

Die Copernicanische Revolution als Geschichtszeichen: Zur Entstehung der Transformationskosmologie

Sascha Freyberg  und Pietro Daniel Omodeo 

Abstract This paper addresses the question of how cosmology and history, as well as science and mythopoiesis, are related to each other. The symbolic significance of Copernicus' astronomical "revolution" from the early modern period until today illustrates the orientational function of cosmology and its role between empiricism and theory, natural science and society. The cosmological aspect of the Copernican revolution can become re-readable as a "sign of history" in Kant's sense, insofar as it emphasizes the reference to transformation processes as such instead of stories of progress or decay. This touches on both methodological and practical, epistemological and political, symbolic and historical-ontological aspects. From such a general cosmological perspective, the various transformation theories stemming from the natural, cultural, and social sciences can be addressed as dimensions of a common context against the background of the debates about the planetary role of humanity in the Anthropocene. We call this multidimensional view, the mythical and scientific beginnings of which in the early modern period are explored here, transformational cosmology.

Keywords Nicolaus Copernicus; Karl Marx; Renaissance; Scientific Revolution; Anthropocene; cosmology; myth; history of science; transformation; transformational cosmology

... à force de parler de la nature, on en vient presque
à oublier qu'elle a une histoire, la nôtre.¹

1 Zur Einführung: Das Denkmal von Foshan

„Wenn irgendwann in der Zukunft Aliens auf die Erde kommen und sich durch die Sedimente graben, werden sie über unsere Zeit sagen: Hier geschah etwas, das die Erde radikal verändert hat“, so Jan Zalasiewicz, Leiter der *Anthropocene Working Group* bei der *International Commission on Stratigraphy*.² Sollten nun die extraterrestrischen Forscher ins Gebiet des derzeit größten und wirtschaftlich wohl wichtigsten Ballungsgebietes der Erde um das Perlfussdelta in Südchina gelangen und am Ort der alten Stadt Foshan beginnen, Schutt und Asche zu beseitigen, würden sie wahrscheinlich auf ein bemerkenswertes Artefakt stoßen: ein Doppelbildnis von Karl Marx und Nicolaus Copernicus (**Abb. 1**).³ Natürlich werden diese Forscher nicht wissen können, wie einzigartig es ist. Das Denkmal wird wohl – nicht ganz zu Unrecht – als Teil eines religiösen oder weltanschaulichen Systems gedeutet werden. Die Anlage des Doppelmonuments von Marx und Copernicus legt eine solche Interpretation auch nahe und könnte auf einen kultischen Gebrauch hinweisen. Es ist Teil eines größeren Ensembles von zwölf paarweise aufgestellten Plastiken, die recht grob aus roten Sandsteinquadern zusammengesetzt wurden. Das ganze Ensemble befindet sich in einem Park der örtlichen Hochschule für Wissenschaft und Technik und ist kreisförmig um einen leicht erhöhten Platz arrangiert, aus dessen Mitte ein in Steinfliesen gefasster Wasserlauf entspringt (**Abb. 2**).

Jedes der sechs Doppelbildnisse des Ensembles ist durch ein gemeinsames Thema verbunden: drei Paare sollen das östliche ethisch-religiöse sowie literarische Erbe und drei das westliche wissenschaftliche Erbe darstellen.⁴ Mehr noch als die anderen beiden ‚Wissenschaftspaare‘ stehen Copernicus und Marx hier offenbar für die Entdeckung

- 1 Serge Moscovici im Vorwort zur Neuauflage seines 1968 erschienenen *Essai de l'histoire humaine de la nature* (1977), eines Buches, das zentrale Themen der heutigen Anthropozän-Debatte vorwegnimmt.
- 2 Zitiert nach Renn und Scherer 2015, 9. Die wissenschaftliche (vor allem geologische) Diskussion um das Anthropozän kann auf der Webseite der *Anthropocene Working Group* nachvollzogen werden: <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene>.
- 3 Etwas außerhalb der Stadt ließen sich noch zwei weitaus kolossalere Skulpturen entdecken. Zum einen das mit 19 Metern Höhe weltweit größte Denkmal für Bruce Lee („King of Kung-Fu“), dessen Familie aus der Gegend stammt (die Bronzestatue wurde von dem bekannten chinesischen Bildhauer Cao Chong'en erschaffen), sowie die riesige, insgesamt 77 Meter hohe Statue der weit über den Buddhismus hinaus verehrten Bodhisattva Guanyin auf dem Gipfel des Berges Xiqiao.
- 4 Die anderen Paare bilden Zu Chongzhi und Konfuzius, Cai Yuanpei und Qu Yuan, Sun Yat-sen und Lu Xun, Isaac Newton und Nils (sic) Darwin sowie Marie Curie und Albert Einstein.



Abbildung 1 Marx und Copernicus in Foshan.



Abbildung 2 Das Denkmalensemble in Foshan auf dem Gelände der Technischen Universität.



Abbildung 3 Die Rückseite des Doppelmonuments.

von Himmels- und Gesellschaftsformationen und -gesetzen und somit für Einheit und Bedeutung des Ideals der Wissenschaftlichkeit überhaupt.

Auf der zur Platzmitte weisenden Rückseite sind ihre Namen und je ein Ausspruch auf Chinesisch⁵ und Englisch eingraviert (**Abb. 3**). Auf der Marx-Copernicus-Statue wird auf den steinigem Weg verwiesen, den die Wahrheitsliebenden gehen müssen, um das Ziel der Erkenntnis zu erreichen. Der Copernicus zugeordnete Ausspruch, „A man's bounden duty is to seek truth dauntlessly“, ist in dieser Form in seinem Werk allerdings nicht aufzufinden. Vermutlich ist es die aus dem Chinesischen rückübersetzte Version eines Satzfragments aus der bekannten Widmung an Papst Paul III. Am Anfang seines astronomischen Meisterwerks *De revolutionibus orbium coelestium* von 1543 schreibt Copernicus: „illius [hominis philosophi] studium sit veritatem omnibus in rebus [...] inquirere“ (Copernicus 1543, iiR).

Auf der Rückseite des Marx-Denkmal wird verkündet: „There is no royal road to science, and only those who do not dread the fatiguing climb of its steep paths have a chance of gaining its luminous summits.“⁶ Der Entdecker himmlischer Revolutionen und der Anstifter irdischer Umwälzungen stehen hier zusammen und vermitteln gemeinsam eine Botschaft der Einheit von Wahrheitssuche, Anstrengung und Wissenschaft. Nicht zuletzt werden so auch umgekehrt ‚Copernicanismus‘ und Marxismus als Ausdruck *einer* wissenschaftlichen Weltanschauung präsentiert.⁷

Was aber wird aus ihren revolutionären Perspektiven? Und was genau macht die Verbindung von Wissenschaft, Gesellschaft und Weltanschauung aus? Das Monument scheint ausgehend von der Formel des Marxismus als höchster wissenschaftlicher Weltanschauung an die tieferen Verwerfungen der dogmatischen Kodifizierung zu rühren. Doch dass gerade Marx und Copernicus unter diesem Vorzeichen zusammengestellt wurden, ist sicher kein Zufall. Sollte bei der Konzeption des Monuments eine wechselseitige Beleuchtung angestrebt worden sein, so mag die universelle Anerkennung des weltbilderschütternden Astronomen die wissenschaftliche Reputation des Kritikers und Analytikers der kapitalistischen Ökonomie weiter aufwerten. Dessen sozialrevolutionäre Kritik und Agitation könnte dann auf den tiefgreifenden

5 Verwendet wurde die offizielle, auf dem Nordchinesischen beruhende *Pǔtōnghuà* („normale Verkehrssprache“), die das Mandarin ersetzt hat. Die Aussprache sieht man den Schriftzeichen natürlich nicht an, Grammatik und Wortwahl entsprechen jedoch der modernen Standardsprache (*Pǔtōnghuà, Bìāozhǔn Hànyǔ*). Bei der Schrift handelt es sich um die in China seit den 1950er-Jahren verwendeten vereinfachten Zeichen (*jiǎntǐzì*). Für die Erläuterung danken wir Matthias Schemmel.

6 Das Zitat stammt aus Marx' Brief an Maurice Lachâtre (London, 18. März 1872), der auch als Vorwort zur französischen Ausgabe des *Kapitals* abgedruckt wurde.

7 Wir versuchen hier also eine ikonologische Deutung. Methodisch folgen wir dabei auch Blumenbergs Projekt einer Metaphorologie, das er im Anschluss an Ernst Cassirer entwickelte. Wenn wir auch in der historischen Interpretation nicht immer mit Blumenberg übereinstimmen, so deuten wir doch das Denkmal als „metaphorisierte Kosmologie“. Siehe Blumenberg 1960, 106.

politisch-praktischen Charakter der Astronomie und somit auf die *Zwischenstellung der Kosmologie* zwischen Empirie und Metaphysik, Wissenschaft und Lebenswelt, Theorie und Praxis verweisen. Doch können diese Zusammenhänge verdeutlicht und kann der Kosmologie tatsächlich eine aktive Kraft zugeschrieben werden? Gibt uns das chinesische Monument hier ein Rätsel auf?

Bei der oben angeführten Zukunftsvision von Zalasiewicz stellen sich im Zusammenhang mit der Erforschung von Spuren, Datierung und Ursachen für die Veränderungen des Erde-Mensch-Systems unmittelbar auch viel umfassendere Fragen (siehe dazu Renn 2019), die allgemeinere und kosmologische Aspekte berühren. Verlangt diese Beschreibung also ein neues Bild der Erde, ein neues Verständnis der Rolle des Menschen im Kosmos? Unsere tentative Antwort verbindet den Begriff der Wissenschaft mit dem der Transformation und zeigt einige mythische Artefakte dieser Verbindung auf.

Unsere Frage nach der Beziehung im Doppelbildnis dient also dazu, verschiedene Aspekte der neuzeitlichen historischen Entwicklungen mit Blick auf einen allgemeineren, kosmologischen Zusammenhang anzusprechen. Von der Dezentrierung bis zur Beschleunigung, von der Umbesetzung bis zur Auflösung, von der Ausbeutung bis zur Kreativität werden Narrative der Moderne von solchen Motiven der Transformation und Umwälzung durchzogen. Sie in Zusammenhang zu bringen mag auf Skepsis stoßen, jedoch scheinen dadurch die Wirkungen anderer Narrative und Synthesen nicht ausgeschaltet zu sein. Es geht hier weder um eine bloße Affirmation noch um eine kulturkritische Diagnose, etwa eines ‚Zeitalter des Weltbildes‘, sondern nur um ein begriffliches Mittel, das es erlaubt, die Frage nach der im Begriff des Anthropozän vorausgesetzten Totalität ansprechbar zu machen. Die Ubiquität des Transformationsbegriffs liefert uns die Hypothese, mit der wir die Rekonstruktion von Idealen und Bildern der Wissenschaft im Hinblick auf eine allgemeinere Orientierungsfunktion befragen sowie ihre historische Rolle verstehen können, die weder bloßen Fortschritt noch Verfall, weder Linie noch Kreis als Prinzipien voraussetzen muss.

Die These wird sein, dass im wissenschaftlichen Weltzugang eine Kontinuität besteht, die seit der Renaissance explizit gemacht und entfaltet wurde. Diese Kontinuität und deren wechselseitige Verbindung ideeller und materieller Wirkungen versuchen wir in einem Transformationsbegriff zu erfassen, den wir als Prinzip einer „allgemeineren Kosmologie“ begreifen. Ob sich auf der Grundlage dieses ‚kosmologischen‘ Transformationsbegriffs weitere, über die Wissenschaft hinausgehende Zusammenhänge ergeben, muss hier zunächst dahingestellt bleiben. Auch auf der wissenschaftshistorischen Ebene würde der Begriff erlauben, sowohl methodische wie praktische, epistemologische wie politische, symbolische und historisch-ontologische Aspekte anzusprechen. Wir konzentrieren uns hier auf das Symbol für die Transformation im wissenschaftlichen und kosmologischen Sinne: die Figur des Copernicus und die Wirkungen der copernicanischen Theorie. Wenn unsere These überzeugt, so könnte

die *Copernicanische Revolution*⁸ als Geschichtszeichen für die allmähliche Entstehung eines umfassenden Verständnisses von Transformation angesehen werden.

