verwendung der Begriffe ›law of nature‹, ›propositio‹ und ›rule‹ in Cumberlands Texten; (V) ein Regularitätskonzept auf induktiver Basis: die Beobachtung von Regularitäten im menschlichen Verhalten und Handeln in der Lebenspraxis; (VI) ein Probabilitätskonzept im Blick auf die Voraussagbarkeit menschlicher Handlungen (›moralische Gewißheit‹). Die genannten Faktoren werden von Treiber mit unterschiedlichem Grad von Ausführlichkeit behandelt, zum Teil beläßt er es auch bei knappen Hinweisen in den Fußnoten. Dennoch glaubt Treiber an mehreren Stellen seines Aufsatzes festhalten zu können, daß Cumberland in begrifflicher Hinsicht ständig Widersprüchen und Inkonsistenzen zum Opfer falle, wie etwa folgende Stelle zeigt:

Cumberland speaks here of ›practical propositions‹ or dictates (propositiones practicae), which on the one hand rest upon experience that is accessible even to the deaf (who learn the laws of nature – *leges naturales* – through observation), while on the other hand having all the attributes essential to a law (*lex*). As he includes amongst these the divine rewards and punishments that occur with nothing short of predictable regularity, but these in their turn, as he argues elsewhere in the work, are subject to the laws of motion, to which indeed they owe their predictability, there are numerous contradictions and obscurities with regard to the distinctions made between terms.<sup>15</sup>

*Period: A Comparison between Matthias Bernegger and Richard Cumberland*, in: Daston/Stolleis (Hg.): *Natural Law and Laws of Nature*, 163–182.

14 Robert Schnepf: *Gottes Handeln und der Lauf der Natur. Probleme und Perspektiven der theologischen Vorgeschichte des neuzeitlichen Naturgesetzbegriffs im Mittelalter*, in: Hartbecke/Schütte (Hg.): *Naturgesetze*, 85–114.

15 Treiber: *The Approach to a Physical Concept of Law*, 180.

In den Schlußbemerkungen macht Treiber nochmals klar, welche Vorstellung von Cumberlands Naturgesetzdenken er *in petto* hat: Es handle sich um »the adoption of a physical concept of law«,<sup>16</sup> um eine »Transferleistung« also, wie es an anderer Stelle heißt.<sup>17</sup> Für eine solche Interpretation spreche vor allem der Faktor, daß Cumberland zu Mitgliedern der *Royal Society* einen engen freundschaftlichen Kontakt gepflegt habe und über die neuesten Theorien und Forschungen bestens informiert gewesen sei;<sup>18</sup> diese Ansicht entnimmt Treiber im Wesentlichen der nur spärlichen Literatur über Cumberland.<sup>19</sup>

Um es gleich vorwegzunehmen: Es geht mir im Folgenden nicht so sehr darum, Treibers Interpretationsansatz grundsätzlich zu widersprechen, im Gegenteil. Es geht mir vielmehr darum, die von ihm herausgearbeiteten Faktoren etwas ausführlicher zu behandeln und zu fragen, ob sie bei Cumberland nicht doch in einem systematischen Zusammenhang stehen könnten. Dies ist anhand von zusätzlichem Quellenmaterial weiter zu erörtern. Dabei möchte ich die These bekräftigen, daß Cumberland – wie vor ihm Descartes – in Anlehnung an Francisco Suárez den Begriff des Naturgesetzes als *lex indicans* verwendet und daß er zudem seine Argumente für die Regeln der Moral auf ein fundiertes naturkundliches Wissen aus der Medizin, den »Wissenschaften des Lebens« und der Verhaltensforschung abstützt.

## 2. *concursum divinum* und *lex naturae* als *lex indicans*

Bereits in einem der Schlußparagrafen der *Prolegomena* zu *De Legibus Naturae* formuliert Cumberland die These, die seiner ganzen Argumentation zugrunde liegt: Die Beziehung zwischen den freien menschlichen Handlungen und den Wirkungen, die daraus resultieren, sei nicht weniger notwendig als die Beziehung zwischen der Bewegung einfacher Körper und den Wirkungen, die man daraus herleitet.<sup>20</sup> Damit zieht Cumberland ganz explizit

16 Ebd., 181.

17 Graßhoff u. Treiber: *Naturgesetze und Naturrechtsdenken*, 176.

18 Treiber: *The Approach to a Physical Concept of Law*, 181f.

19 Ebd., 182; vgl. hierzu auch Jon Parkin: *Science, Religion and Politics in Restoration England. Richard Cumberland's »De Legibus Naturae«*, Suffolk, Rochester 1999 (Royal Historical Society, Studies in History New Series), 116.

20 *De Legibus Naturae Disquisitio Philosophica, In qua Earum Forma, summa Capita, Ordo, Promulgatio, & Obligatio è rerum Natura investigantur; Quinetiam Elementa*