2 Kosmologie zwischen Wissenschaft und Metaphysik

Mit dem Ideal der Wissenschaft(lichkeit) und seinem Anspruch verbinden sich philosophische Debatten um Objektivität, Realismus und Wahrheit⁹ sowie über den Naturgesetzbegriff bis hin zum Natur- und Weltbegriff (Hampe 2007). Auch diese Debatten werden durch zeitliche Dimensionen geprägt, welche auf die weiteren historischen und materiellen Wechselbeziehungen hinweisen und uns den oben beschriebenen „revolutionären“ Zusammenhang dementsprechend als Hinweis auf eine *Transformationskosmologie* deuten lassen. Was aus naturwissenschaftlicher Sicht etwa in den Werken von Ilya Prigogine (1968, Prigogine und Stengers 1981) oder Erich Jantsch (1980) vollzogen wurde, nämlich die Einführung der Geschichte in die Kosmologie,¹⁰ wird bei Serge Moscovici aus historischer Sicht auf die Formel von der „menschlichen Geschichte der Natur“ gebracht (Moscovici 1982). Es ist diese Verbindung von historischem Prozess und allgemeiner Kosmologie, die den hier verwendeten mehrschichtigen, innere und äußere Aspekte umfassenden Transformationsbegriff ausmacht und uns den Schlüssel für das Denkmal von Foshan sowie für die wechselseitige Beleuchtung von Copernicus und Marx liefern könnte.

Programmatische Hinweise erhalten wir zunächst von Giambattista Vico und Alfred North Whitehead. Von Vico nehmen wir die Anregung auf, die im Plan seiner „neuen Wissenschaft“ enthalten ist und über die Betrachtung der „natürlichen Ordnung“ die gesellschaftliche Welt in den Blick nehmen möchte (Vico 2009). Im berühmten Frontispiz des Werkes (**Abb. 4**) wird unsere Fragestellung in einer „Tafel der politischen Verhältnisse“ dargestellt und in der „Erklärung des an den Anfang gestellten Bildes, die als Einleitung in das Werk dient“ entfaltet (ebd., 2–3). Ohne den Begriff der Kosmologie zu verwenden, wird dort ihre angesprochene Zwischenstellung und Verbindung zur Geschichte deutlich, wo die ‚beflügelte‘ Metaphysik auf den Erkenntnissen über die Welt balanciert und die in Homer verkörperte Dichtung

8 Auch wenn im Deutschen zumeist von der „copernicanischen Wende“ gesprochen wird, werden wir aus Gründen der Analogie die u. a. im Englischen verbreitete Bezeichnung „copernicanische Revolution“ verwenden.

9 Dazu mit Beachtung des intervenierend-transformierenden Aspekts von Forschung etwa Ian Hacking (1983). Versuche in ähnlicher Richtung präsentieren Karim Bschrir (2012) und Oliver Schlaudt (2014). Dort werden Grundprinzipien des Pragmatismus in die heute noch stark analytisch geprägte Diskussion (wieder) eingeführt.

10 Bei Prigogine auf Grundlage der irreversiblen Prozesse und dissipativer Strukturen und bei Jantsch (darauf aufbauend) im Modell der Selbstorganisation.



Abbildung 4 Das Frontispiz von Vicos *Scienza nuova* zeigt die Metaphysik auf einer Sphäre balancierend.

bestrahlt, welche auch die praktischen Dinge im Blick hat. So wird ein Zusammenhang von Transzendenz und Immanenz, von göttlichen und politischen Aspekten veranschaulicht.

Wie Kant in der „Transzendentalen Dialektik“ und den „Antinomien der reinen Vernunft“ darlegt (Kant 1998 A293/B 349, A 406/B 433), stellt der Kosmos, das „All“, eine Vexierfrage der Vernunft dar: Sie kann niemals vollständig erfasst und beantwortet und niemals vollständig abgewiesen werden. Die spekulativen Elemente der heutigen astronomischen und physikalischen Kosmologie scheinen das noch immer zu bestätigen. Bei der an diesem Punkt ansetzenden Kritik wird jedoch oft vorschnell von den realen Grundlagen wissenschaftlicher Erkenntnis abstrahiert und zu einer generellen Kritik der Wissenschaft angesetzt, ohne ihre Denk- und Verfahrensweisen nachzuvollziehen. Selbst Vico, der die Naturphilosophen und Cartesianer seiner Zeit quasi als Szientisten ansah und ihre Ansichten vehement bekämpfte, versucht sich genau besehen an einer *Ergänzung* der (natur-)wissenschaftlichen Perspektive, die einen solch pauschalen Zweifel vermeidet. Das wird nicht nur im Titel seines

Hauptwerkes, der *Scienza nuova*, sondern insbesondere auch im Frontispiz deutlich. Expliziert wird die darin angedeutete Aufgabe bei Alfred North Whitehead, von dem wir den Begriff einer „allgemeinen Kosmologie“ übernehmen, die nicht auf naturwissenschaftlich-disziplinäre Perspektiven beschränkt ist und nach metaphysischen Voraussetzungen und den kulturhistorischen Zusammenhängen fragt. Whitehead stellt in seinem einstmals vielrezipierten Werk *Science and the Modern World* eine Verbindung her zwischen der Entwicklung der Wissenschaften und der modernen Kultur.¹¹ Der Wissenschaft seit der Renaissance, insbesondere aber seit dem 17. Jahrhundert, in dem sich nach allgemeiner Ansicht die ‚wissenschaftliche Revolution‘ vollzog oder zumindest ihren entscheidenden Anfang nahm, spricht er eine zentrale kulturgeschichtliche Rolle zu. Das jedoch wirft zum einen das Problem des Szientismus und zum anderen die Frage der lebensweltlich wirksamen Orientierungsfunktion von Wissenschaft auf. Nach Whitehead haben wissenschaftliche Erklärungsmuster eine Deutungshoheit erlangt und geraten somit in Konflikt mit anderen Denkweisen. Whitehead versucht in den daraus resultierenden Auseinandersetzungen, die noch bis in die sogenannten *science wars* nachwirken, mit Hilfe des Begriffs einer *allgemeinen Kosmologie* zu vermitteln.

I have endeavoured to outline an alternative cosmological doctrine, which shall be wide enough to include what is fundamental both for science and for its critics. (Whitehead 1926, 157)

Unter Kosmologie versteht Whitehead ein Schema jener meist unreflektierten allgemeinsten Ansichten, die der Orientierung und Handlungsanleitung dienen. Eine Aufgabe der philosophischen Reflexion ist die Sichtbarmachung, Explikation und Kritik dieser Schemata und ihrer impliziten Voraussetzungen: „Philosophy, in one of its functions, is the critic of cosmologies“ (ebd., iv).¹² Dabei versucht Whitehead im Grunde etwas, was man philosophisch eine „copernicanische Wende“ nennt, nämlich

- 11 Whitehead charakterisiert sein Werk als „a study of some aspects of Western culture during the past three centuries, in so far as it has been influenced by the development of science“ (Whitehead 1926, 1). Er weist ausdrücklich darauf hin, dass es ihm darum ging, die Herausbildung der Wissenschaft auch aus ihrer Perspektive heraus zu verstehen. „In this alternative scheme, the notion of material, as fundamental, has been replaced by that of organic synthesis. But the approach has always been from the consideration of the actual intricacies of scientific thought, and of the peculiar perplexities which it suggests“ (Whitehead 1926, 157).
- 12 Whitehead schreibt weiter: „It is its function to harmonise, refashion, and justify divergent intuitions as to the nature of things. It has to insist on the scrutiny of the ultimate ideas, and on the retention of the whole of the evidence in shaping our cosmological scheme. Its business is to render explicit, and – so far as may be – efficient, a process which otherwise is unconsciously performed without rational tests“ (Whitehead 1926, iv).

die Deprovinzialisierung eines Erklärungsschemas von lokaler Reichweite.¹³ Somit wird ein Charakteristikum der wissenschaftlichen Methode gegenüber spezielleren Modellen, Resultaten und Institutionen der Wissenschaft hervorgehoben.¹⁴ Das entscheidende Charakteristikum besteht demnach in der Integration der Möglichkeit von Transformation in die Denkweise selbst. Als ein Kriterium der Wissenschaft wäre dann die Unmöglichkeit der Häresie anzusehen, oder genauer, ihre Fähigkeit, die Transformation der eigenen Prämissen in ihre Entwicklung zu integrieren.¹⁵ Nicolas Rescher hat dies auch als „Cognitive Copernicanism“ bezeichnet.¹⁶ Wir wollen diesen methodischen und ‚ideellen‘ Aspekt von Transformation um die intervenierende und ‚materielle‘ Seite ergänzen und so auch die praktische und ökologische Dimension der Transformation im Sinne des Anthropozäns mit einbeziehen.

Statt schlichtweg vom Anthropozän zu sprechen, wollen wir den bei Whitehead angesprochenen reflexiven Aspekt der Problematik betonen, der kosmologische Fragen berührt. So soll die Entstehung einer allgemeineren Ansicht nachgezeichnet werden,

- 13 “[E]ach age has its dominant preoccupation; and, during the three centuries in question, the cosmology derived from science has been asserting itself at the expense of older points of view with their origins elsewhere. Men can be provincial in time, as well as in place. We may ask ourselves whether the scientific mentality of the modern world in the immediate past is not a successful example of such provincial limitation” (Whitehead 1926, 1). Was zunächst wie eine bloße Wissenschaftskritik klingt, entpuppt sich im Weiteren als Versuch der Synthese und der Vermittlung verschiedener „modes of thought“. Yehuda Elkana schlug etwas Ähnliches vor, als er für den Wechsel vom „local universalism“ zum „global contextualism“ plädierte (Elkana 2012).
- 14 Ähnlich weist etwa Ernst Cassirer, der dem Kant und Hegel verpflichteten Marburger Neukantianismus nahestand, darauf hin, dass „die Aufgabe der systematischen Philosophie“ in der Kritik von „Einseitigkeit“ besteht: „Sie hat das *Ganze* der symbolischen Formen, aus deren Anwendung für uns der Begriff einer in sich gegliederten Wirklichkeit entspringt – kraft deren sich für uns Subjekt und Objekt, Ich und Welt scheiden und in bestimmter Gestaltung gegenübertreten –, zu erfassen und jedem Einzelnen in dieser Gesamtheit seine feste Stelle anzuweisen. Denkt man sich diese Aufgabe als gelöst, so wäre damit erst den besonderen Begriffs- und Erkenntnisformen wie den allgemeinen Formen des theoretischen, des ethischen, des ästhetischen und religiösen Weltverständnisses ihr Recht gesichert und ihre Grenze bezeichnet. Jede besondere Form würde sich freilich in dieser Auffassung gegenüber den andern relativieren – aber da diese Relativierung durchaus wechselseitig ist, da keine Einzelform mehr, sondern nur deren systematische Allheit als Ausdruck der ‚Wahrheit‘ und ‚Wirklichkeit‘ zu gelten hätte, so würde die Schranke, die sich damit ergibt, auf der andern Seite als eine durchaus immanente Schranke erscheinen; als eine solche, die sich aufhebt, sobald wir das Einzelne wieder auf das Ganze beziehen und im Zusammenhang des Ganzen betrachten“ (Cassirer 2001, 113–114).
- 15 Ein solcher Begriff von Pluralismus und Einheit der Wissenschaft wird bei Ernst Cassirer entwickelt. Er bringt dabei eine Perspektive ins Spiel, die man als „Metamorphologie“ bezeichnen könnte. Siehe dazu Freyberg (2021).
- 16 Rescher 1984, 86–88. Rescher zieht hier allerdings noch nicht alle Konsequenzen aus der von ihm später betonten Bedeutung einer prozessualen Perspektive. Auch lässt er die Rückwirkung der Erkenntnis auf Kategorien und Prinzipien wissenschaftlicher Forschung insofern außer Acht, als sich der Prozesscharakter der Forschung und die damit verbundenen Unsicherheiten integrieren ließen.

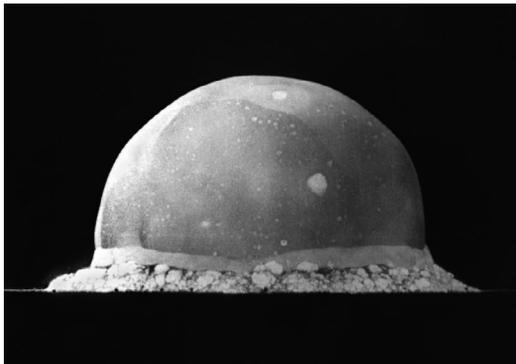


Abbildung 5 Der am Morgen des 16. Juli 1945 durchgeführte Atombombentest (der Trinity Test in New Mexico) markiert den Beginn des Atomzeitalters und für einige Wissenschaftler auch den Anfang des Anthropozäns. Die Fotografie fängt die Explosion der Atombombe 16 Millisekunden nach der Zündung ein. Die sphärische Ausbreitung der Explosion hat eine Höhe von etwa 200 Meter.

die eine Möglichkeit bietet, die verschiedenen Ebenen der Diskussion über die Transformation des Erdsystems miteinander in Beziehung zu setzen. Diese betreffen ökologische und ökonomische Aspekte genauso wie gesellschaftliche und technologische; durch die beschleunigten Entwicklungen des Atomzeitalters wurden sie augenfällig (**Abb. 5**).¹⁷ Zwar wurde die Transformation als ubiquitärer Aspekt wissenschaftlicher Forschung ebenso hervorgehoben wie sie in den Debatten um das Anthropozän und die Rolle der Menschheit thematisiert wurde, jedoch blieben historisch-symbolische, soziologische und ökologische Perspektiven oftmals isoliert voneinander. Zudem droht der reflexive Sinn, den wir im Transformationsbegriff festzuhalten suchen, immer wieder von mythologischen und technokratischen Motiven verdeckt zu werden.¹⁸

Die Einlassungen und Mythisierungen wie auch die allgemeineren Debatten, die der Begriff des Anthropozäns ausgelöst hat, zeigen, dass ‚große Narrative‘ nach wie vor wirksam sind, trotz der allgemeinen Kritik an Geschichtsphilosophie und Kulturgeschichtsschreibung, deren Orientierungsfunktionen und Verallgemeinerungsformen angezweifelt wurden. Mag dies im Einzelnen auch gute Gründe gehabt haben (insbesondere im Falle von Heldengeschichten), so sollte nicht übersehen werden, dass bloße Kritik oder Dekonstruktion noch keine Alternative bietet, die zumindest als Grundlage für die weitere Auseinandersetzung dienen könnte.

Viele Deutungen der historischen Wirkung von Copernicus haben ihn meist entweder *als Akteur* der Wissenschaftsgeschichte oder *als Symbol* der wissenschaftlichen Neuzeit behandelt und versuchten bestenfalls beide Ebenen zu verbinden. Tatsächlich liegt aber oft eine bloße Vermischung vor. Deutlich wird dies in der wissenschaftlichen Terminologie selbst. So wird in der heutigen physikalischen Kosmologie vom „kopernikanischen Prinzip“ gesprochen, das die Relativität der Beobachterposition

17 Zur *Great Acceleration* siehe Steffen (2015).

18 Siehe dazu die kritische Betrachtung der Debatte bei Masco 2004, Schmieder 2014, Omodeo und Parkhowell 2018.

im Weltall ausdrückt und damit die Bevorzugung einer bestimmten Position negiert. Dies wirft verschiedene Fragen auf. Für uns sind hier jedoch nicht so sehr bestimmte Argumente für oder gegen die Formulierung eines solchen Prinzips entscheidend, sondern zunächst einmal seine bloße Benennung, an der eine allgemeinere *Einstellung* zur Kosmologie deutlich wird.

3 Mythopoiesis: Copernicus als Prinzip und Weltbeweger

Seit Copernikus rollt der Mensch aus dem Centrum ins x¹⁹

Die Copernicanische Revolution wurde weit über die Wissenschaftsgeschichte hinaus als Anfang, Kern oder auch als Modell für die Entwicklung verstanden, die man als wissenschaftliche Revolution bezeichnet. Dabei werden verschiedene Narrative und Relativierungen deutlich. Während etwa bei Alexandre Koyré die Astronomie von Copernicus den Ausgangspunkt der neuzeitlichen Wissenschaftsentwicklung überhaupt bildet, wird sie bei Thomas S. Kuhn als Paradigma wissenschaftlicher Umwälzungen verstanden.²⁰

Kuhns *The Copernican Revolution* (1957) beginnt mit einer Überlegung zu „Copernicus and the modern mind“:

The Copernican Revolution was a revolution in ideas, a transformation in man's conception of the universe and of his own relation to it. Again and again this episode in the history of Renaissance thought has been proclaimed an epochal turning point in the intellectual development of Western man. (Kuhn 1957, 1)

Kuhn betrachtet Copernicus jedoch als einen ‚unabsichtlichen‘ Revolutionär, da dieser eher beabsichtigte, die ptolemäische Astronomie zu vollenden als mit ihr zu brechen. Die mathematischen (vor allem geometrischen) Mittel, die er verwendete, stammten

19 Nietzsche (1999, I, 2: 127). Nietzsche formuliert das in einer Auflistung der Merkmale des neuzeitlichen Nihilismus unter Punkt 5: „die nihilistischen Konsequenzen der jetzigen Naturwissenschaft (nebst ihren Versuchen ins Jenseitige zu entschlüpfen). Aus ihrem Betriebe *folgt* endlich eine Selbstersetzung, eine Wendung gegen *sich*, eine Anti-Wissenschaftlichkeit“ (ebd., 126–127). Siehe dazu auch die ähnliche Formulierung in seiner *Genealogie der Moral* (ebd., 5: 404). Zu den für die Neuzeit prägenden Figuren zählt Nietzsche in *Jenseits von Gut und Böse* die „Polen“ Boscovich und Copernicus als „grösste und siegreichste Gegner des Augenscheins“ (ebd., 26). Später wird er sich bekanntlich selbst eine polnische Abstammung zuschreiben.

20 Siehe Koyré 1973, Kuhn 1957, Omodeo 2016, 61–86, Swerdlow 2004.

aus dem Werkzeugkasten des *Almagests*, auch wenn Copernicus einige metaphysisch orientierte Verbesserungen an den geometrischen Modellen unternahm, um das sogenannte ‚astronomische Axiom‘ der Kreisförmigkeit und linearen Gleichförmigkeit der himmlischen Bewegungen zu respektieren.²¹ Die heliozentrische Theorie bot eine kohärentere systematische Modellierung der Planetenbewegung. Diese stand im Einklang mit einer mathematischen Tradition, die in der hellenistischen Wissenschaft wurzelte und in der mittelalterlichen, vor allem der islamischen Astronomie weiterentwickelt worden war (Feldhay und Ragep 2017). Sogar die Struktur des *De revolutionibus* ist jener des *Almagests* nachgebildet. Kuhn bezeichnete deshalb Copernicus als „radikal“ und „konservativ“ und sein Meisterwerk eher als „revolution-making“ denn als „revolutionary“ (Kuhn 1957, 148 und 135).

Die Diskussion um Legitimität und Inhalt teilen all diese Revolutionsbegriffe. Immer wieder wurde gefragt: Was war hier das eigentlich Revolutionäre? War es ein einmaliger Vorgang? War die heliozentrische Planetentheorie das Ergebnis eines langen Prozesses und was bestimmte die Dynamiken der Astronomiegeschichte? Dabei wurde eine Deutungsspanne vertreten, die von der Begründung der Moderne bis zur völligen Dekonstruktion und Negation des Revolutionsnarrativs reicht.²² Man könnte heute bei der Lektüre der einschlägigen Literatur fast den Eindruck gewinnen, als hätte es die copernicanische Wende und die „wissenschaftliche Revolution“ gar nicht gegeben.²³ Das resultiert aus einer übertriebenen revisionistischen Kritik an den deterministischen oder szientistischen Versionen der Narrative – oft verbunden mit der Kritik an der Wissenschaft überhaupt, wie auch an einem allgemeinen Euro- und Anthropozentrismus.²⁴ Der Kritik lag oft die postmoderne Annahme einer *Posthistoire* zugrunde. Dabei zielte sie auf die Verabschiedung der ‚großen Narration‘ vom allgemeinen Fortschritt.²⁵

Doch abgesehen von der Kritik an den Arten der Instrumentalisierung muss doch gefragt werden, worin die historische Grundlage der Narrative besteht – selbst wenn diese Frage uns zu ‚bloßen Mythen‘ oder zu einer ‚Ideologie‘ zurückführen würde.

21 Zum ‚astronomischen Axiom‘ siehe Swerdlow und Neugebauer 1984, 290, sowie Savoie 1997, 45–50. Um nicht gegen das Axiom zu verstoßen, führte Copernicus einen sehr umstrittenen geometrischen Mechanismus ein, der dazu geeignet war, lineare Verschiebungen auf kreisförmige zu reduzieren. Viele wissenschaftliche Kontroversen betreffen die mögliche Ableitung dieses Mechanismus von der islamischen Astronomie.

22 Über die epistemologischen Kriterien und Wahrheitsansprüche von Copernicus’ *De revolutionibus* wurde ebenfalls viel gestritten. Siehe dazu und zur Einordnung des relativierenden Vorworts von Osiander auch H. G. Zekls Anmerkungen in der gekürzten lateinisch-deutschen Ausgabe (Copernicus 2006).

23 In Bezug auf den Begriff der wissenschaftlichen Revolution siehe etwa Shapin 1996, 1: „There was no such thing as the Scientific Revolution, and this is a book about it.“ Siehe auch Cohen 1994.

24 Siehe auch Blättler 2019.

25 Siehe dazu Niethammer 1989.

So wie Vico nach dem „wahren Homer“ hinter dem Mythos fragte,²⁶ wollen wir also nach der Mythopoiesis der frühneuzeitlichen Copernicusfigur im Zusammenhang mit der Wissenschaftsgeschichte fragen. Dabei ist auch die Antwort des Philosophen der dichterischen Weisheit (*sapientia poetica*) interessant, denn für Vico ist letztlich der konkrete historische (kollektive) Prozess der Mythopoiesis wichtiger als die Frage nach dem einzelnen Ereignis oder dem vermeintlichen Helden („Homer“).²⁷ Dementsprechend könnte nun versucht werden, den ‚kollektiven Copernicus‘ in den kulturellen Bestrebungen, wissenschaftlichen Mentalitäten (oder Denkstilen) und Imaginationen der Moderne aufzuspüren sowie seinen Aufstieg zum Symbol für Wissenschaftlichkeit nachzuvollziehen (**Abb. 6**). Dabei würde auch der Eingang des Copernicus-Mythos in die Wissenschaftsgeschichte und -philosophie des letzten Jahrhunderts deutlich.

Der Spannungsgehalt der *Figur* des Copernicus entsteht, wie angedeutet, aus der Verbindung verschiedener Ebenen, hier der astronomischen Leistung mit der weiteren kulturellen Wirkung, insbesondere aufgrund ihrer religiösen und kosmologischen Implikationen.²⁸ Die exzentrische, zentrifugale Bewegung im Sinne Nietzsches bedeutet die völlige Loslösung des Menschen von irgendeinem natürlichen Bezugssystem. Bewegung und Figur weisen nicht nur auf das ambivalente Verhältnis von Moderne und Nihilismus hin, sondern auch auf die Bewegung der Freiheit und der Eröffnung scheinbar unendlicher Möglichkeiten. In dieser Hinsicht verbindet Nietzsche die Deutungen von Pascal und Bruno miteinander.²⁹ Die Bewegung der Erde um die Sonne impliziert demnach eine *Deanthropomorphisierung* und zugleich eine *Entsubjektivierung* der Kosmologie, sie entfernt den Menschen aus und vom Weltmittelpunkt und begründet damit Pascals Furcht vor dem Unendlichen. Gleichzeitig ermöglicht sie Brunos kosmische Synthese, und zwar der Astronomie von Copernicus, eines unbegrenzten Universums und einer säkularisierten Version der *coincidentia oppositorum*,

26 Vico 2009, 3. Buch: „Von der Entdeckung des wahren Homer.“

27 Vico 2009, 444. Siehe auch König 2010. Es sollte deutlich sein, dass damit auch der Versuch von Kurt Hübner (1984), eine Erklärung des wissenschaftlichen Zeitalters zu geben, vom Kopf auf die Füße gestellt wird. Eine mögliche Antwort muss vom Mythos *ausgehen*, mit ihm rechnen, und nicht einfach in ihn münden.

28 Zum Komplex von Figur und Rezeption siehe Neuber, Rahn, und Zittel (2014).

29 Pascal 2015, n. 72, *Disproportion de l'homme*: „Qui se considérera de la sorte s'effraiera de soi-même, et, se considérant soutenu dans la masse que la nature lui a donnée, entre ces deux abîmes de l'infini et du néant, il tremblera dans la vue de ces merveilles; et je crois que sa curiosité se changeant en admiration il sera plus disposé à les contempler en silence qu'à les rechercher avec présomption. Car enfin qu'est-ce que l'homme dans la nature? Un néant à l'égard de l'infini, un tout à l'égard du néant, un milieu entre rien et tout.“ Den Bezug von Nietzsche auf die „Copernicanische Wende“ von Kant und die in dieser Perspektive sichtbar werdenden Gemeinsamkeiten hat insbesondere Kaulbach (1973 a, 1973b, 1987) herausgearbeitet.



Abbildung 6 Zum 500. Geburtstag von Copernicus im Jahr 1973 wurden in fast allen Ländern der Welt Sonderbriefmarken veröffentlicht. Philatelistisch gesehen ist das copernicanische Geschichtszeichen also ganz offensichtlich. Auf dieser Marke wird Copernicus mit den Venusmissionen der SU (Venera) und der USA (Mariner) in Zusammenhang gebracht.

die bei Nikolaus von Kues eine Brücke zwischen Kosmologie und Theologie darstellte: Jedes Individuum ist in der Unendlichkeit gleichzeitig Zentrum und Peripherie.³⁰

Die neue kosmologische Sicht erhob insofern realistische Ansprüche, als die heliozentrische Lehre eine Darstellung der objektiven Struktur des Kosmos sein wollte und Copernicus' mathematische Erklärung der Himmelsphänomenologie ihre *Wahrheit* enthüllte. Über diese epistemologischen Punkte – vor allem die Wahrheitsansprüche einer mathematischen Theorie und die realistische Deutung der heliozentrischen und geokinetischen These – wurde bereits heftig in der frühen Rezeption von Copernicus' Hauptwerk diskutiert. Sie standen im Gegensatz zu theologisch ausgerichteten mathematisch-hypothetischen Lektüren der neuen Astronomie. Dabei vertrat am Anfang des 16. Jahrhunderts Copernicus als *realistischer Heliozentrist* die radikalste Position, bis etwa hundert Jahre später Giordano Bruno, Johannes Kepler und Galileo Galilei die physikalischen Folgerungen aus seiner astronomischen Reform zogen.³¹ Die meisten der direkten Nachfolger, insbesondere die Mathematiker der sogenannten Wittenberger Schule Melanchthons (zum Beispiel Erasmus Reinhold als Autor der ersten copernicanischen astronomischen Tafel) schrieben mathematischen Modellen einen nur hypothetischen Charakter zu. Bekanntlich hat auch der Theologe Andreas Osiander im anonymen Vorwort zur ersten Ausgabe von *De revolutionibus* (Copernicus 1543) solch eine relativierende Lektüre suggeriert.³² Die Anhänger Melanchthons folgten als Vertreter des aristotelischen Realismus dem Programm einer geozentrischen

30 Blumenberg 1973–1976, Teil 4, „Aspekte der Epochenschwelle: Cusaner und Nolaner“. Siehe auch Omodeo 2011.

31 Diese Konsequenzen betrafen vor allem die Himmelsphysik (Kepler), die irdische Physik (Galilei) sowie die Grenzen des Universums (unendlich laut Bruno) und die Möglichkeit der Vielfalt der Welten (als Folgerung des Prinzips kosmologischer Gleichmäßigkeit bei Bruno sowie bei Descartes). Siehe auch Knobloch 2004.

32 Durch das Vorwort von Osiander kann Copernicus' Werk in eine relativistische bzw. phänomenalistische Richtung interpretiert werden. Zur anti-phänomenalistischen (und anti-Popper'schen) Deutung des Zusammenhangs von Copernicus und Marx siehe Noack 1981.



Abbildung 7 Copernicus als Weltbeweger auf einer polnischen Gedenkbriefmarke.

Übersetzung des copernicanischen Planetenmodells, das zu den geoheliozentrischen Systemen des Nicolaus Raimarus Ursus und Tycho Brahe führte.³³ Diese Deutung wurde für einige Zeit als eine mögliche (und sogar notwendige) physikalische Alternative zum Heliozentrismus angesehen.

Die realistischen Implikationen von Copernicus' Vorschlag sind in der kollektiven Imagination in mythischer Form als Personifikation der Kausalbeziehung dargestellt. Laut einem bekannten polnischen Sprichwort war Copernicus derjenige, „der die Sonne anhielt und die Erde in Bewegung setzte“ („Wstrzymał słońce, ruszył ziemię“, siehe auch **Abb. 7**). Der Volksmund scheint damit dessen Bedeutung prägnant zusammenzufassen (quasi als Pendant zu Descartes' „Cogito ergo sum“ oder Heraklits „Panta rhei“).

Das Sprichwort entstammt jedoch nicht dem Volksmund, sondern ist das berühmte Zitat eines recht unbekannt gebliebenen Literaten aus der Zeit um 1800, Jan Nepomucen Kamiński (1777–1855).³⁴ Nach dem Verschwinden des polnischen Staates sind seine copernicanischen Verse zeitgemäß patriotisch gefärbt und zielen darauf, Copernicus für die nationalen Bestrebungen einzuspannen:

*Polskie go wydało plemię,
Wstrzymał słońce, ruszył ziemię.*³⁵

Dieser Copernicus und die anachronistischen Streitigkeiten um seine nationale Zugehörigkeit sind allerdings ein ideologisches Kapitel seiner späteren Symbolgeschichte, aufbauend auf der bereits bestehenden Figur des bahnbrechenden Verfechters eines neuen Weltbildes und moderner Wissenschaftlichkeit.

33 Blumenberg 1975, Omodeo 2014, Westman 1975; Barker und Goldstein 1998.

34 Siehe dazu Miłkajewski und Szaj 2018. Der Titel ihres Textes zitiert das Motto des Copernicusdenkmals in Toruń: „Terrae motor, Solis caelique stator.“

35 „Aus dem polnischen Stamm ist er hervorgegangen, / er hielt die Sonne an, er setzte die Erde in Bewegung.“ Die Verse werden oft auch in umgekehrter Reihenfolge zitiert und sind heute jedem polnischen Schulkind bekannt.

In diesem wissenschaftshistorischen Sinne lassen sich die Lesarten des Copernicus durchaus mit denen der biblischen Präfiguration (*figura*) in Verbindung bringen.³⁶ In der Figur verdichtet sich dabei sinnbildlich, was später in planetarisch-transformierender Weise im Laufe der wissenschaftlichen und industriellen Revolution(en) umgesetzt wird: die Dynamik der „evolutiven Moderne“.³⁷

Die oben genannten Verse machen den Verkünder des heliozentrischen Modells in metaphysischer Hinsicht zum Pendant des unbewegten Bewegers der aristotelischen *Metaphysik* (Buch XII).³⁸ Sowohl bei seinen Verteidigern wie auch bei seinen Kritikern tritt dieser Copernicus an die Stelle des aristotelischen Weltbewegers (*primum movens*). Die wissenschaftliche Entdeckung wird quasi zur Ursache (*prima causa*) der Erdbewegung, deren Beginn damit auf einen bestimmten Zeitpunkt datiert werden kann.³⁹ Copernicus verwirklichte demnach das archimedische Diktum: „Gib mir einen festen Punkt und ich bewege die Erde.“⁴⁰

Die Interpretation der copernicanischen Entdeckung als *Ursache* der Erdbewegung ist ein frühneuzeitlicher Topos, der in vielen, insbesondere poetisch-literarischen Quellen zu finden ist. Die planetarische Theorie des Copernicus wurde im Mythos als Übernahme von Apollos Wagen durch die Erde versinnbildlicht. Der dänische Astronom Tycho Brahe (**Abb. 8**) nahm diesen Topos in ein Gedicht auf, das er einem Selbstporträt des Copernicus hinzufügte, welches zusammen mit den Bildern von Hipparch, Ptolemäus, al-Battani und Wilhelm IV. von Hessen-Kassel in seinem Schloss-Observatorium Uraniborg gehangen haben soll. Das Gedicht beginnt wie folgt (in Übersetzung):

*Durch den hohen Himmel lieſt er die Erde,
von Diana [d. h. vom Mond] begleitet, eilen,
auf dass Phoebus [d. h. Apollo] nicht länger seine Rosse dort treibe.*

36 Zum Begriff der *figura* siehe den bekannten Aufsatz von Erich Auerbach, dessen Ansatz prominent u. a. bei Stephen Greenblatt und Hayden White (*figurative realism*) weiterverfolgt wurde. Siehe Auerbach 1939 und 1946.

37 Zum Begriff der „evolutiven Moderne“ und dem Zusammenhang von symbolischen und sozio-ökonomischen Ebenen siehe Kittsteiner 2003, 91–117. Während Kittsteiner mit seinem Modell der „Stufen der Moderne“ entscheidende Charakterzüge erfasst, bleibt sein Versuch der Periodisierung doppeldeutig. Das räumt er selbst ein, wenn er die Bedeutung der kapitalistischen Entwicklung betont. Die „Stufen“ sind also nicht so sehr als sukzessive Schritte, sondern vielmehr als polychrone Intensitäten zu lesen. Sie werden als mehr oder weniger latente Momente verstanden, dem Bild der Schichtung verpflichtet. Siehe dazu Freyberg 2021.

38 Siehe Grant 1994 und zur arabischen Wurzel der lateinischen ‚Himmels(meta)physik‘ des Mittelalters, Davidson 1992.

39 In diesem Fall 1543, dem Jahr der Veröffentlichung von *De revolutionibus orbium coelestium*, aber möglicherweise auch viel früher, vor 1514, als Copernicus anfang, seinen Entwurf eines neuen Planetensystems mit der Sonne im Zentrum und den Sternen in der Peripherie bekannt zu machen.

40 Dijksterhuis, 1956, 362. Siehe Archimedis 1558, f. 49R.

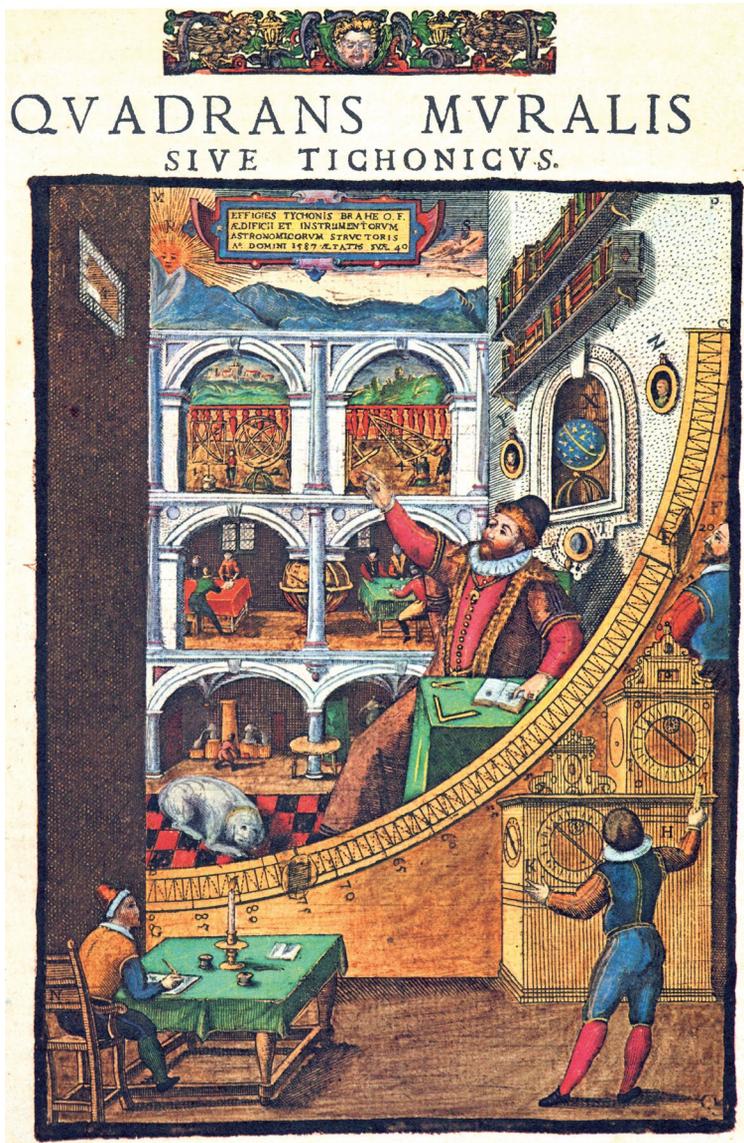


Abbildung 8 Tycho Brahe und sein Observatorium Uraniborg mit großem Mauerquadranten. Die Abbildung verdeutlicht die quasi-feudale Hierarchie in der Organisation frühneuzeitlicher wissenschaftlicher Arbeit. So hängen anstelle der wissenschaftlichen Vorbilder die Porträts des Königs und der Königin von Dänemark (y und z) an der Wand. Auch die oft namenlosen Helfer (*invisible technicians*) sind dargestellt.

*In der Mitte der Welt ruht er nun dort auf dem Thron,
dem königlichen, und soll befehlen dem Olymp [dem Himmel], wie er gehen soll.*⁴¹

Das Wagenmotiv und die Geschichte vom Fall Phaetons, der den Wagen seines Vaters Apollo lenken wollte (**Abb. 9**), wurden oft miteinander verbunden, um die eschatologischen und moralischen Konsequenzen wissenschaftlicher Hybris aufzuzeigen. Diese Verbindung erweist sich in der Folgezeit als eine Grundlage des wissenschafts- und kulturkritischen Verfallsnarrativs, das bis in die heutige Zeit wirksam ist. Aus ihm spricht, wie bei Pascal, die Angst vor dem Grenzenlosen, aber auch vor der mit Wissen zusammenhängenden Verantwortung.⁴² Im Übrigen werden durch die Verbindung auch die gemeinsamen Aspekte der Figuren von Prometheus und Faust betont.

Der flämische Astronom, Astrologe und Arzt Cornelis Gemma, Sohn des Gemma Frisius und selbst ein Vertreter des ‚realistischen Copernicanismus‘ (Omodeo 2014, 35 f.), verwendete den Mythos sogar, um die Hybris der sich zu Apollos Amt aufschwingenden Erde poetisch darzustellen. In dem Gedicht *Alma Dei, mundo cum mens infusa caleret*, das zuerst in einigen *Ephemeriden* (1563) und dann in *De arte cyclognomica* (1569) veröffentlicht wurde (**Abb. 10**), behandelt Cornelius Gemma die epistemische Verschiebung als eine ontologische Veränderung (Hallyn 2008, 27).

Bei Cornelis Gemma wird deutlich, dass die rationalen und realistischen Aspekte des copernicanischen Weltsystems zusammen mit skeptischen und kritischen Motiven verteidigt wurden. Die chiliastischen Konnotationen des Fortschritts als *advancement of science* finden sich auch im Werk von Francis Bacon. Sie werden beispielsweise auf dem Frontispiz (*Instauratio magna*) seines *Novum Organum* von 1620 dargestellt (**Abb. 11**). Das Bild eines Schiffs in Gefilden jenseits der Säulen des Herkules verdeutlicht zudem die Dialektik der Exploration als kolonial-imperiale Expansion und wissenschaftlicher Fortschritt.⁴³ Die providentielle Bedeutung dieses politisch-wissenschaftlichen Unternehmens wird von Bacon durch ein an Daniel 12:4 angelehntes Zitat illustriert: „multi pertransibunt et augebitur scientia“ (Bacon 1620, Frontispiz, etwa: „viele werden hindurchfahren und das Wissen erweitern“). Die Überschreitung der Grenzen, die noch Dante als Sünde eines überneugierigen Ulysses galt (*Inferno*, Canto XXVI), bedeutet für Bacon die Erneuerung der Wissenschaften und die Rettung

41 „Epistolarum astronomicarum liber primus“ (Brahe 1972, 6: 270): „Aethere sublimi Terram comitante Diana/ Currere, ne Phoebus postmodo pellat Equos;/ Ipse sed in Mundi medio, solioque quiescens/ Regali; hinc iubeat quo modo Olympus eat.“ Übersetzung entnommen aus Kühne und Kirschner 2004.

42 Dies kann mit Friedrich Engels (1976, 571) auch als „die Angst der Menschheit vor sich selber“ bezeichnet werden.

43 Siehe dazu auch den Abschnitt ‚Terra incognita und ‚unvollendetes Universum‘ als Metaphern neuzeitlichen Weltverhaltens“ in Blumenberg 1960, 59–68.



Abbildung 9 *Der Sturz des Phaeton.* Zeichnung von Michelangelo aus dem Jahr 1533.



Abbildung 10 Seite aus Cornelis Gemmas Hauptwerk *De arte cyclognomica* (1569) mit copernicanischen Versen und heliozentrischem Modell. Dieses ist hier, wie in der Frühen Neuzeit meist üblich, mit der astrologischen Symbolik verschmolzen.



Abbildung 11 Frontispiz von Francis Bacons *Novum organum scientiarum* (1620).



Abbildung 12 Ein Kupferstich von Frans Huys nach Pieter Bruegel dem Älteren aus der Mitte des 16. Jahrhunderts, der den Fall des Ikarus mit der Ausfahrt eines Kriegsschiffes verbindet.

eines ursprünglichen Wissens, das demjenigen Adams im Garten Eden entspricht.⁴⁴ Gleichzeitig sollte die Art des von Bacon entworfenen Konzepts empirisch-praktischen Wissens zur Ermächtigung der Menschheit, ihrer Naturbeherrschung, beitragen – eine utopische Vision einer technologischen Zivilisation, die er in sein Werk *New Atlantis* (1626) einfließen ließ.

In all diesen Kontexten, von der Entdeckung der neuen Welt bis zur Erforschung des neuen Himmels (**Abb. 12**), wurden in der frühneuzeitlichen Literatur immer wieder die apokalyptischen Verse der Offenbarung des Johannes zitiert:

Und ich sah einen neuen Himmel und eine neue Erde. Denn der erste Himmel und die erste Erde verging, und das Meer ist nicht mehr. Und ich sah die heilige Stadt, das neue Jerusalem, von Gott aus dem Himmel herabfahren, zubereitet als eine geschmückte Braut für ihren Mann.⁴⁵

⁴⁴ Granada 2011, x–xiv. Siehe auch Granada 1982.

⁴⁵ *Apokalypse* 21: 1–2. Siehe Granada und Edouard Mehl 2009.



Abbildung 13 *Der Sturz des Phaeton*. Marmorfigur von Dominique Lefevre, um 1710.

Die phaetonische Umkehrung der althergebrachten Beziehung zwischen Erde und Sonne hatte großes Unglück angekündigt, eingetreten war es durch die Verbreitung von Copernicus' Astronomie. Der Heliozentrismus wurde also mit der Umkehrung der moralischen Ordnung in der menschlichen Gesellschaft assoziiert, die nach Bestrafung und einem möglichen apokalyptischen Ende verlangte.⁴⁶

Der Sturz von Phaeton, dem unfähigen Fuhrmann, der den Wagen der Sonne in seinen eigenen Ruin lenkte (**Abb. 13**), sollte die Erde vor ihrer copernicanischen Hybris warnen:

Nun, oh Phoebus [Apollo], glaubt die Erde, dass dein Himmel ihr gehört,
 Und wagt deine Wagen und Pferde zu übernehmen.
 Sie begehrt, wovor sie einst zurückscheute, Phaetons Zügel.
 So wird sie bald eine angemessene Strafe erhalten.⁴⁷

Der Zusammenhang zwischen epistemischer Verschiebung und kosmischer Transformation wurde im frühen 19. Jahrhundert literarisch von Giacomo Leopardi in einem der Dialoge seiner *Operette morali* aufgegriffen. In *Il Copernico: Dialogo* wird die komplexe Copernicus-Rezeption und seine symbolische Deutung als wissenschaftlicher Häretiker aus einer nachaufklärerischen Perspektive betrachtet. Ein besorgter Copernicus wird nachts, während er die Sterne beobachtet, von einem himmlischen Boten besucht und dazu aufgefordert, die Welt davor zu warnen, dass sich die Sonne

46 Cornelius Gemmas Verse waren weit verbreitet, sie wurden von Adrianus Van Roomen in *Ouranographia sive caeli descriptio* (Antwerpen, 1591) zitiert und von Guy Le Fèvre de la Boderie in *Diverses meslanges poétiques* (Paris, 1582) ins Französische übersetzt.

47 Gemma 1559, S. xxx: „Nunc tellus o Phoebe tuo se credere caelo, / Et currus et equos ausa subire tuos: / Audet, quas verita est quondam, Phaetontis habenas / Supplicium casu mox habitura pari.“ Übersetzung durch die Vf.; siehe auch Omodeo 2012.

ab dem nächsten Tag nicht mehr bewegen werde und es daher an der Erde liege, für den Tag, die Nacht und die Jahreszeiten zu sorgen. Bei Leopardi wird retrospektiv betont, dass die Erneuerung der Astronomie keine „so einfach materielle“ Angelegenheit (*così semplicemente materiale*) sei. Ihre Auswirkungen werden nicht nur die Physik betreffen, sondern auch in der Metaphysik, ja in allem, was den spekulativen Teil des Wissens ausmacht, große Umwälzungen bewirken (Leopardi 1918, 261).

Zudem wird in Leopardis Dialog das Prinzip der universellen Homogenität der Natur, das erst Ende des 16. Jahrhunderts auf der Grundlage der Debatte über das *Systema Mundi* expliziert wurde und heute als copernicanisches Prinzip in der Kosmologie bekannt ist, behandelt. Ähnliche Motive wurden schon in Copernicus' Zeit mit der Frage nach der Pluralität der Welten verbunden (Christie 2019). Eigentlich wurden erst durch Galileis *Sidereus Nuncius* von 1610 die Trabanten eines anderen Planeten des Sonnensystems bekannt. Bruno hatte zwar spekulativ die Existenz von Exoplaneten angenommen, erst am Ende des zwanzigsten Jahrhunderts konnten sie aber tatsächlich beobachtet werden. Und im Zusammenhang mit Bruno steht auch die Besorgnis der Copernicus-Figur von Leopardi, die nicht „wie der Phönix“ verbrannt werden möchte (Leopardi 1918, 264). Auch hier wird Copernicus also zum Stellvertreter für die Kosmologie seiner Nachfolger, zum Repräsentanten der kosmologischen Häresie der Moderne.

Kritiken theologischer und exegetischer Art begleiteten die Copernicus-Rezeption während der gesamten Frühen Neuzeit und darüber hinaus. Der Copernicaner Bruno (siehe **Abb. 14**) wurde am 17. Februar 1600 auf der *Piazza Campo de' Fiori* als Ketzer bei lebendigem Leib verbrannt. Für die Romantik wurde er damit zum Märtyrer der neuen Kosmologie.

Der bereits siebzigjährige Copernicaner Galilei musste am 22. Juni 1633 die Demütigung über sich ergehen lassen, der Lehre der Erdbewegung und der Zentralstellung der Sonne vor den Inquisitoren abzuschwören. Die Sorge von Leopardis Copernicus nimmt diese Ereignisse gleichsam vorweg.

Die Gigantomachie der „Massimi sistemi“⁴⁸ zwischen Galilei und Ptolemäus wird durch die stilisierte Darstellung der beiden unterstützt, die als Kosmologen – oder als Naturphilosophen – als Befürworter unvereinbarer Visionen von Welt, Heliocentrismus und Geozentrismus angesehen werden (**Abb. 15**). In diesem Rahmen verschwindet jedoch der mathematische Charakter ihrer Werke, ihre astronomischen Studien werden durch das allgegenwärtige und allgemeinere kosmologische Thema verdeckt, das im Lichte der Biographien von Bruno und Galilei betrachtet wird. Die kulturhistorische *Entwicklung* der Kosmologie wird dabei auf feste *Positionen* reduziert. Vergangenheit und Gegenwart werden einander anachronistisch gegenübergestellt.

48 Nach Galileis Ausdruck im bekannten Dialog über die beiden hauptsächlichen Weltsysteme von 1632.



Abbildung 14 *Der kosmische Bruno* von Alexander Polzin (2000); aufgestellt an einem Nicht-Ort in Berlin.



Abbildung 15 Der dem Werk *Almagestum novum* (1651) des Jesuiten Giovanni Battista Riccioli entnommene Stich zeigt, dass die kosmologische Wirkung des heliozentrischen Weltbildes auch von ihren Gegnern nicht ignoriert werden konnte. Das copernicanische (heliozentrische) und das tychonische (geoheliozentrische) Weltsystem werden von Astronomia (rechts) gewogen; das ptolemäische System (unten rechts) liegt am Boden. Das mythische Ungeheuer Argos mit Augen am ganzen Körper (links) vertritt die von Galilei initiierte teleskopische Astronomie. Die theologische Fundierung der Kosmologie wird durch den biblischen Verweis auf Gottes Schöpfung durch *numerus, mensura und ponderus* (Zahl, Maß und Gewicht) verdeutlicht (oben im Zentrum).

Man ist heute geneigt, die copernicanische Wende der Astronomie nicht mehr als einmaliges revolutionäres Ereignis im Stile des Angriffs auf die Bastille anzusehen, sondern eher als die Geschichte eines diskursiven Austauschs und der langsamen Verbreitung von Ideen, ihrer erneuten Ausarbeitung und Vertiefung unter Betonung der Kontinuität zu früheren Ansichten.⁴⁹ Während der Aufklärung, dem *siècle des Lumières*, herrschte dagegen das Bild eines ketzerischen und revolutionären Copernicus vor, das die Aufklärer aufnahmen, vertieften und weitervermittelten. Dieses fast mythische Narrativ ist selber Teil der Forderung nach säkularem Wissen und dem entmystifizierenden Potential wissenschaftlicher Wahrheit, die gegen die verschiedenen Obskurantismen gerichtet wird, welche man im Aberglauben, aber auch in Scholastik, Religion und Gesellschaft des Mittelalters verkörpert sah. Eine der prägnantesten Verdichtungen dieses desillusionierenden Vorgangs und seiner ethischen Implikationen findet sich in den naturwissenschaftlichen Studien von Goethe.

49 So auch bei Blumenberg 1965.

Doch unter allen Entdeckungen und Überzeugungen möchte nichts eine größere Wirkung auf den menschlichen Geist hervorgebracht haben, als die Lehre des Kopernikus. Kaum war die Welt als rund anerkannt und in sich selbst abgeschlossen, so sollte sie auf das ungeheure Vorrecht Verzicht thun, der Mittelpunkt des Weltalls zu sein. Vielleicht ist noch nie eine größere Forderung an die Menschheit geschehen: denn was ging nicht alles durch diese Anerkennung in Dunst und Rauch auf: ein zweites Paradies, eine Welt der Unschuld, Dichtkunst und Frömmigkeit, das Zeugniß der Sinne, die Überzeugung eines poetisch-religiösen Glaubens; kein Wunder, daß man dieß alles nicht wollte fahren lassen, daß man sich auf alle Weise einer solchen Lehre entgensetzte, die denjenigen, der sie annahm, zu einer bisher unbekanntem, ja ungeahneten Denkfreiheit und Großheit der Gesinnungen berechtigte und aufforderte. (Goethe 1893, 213)

Der Widerstand, der den copernicanischen Lehren entgegengebracht wurde, scheint hier nur noch durch kontextuelle Begrenzung legitimiert und wird den Freiheiten und Möglichkeiten der neuen Ideen entgegengesetzt. Die neuen Ansichten konnten nicht von jedem übernommen werden, sie sind in verschiedenen Hinsichten verpflichtend, herausfordernd und explorativ.

Insofern der Augenschein überwunden wird, präsentieren sie einen zwingenden, d. h. empirischen anti-phänomenalistischen Realismus (siehe auch Noack 1981). Der ihnen entgegengebrachte Widerstand bezeugt selbst, als Reaktion, die Wirksamkeit des neuen Bildes, ist also Anzeichen einer „passiven Revolution“ (Abb. 15), in der sogar die Gegner sich auf den Standpunkt der neuen Perspektive einlassen müssen. So wird deutlich, dass es bei dem Streit um die Übernahme nicht nur um die verschiedenen Denkweisen und Ansprüche kultureller Felder geht. Die wissenschaftlichen Ideen treffen auf eine Welt, die in Bewegung geraten und in Transformation begriffen ist, so dass die eigentliche Spannung erst auf der Ebene der politischen Implikationen epistemologischer Fragen entsteht.

4 Das kosmologische Geschichtszeichen

In der Einleitung seiner *Dialektik der Natur* stellt Friedrich Engels die Figur des revolutionären Copernicus prägnant dar. Dies verweist auf einen weiteren entscheidenden Aspekt: Hier werden religiöse, philosophische und wissenschaftliche Reformer als Wegbereiter, wenn nicht Anstifter gesellschaftlicher Umwälzungen präsentiert:

Der revolutionäre Akt, wodurch die Naturforschung ihre Unabhängigkeit erklärte und die Bullenverbrennung Luthers gleichsam wiederholte, war

die Herausgabe des unsterblichen Werks, womit Copernicus, schüchtern zwar und sozusagen erst auf dem Totenbett, der kirchlichen Autorität in natürlichen Dingen den Fehdehandschuh hinwarf. Von da an datiert die Emanzipation der Naturforschung von der Theologie, wenn auch die Auseinandersetzung der einzelnen gegenseitigen Ansprüche sich bis in unsre Tage hingeschleppt und sich in manchen Köpfen noch lange nicht vollzogen hat. Aber von da an ging auch die Entwicklung der Wissenschaften mit Riesenschritten vor sich und gewann an Kraft, man kann wohl sagen im quadratischen Verhältnis der (zeitlichen) Entfernung von ihrem Ausgangspunkt. Es war, als sollte der Welt bewiesen werden, daß von jetzt an für das höchste Produkt der organischen Materie, den menschlichen Geist, das umgekehrte Bewegungsgesetz gelte wie für den anorganischen Stoff.
(Engels 1962, 313)⁵⁰

Bekanntlich hatte bereits Kant seine berühmte Metapher für die von ihm anvisierte Wende in der Metaphysik auf Copernicus gegründet, wobei ihn auch dessen Bild in der Aufklärung beeinflusste. In der Vorrede zur zweiten Auflage der *Kritik der reinen Vernunft* verdeutlicht Kant seinen Perspektivwechsel wie folgt:

Es ist hiermit ebenso, als mit den ersten Gedanken des *Copernicus* bewandt, der, nachdem es mit der Erklärung der Himmelsbewegungen nicht gut fort wollte, wenn er annahm, das ganze Sternenheer drehe sich um den Zuschauer, versuchte, ob es nicht besser gelingen möchte, wenn er den Zuschauer sich drehen, und dagegen die Sterne in Ruhe ließ. In der Metaphysik kann man nun, was die *Anschauung* der Gegenstände betrifft, es auf ähnliche Weise versuchen. (Kant 1998, 21)

Ob Kant sich dabei nur analogisch auf Copernicus bezog oder ein direkteres, weniger metaphorisches Interesse für die astronomische Theorie der Erdbewegung und Sonnenzentralität hatte, ist hier nicht von Belang.⁵¹ Jedoch ist es durchaus relevant, auch über das erkenntnistheoretische Argument von Kant hinaus zu blicken.

Die Copernicanische Revolution als kosmologischer Aspekt der wissenschaftlichen Revolution wurde durch die Aufklärung und dann insbesondere von Kant in einen epochalen Status erhoben. Als Kant seine eigene ‚copernicanische Wende‘ vollzog

50 Vergleiche dagegen Whitehead (1926), der die Reformation für zweitrangig erachtete.

51 Die genaue Bedeutung seines Vergleichs zwischen kosmologischem Anti-Anthropozentrismus und epistemologischen Subjektzentrismus wird diskutiert in Schulting 2009. Schönecker, Schulting und Strobach (2011, 502) halten fest, dass Kants „Kopernikus (beziehungsweise die Erdrotationshypothese) für die anschauungsbedingte Zuschauerabhängigkeit beobachtbarer Phänomene“ stehe.

und diese proklamierte, erläuterte er nicht nur die Bedeutung seines Ansatzes, sondern stellte ihn auch in die entsprechende Kontinuität. Die „Revolution der Denkungsart“ bezieht sich demnach nicht auf das Denken überhaupt, sondern auf die Frage nach der möglichen Wissenschaftlichkeit der Metaphysik (als einer ‚transzendentalen‘ Neubegründung des wissenschaftlichen Weltbildes). In diesem Sinne vollzog Kant nur die *Bewegung* der wissenschaftlichen „Denkungsart“ nach. Es ist damit genau diese Art des Nachvollzugs der Entwicklung und der „rekonstruktiven Synthesis“ bezeichnet, die sich Hegel nachfolgend insbesondere im frühen Pragmatismus sowie im Marburger Neukantianismus wiederfindet und bei Ernst Cassirer in der Formel vom Übergang vom *Substanzbegriff zum Funktionsbegriff* kulminiert (Cassirer 2000).⁵² Diese relationslogische Sichtweise, die Formen und Stufen des Symbolischen als Denkweisen und Wahrnehmungssynthesen herausarbeiten will, um eine pluralistische Konzeption zu entwickeln, und die Bewegung der Entwicklung von Wissen unter Betonung der neuen experimentellen Methode nachvollzieht (siehe zum Beispiel Dewey 1929 und Lewin 1931), konnte sich aber auch innerhalb der Philosophie nur partiell durchsetzen.

Als wirkmächtigster Vertreter einer Kritik an einer solchen prozessualen Beziehung von Wissenschaft und Philosophie kann Husserl angesehen werden. Er wollte von einer anderen Art der Beziehung ausgehen, nämlich der des absoluten Wahrheitsanspruchs, an dem es für beide festzuhalten gelte. Dementsprechend kann er die „Krisis der europäischen Wissenschaft“, ja „des europäischen Menschentums“⁵³ nur auf verfehlte Entwicklungen zurückführen, die er besonders mit Galilei, aber auch mit Copernicus verbindet. Für Husserl bleibt die transzendente Philosophie – als radikale Begründung der Objektivität in der Reflexion des Subjekts – eine „Revolution der Denkungsart“,⁵⁴ jedoch ist sie von der „Copernicanische[n] Revolution“ geschieden. Denn seine *transzendente* Phänomenologie versucht, die Begründung des Apriori der objektiven Wissenschaften (und des unreflektierten Alltags) in der vorwissenschaftlichen Lebenswelt der unmittelbaren Erfahrung zu thematisieren. Husserl grenzt damit seine Perspektive von Konzeptionen wie den vorher genannten ab, die kategoriale Prämissen der Wissenschaften (aber auch der verschiedenen Sphären der Kultur) in ihrer breiteren historischen Entwicklung erläutern. Für Husserl entstehen

52 Man bedenke hier die andere „Phänomenologie“, nämlich Hegels, mit dem systematischen Interesse an der Wissens(chafts)geschichte, wie es dann auch bei C.S. Peirce und Hermann Cohen zum Tragen kommen sollte. Zum Zusammenhang von Pragmatismus und Marburger Neukantianismus, speziell von Dewey und Cassirer, vergleiche bereits Kaufmann 1949, 209 ff. und auch Freyberg und Niklas 2018.

53 Siehe Husserl 1996.

54 So Kants Formulierung. (siehe Kant 1998). Dazu Husserl 1996, 75: „Diese größte aller Revolutionen bezeichnet sich als die Umwandlung des wissenschaftlichen Objektivismus, des neuzeitlichen, aber auch desjenigen *aller früheren Philosophien der Jahrtausende, in einen transzendentalen Subjektivismus.*“

die Abstraktionen der Wissenschaften – sogar ihre Objektivität – auf einer kognitiven und erkenntnistheoretischen Ebene. Hier wird auch sein Einfluss auf Koyré deutlich. Obwohl die Phänomene des Bewusstseins bei Husserl durch eine Art *reductio ad scientiam* (einer „Verwissenschaftlichung“) und Einklammerung präpariert werden, ist für ihn die große Verfehlung der neuzeitlichen Wissenschaft die Vernachlässigung der Subjektivität. Dementsprechend wird die Physik Galileis im zweiten Teil der *Krisis* als Ursprung einer irrtümlichen Verabsolutierung der Ergebnisse der exakten Naturwissenschaft dargestellt. Ähnlich wird Copernicus' Astronomie als ein objektivistischer Irrweg bezeichnet. In den Vorbereitungsnotizen zur *Krisis* (vom 7. bis 9. Mai 1924) wird eine explizit anticopernicanische Wende angekündigt, ein „Umsturz der copernicanischen Lehre in der gewöhnlichen weltanschaulichen Interpretation“. Die Erde (eigentlich die „*Ur-Arche Erde*“) der Husserl'schen Phänomenologie soll sich also *nicht* bewegen. Die unmittelbare Erfahrung der Welt wird hier durch die Trennung von Wissen und Erfahrung erreicht, wobei offen bleibt, ob nicht einfach nur bestimmte Formen ihrer Beziehung problematisch sind, ob man wirklich so ansetzen muss und inwiefern eine solche Primitivierung wirklich durchzuhalten wäre. Führt dies nicht zu einer ebenso einseitigen Abstraktheit künstlicher Naivität, die alles ignoriert, was nicht unmittelbar gegeben ist, wie etwa natürliche oder kosmische Bedingungen (**Abb. 16**)?

Auch Husserl gelten Copernicus und Galilei als Symbole und *exempla* neuzeitlicher Wissenschaft. Während jedoch die oben genannten Neukantianer und Pragmatisten ihre Philosophie im Zusammenhang mit den Erkenntnisfortschritten der Naturwissenschaften und ihren Auswirkungen entwickelten, fühlte Husserl sich gedrängt, das copernicanische Erbe erkenntnistheoretisch und symbolisch zugunsten eines letztlich anthropischen Arguments zu verleugnen (Husserl 1940, 321). In gewisser Weise rehabilitiert Husserl somit Positionen, die sich in den frühen copernicanischen Debatten auf die *Evidenz* der unmittelbaren Wahrnehmung stützten und der Furcht vor der kosmologisch-anthropologischen Dezentrierung Ausdruck verliehen, um gegen die Erdbewegung zu argumentieren. Aus der Sicht eines phänomenologischen Primitivismus wird auch Galileis copernicanische Überzeugung in Zweifel gezogen (ebd., 324).

Zwar nennt auch Husserl den Begriff der Bewegung als grundlegend und grenzt damit implizit die Geltungsansprüche, die die ‚archaische‘ Sichtweise erhebt, wieder ein. Deutlicher aber betont eine tätigkeits- oder prozesstheoretische Sicht die Dynamik und Temporalität von statischen Elementen, so etwa bei Cassirer, wenn er, auch in Bezug auf Bewusstseinsphänomene, die Dynamik nicht auf Statik, sondern diese auf jene gründen lässt. Diese Inversion ist keine spekulative, denn sie ergibt sich auch aus der methodologischen Rekonstruktion wissenschaftlicher Erkenntnis. Zwar könnte der mimetische Aspekt im historischen Nachvollzug der wissenschaftlichen Methodik bei Kant und den Transzendentalphilosophen als ein Teil der Mythopoiesis der Figur Copernicus eingeordnet werden, so als ob hier ein Held oder Paradigma konstituiert werden soll. Jedoch geht der Nachvollzug weit über diese narrative Ebene hinaus. Denn Kant will

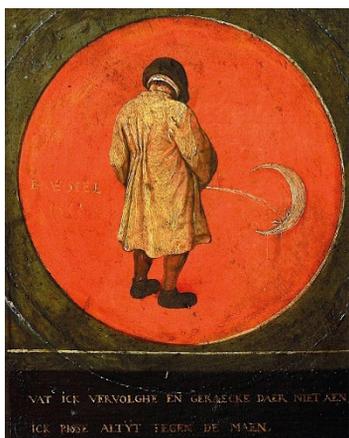


Abbildung 16 Verbildlichung eines volkstümlichen Sprichworts (etwa: „Was ich auch mache, ich pisse allzeit gegen den Mond“) durch Bruegel d. Ä. 1558.

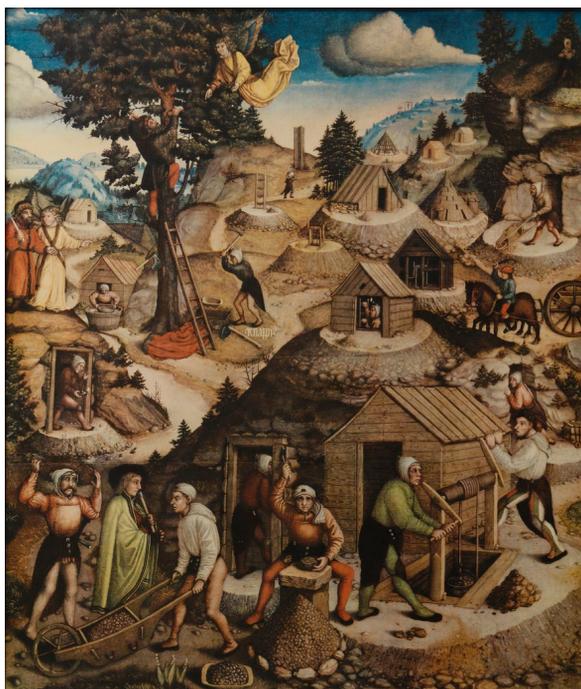


Abbildung 17 Der Annaberger Bergaltar von Hans Hesse aus dem Jahr 1522 zeigt deutlich eine durch menschlichen Eingriff geprägte Landschaft.

eine Aussage über den „objektiven Gang“ der wissenschaftlichen Denkart, das heißt über die Pfadabhängigkeit eines allgemeineren Bewusstseins machen. Und bei der Analyse dieses Prozesses wird deutlich, dass die Ausklammerung ganzer Entwicklungslinien und Dimensionen zu kurz greift. In einer Perspektive, die die symbolische, soziale und ökologische Transformation (**Abb. 17**) gleichermaßen im Blick behält, erscheint die Frage der „humanisierten Natur“ und des „Metabolismus“ von Mensch und Natur (Marx 1968) in einem neuen Licht, als Analysekategorie, die die „Objektivität“ der Entwicklung in einer Zusammenschau sichert.

Angesichts der heutigen Skepsis gegenüber den Narrativen der Copernicanischen und der wissenschaftlichen Revolution lässt sich dies am besten mit einer anderen Idee von Kant verdeutlichen, die er in seinem Spätwerk *Der Streit der Fakultäten* entwickelt hat. Wir meinen hier den berühmt gewordenen Begriff des „Geschichtszeichens“ (Kant [1984] 7:1900 ff.).⁵⁵ Bekanntlich geht es Kant dabei um die Frage, ob

55 Siehe auch Kittsteiner 1999.

es möglich ist, den Verlauf der Geschichte zu bestimmen. Vor dem Hintergrund der Zurückhaltung, die er in der „transzendentalen Dialektik“ den Erkenntnisansprüchen der traditionellen metaphysischen Disziplinen (der rationalen Kosmologie, Theologie und Psychologie) gegenüber an den Tag legte, mag dieser Versuch überraschen. Ging es nicht auch Kant um die „Unverfügbarkeit der Geschichte“⁵⁶ und bildet sie nicht auch bei ihm einen ebenso „erfahrungsfernen“ Bereich, dass die „Weltbildgeladenheit der Erfahrung“⁵⁷ in einem sehr hohen Grade angesetzt werden muss? Genau hier ist der springende Punkt von Kants Vorschlag, denn offensichtlich ist Geschichte nicht so sehr der rational-spekulativen Metaphysik als vielmehr der konkreten Erfahrung zugänglich. Was immer man von seinem Vorschlag halten mag, Kant versucht hier einen tatsächlich erfahrbaren, empirischen Indikator zu erschließen. Wenn ein solches allgemeinverbindliches Kriterium gefunden werden kann, lassen sich, so Kant, durchaus begründete Voraussagen treffen. Aus diesem Entwurf sprechen also nicht nur Kants Verteidigung der Aufklärung und seine moderate Forderung nach politischer Veränderung, sondern auch der Versuch der Objektivierung historischer Entwicklung.

Kant unterscheidet zwischen einer terroristischen („alles wird schlimmer“), einer eudämonischen („alles wird besser“) und einer agnostischen Einstellung („es ist kein klarer Verlauf erkennbar“) gegenüber dem Verlauf der Geschichte. Obwohl er einräumt, dass die agnostische (oder skeptische) Haltung durchaus mit Recht am weitesten verbreitet ist, versucht er doch ein Kriterium zu finden, das eine positive Aussage zulässt, und findet es in Auseinandersetzung mit den Reaktionen auf die Französische Revolution. Es ist der „Enthusiasmus“ der Beobachter, das heißt der nicht direkt in das Geschehen involvierten Zuschauer, den er als den entscheidenden Indikator wertet.⁵⁸ Wenn der „allgemeine Intellekt“ im Enthusiasmus seine Überzeugung preisgibt, dass die Revolution den unvermeidlichen Gang der Geschehnisse repräsentiere, dann wird, zumindest qua Selbstsuggestion, daraus ableitbar, welche Tendenz es gibt. Kant macht hier also die zukünftige Entwicklung an den zu erwartenden konkreten Entscheidungen und den sie leitenden Überzeugungen und Idealen fest und glaubt damit ein ausreichend objektives Kriterium für die geschichtsphilosophische Spekulation gefunden zu haben. Es ist dieses Kriterium der Entscheidungen, das für eine Ansicht der epistemologischen und kosmologischen Pfadabhängigkeit und Irreversibilität in der Perspektive der Transformation den Hinweis auf die Wechselseitigkeit von Erkenntnis und Orientierung und die performativ selbstverstärkenden Aspekte historischer Entwicklungen liefert.

56 So die Deutung von Kittsteiner. Siehe dazu auch sein Buch *Out of Control. Über die Unverfügbarkeit des historischen Prozesses* (2004).

57 Für den kosmologischen Kontext wurde das z. B. von Kanitscheider (1984) betont.

58 In Kants Sinne wäre zu ergänzen, dass es hier um ein konkretes, sozialpsychologisches Kriterium einer genügend aussagekräftigen (genügend großen oder einflussreichen) Gruppe von Beobachtern geht.

Kants Frage nach dem Geschichtszeichen stellt also in gewissem Sinne ein Äquivalent zu Vicos Frage nach dem „wahren Homer“ dar: Es ist die Frage nach der objektiven, historischen Grundlage und dem Leitbild der Entwicklungen. So zeigt auch der ‚kollektive Copernicus‘ als kosmologisches Geschichtszeichen wissenschaftlich-technische (astronomische) und kultur-historische (symbolische) Aspekte. Das eine betrifft Copernicus’ Transformation der Astronomie, das andere auch die soziale Funktion der Astronomie in der Kosmologie der Neuzeit. Die Frage, die wir stellten, betraf jedoch auch den Zusammenhang der Aspekte.

5 Die unvollendete Revolution als Anfang der Transformationskosmologie

Da Copernicus viele der Konsequenzen, die mit seinem Werk verbunden wurden, selbst gar nicht gezogen hat, wurden wahlweise Kepler, Galilei oder Bruno als „wahre“ Revolutionäre ins Spiel gebracht oder betont, dass erst mit Newtons *Philosophiae naturalis principia mathematica* (1687) die frühneuzeitliche Mathematisierung der Physik zu ihrer vollen Entfaltung kam. Laut Kuhn war es Johannes Keplers Verdienst, den Heliozentrismus zu einer soliden physikalisch begründeten Himmelstheorie gemacht zu haben. Newton machte keinen Unterschied zwischen den Planetentheorien Keplers und Copernicus’, da er Keplers elliptische Planetenbewegungen als einen zentralen Aspekt von Copernicus’ System ansah.⁵⁹ Kepler leitete die Planetenbewegungen aus den von ihm postulierten Gesetzen der Himmelsphysik ab und verwandelte dadurch die Kosmologie in eine physikalisch-mathematische Disziplin, die weit entfernt von Copernicus’ geometrisch-kinematischem Ansatz war und deshalb schon vor Kuhn, etwa von Ernst Mach, als Beginn der Himmelsmechanik gefeiert wurde.⁶⁰ In dieser Hinsicht sind Keplers Gesetze und seine genauen astronomischen Tabellen, die *Rudolphinischen Tafeln*, als das entscheidende Moment der Konsolidierung der Revolution anzusehen, die von Copernicus bloß inspiriert worden war (Westman 1994, 104). Obwohl Kepler den wesentlichen Schritt zur Physikalisierung des Himmels machte, wurden grundlegendere Reformen in der Naturphilosophie von anderen philosophisch gesinnten Renaissance-Kosmologen eingeführt, lange bevor etwa René Descartes seine mechanistische Naturvorstellung präsentierte (**Abb. 18**), die es ermöglichte, die

59 Newton (1934, 1:395), Scholion zu Sektion IX: „Hence it is manifest that the planets are not carried round in corporeal vortices; for, according to the *Copernican* hypothesis, the planets going round the sun revolve in ellipses, having the sun in their common focus; and by radii drawn to the sun describe areas proportional to the times.“

60 Mach (1883 [1988], 208–226) würdigt Keplers Leistung als Vorläufer Newtons.

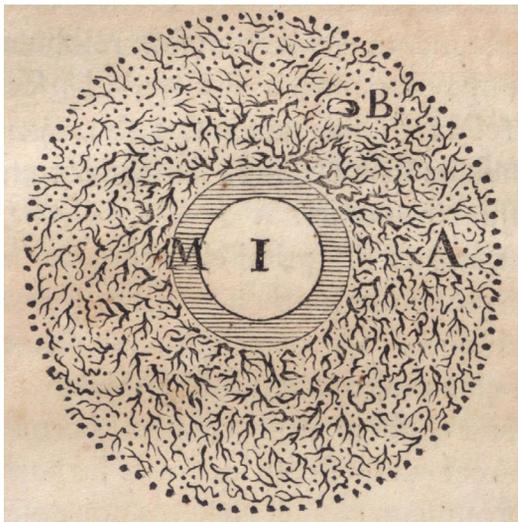


Abbildung 18 Descartes' Darstellung des Frühstadiums der Erde entsprechend seiner Hypothese der vortices, d. h. seiner Wirbeltheorie. Die Erde ist anfänglich ein Wirbel neben vielen anderen. Ein sonnenähnlicher Kern (I) wird von einem dichten Mantel (M) umschlossen, um den sich Materiebänder (B) lose anordnen und nach und nach an M ablagern.

Konzeption der copernicanischen Erdbewegung als eine Folge materieller Wirbel der himmlischen Substanz zu bestätigen (Abb. 18; Aiton 1972).

Jedoch gehört zur Analyse, wie das copernicanische Geschichtszeichens entstanden ist, auch die Diskussion um seine Konsequenzen. Dies betrifft auch die oft metaphorischen Diskussionen um Kants „copernicanische Wende“ (die aufgrund der Rückkehr des Subjekts ins Zentrum eines dezentrierten Kosmos auch als eigentlich „ptolemäische“ Konterrevolution bezeichnet wurde)⁶¹ sowie die Haltung gegenüber der physikalischen Kosmologie mit ihren copernicanischen und anthropischen Prinzipien. Letztlich stellen sie alle Diskussionen über „die Stellung des Menschen im Kosmos“ dar.⁶² Während heute das phänomenologische Argument Husserls als Rückkehr zur Erde quasi „ptolemäisch“ wieder aufgenommen und daneben eine Überwindung des anthropozentrischen Humanismus gefordert wird, wurden in der Frühen Neuzeit auch Stimmen laut, die die ‚Radikalisierung‘ der Revolution forderten.

Das Programm einer Vertiefung der astronomischen Wende mit dem copernicanischen Geschichtszeichen als Leitbild und philosophisches Ereignis möchten wir anhand der Vorstellungen von Bruno und Campanella verdeutlichen. Für beide galt die Copernicanische Revolution als unvollendet.

61 So etwa Meillasoux 2008, 158. Bereits Dewey (1929) diskutiert diesen Vorwurf gegenüber Kant, jedoch differenziert Dewey bestimmte Lesarten und macht Kant selbst diesen Vorwurf nicht.

62 Diese Formulierung bildet den Titel von Max Schelers bekanntem Versuch einer philosophischen Anthropologie aus dem Jahr 1927. Er beschäftigt sich dabei allerdings eher mit dem naturalistischen Menschenbild (Scheler 2017).

Aus Brunos Perspektive war Copernicus der epochale Auslöser einer universellen Reform. Zu Beginn des italienischen Dialogs *La Cena de le Ceneri* („Das Aschermittwochsmahl“, 1584), in dem Bruno die naturphilosophische Legitimität der geokinetischen Astronomie verteidigt, lobt er Copernicus als den Götterboten der Welttransformation. Er sei die Morgendämmerung, die dem Aufgang der Sonne der alten und wahren Philosophie vorausgehen sollte, die für so viele Jahrhunderte in den dunklen Höhlen der blinden Unwissenheit begraben gewesen sei (Bruno 2000, 25). Dementsprechend sah er die neue Astronomie als Teil einer universellen Erneuerung an, die die Kosmologie genauso wie die Naturphilosophie und die Ethik betraf.

Die Erwartung einer von heidnischen Kulturen inspirierten zivilen Wiedergeburt ist das Hauptthema eines weiteren Dialogs von Bruno, *Spaccio de la bestia trionfante* („Die Vertreibung der triumphierenden Bestie“, 1584). Darin beklagt sich der höchste heidnische Gott, Jupiter, dass ein „halber Mann“ (wobei der Halb-Mensch, Halb-Gott Christus gemeint ist) seinen Platz gestohlen habe. Jupiter prangert die Zerstörung der zivilen Ordnung durch die Tritte christlicher „Esel“ an, die die Welt regierten. Laut Bruno kann nur die Philosophie das menschliche Zusammenleben und die Weisheit der Heiden zurückbringen. Seine Reform beginnt mit der Ablehnung von irr tümlichen Vorstellungen über den Kosmos. In *Spaccio* kündigt Jupiter daher eine Reformation des Himmels an.

Bruno verbindet die copernicanische Reform des Himmels mit dem Imperativ einer ethischen Veränderung. Die Erneuerung der Astronomie und der Naturphilosophie nimmt den Umsturz transzendenter Überzeugungen vorweg und befürwortet eine Philosophie der Zivilcourage.

Bruno leitet jedoch daraus nicht nur andere ethisch-politische Konsequenzen ab als Copernicus, auch seine kosmologischen Vorstellungen sind andere. Er versucht den theoretisch entscheidenden Schritt von der „geschlossenen Welt zum unendlichen Universum“ – um Koyrés berühmten Ausdruck zu verwenden (Koyré 1957). Für Bruno ergibt sich die Unendlichkeit des Universums als eine notwendige Konsequenz aus dem heliozentrischen Ansatz. Da die Fixsterne sich nach Copernicus' Theorie nicht innerhalb einer bestimmten Zeit (24 Stunden) um unseren Globus drehen, ist es erst nun möglich, die Unbegrenztheit des Raumes zu konzipieren. Nach Brunos Vorstellung des Universums werden alle Sterne zu Sonnen, die von ihren eigenen erdähnlichen Planeten umgeben sind. Zentrum und Peripherie verlieren an Bedeutung oder fallen zusammen. Dem Menschen wird eine neue Freiheitserfahrung durch die Kontemplation der Unendlichkeit der Natur, d. h. des Kosmos, ermöglicht.

Im Sonett „E chi m'impenna, e chi mi scald'il core?“ in *De l'infinito universto et mondi* („Über das Unendliche, Universum und Welten“, 1584) weist Bruno auf diese neue Erfahrung hin:

*Und so breite ich die sicheren Flügel der Luft entgegen,
fürchte ich kein Hemmnis aus Kristall oder Glas;
sondern ich zerteile die Himmel und zum Unendlichen schwinge ich mich empor.
Und während ich mich von meinem Erdball zu den anderen erhebe
Und jenseits des Äthers vordringe,
lasse ich, was die anderen von weitem sehen, in meinem Rücken zurück.⁶³*

Brunos dichterische Kosmologie erreichte ihren Höhepunkt in dem von Lukrez inspirierten Gedicht „De immenso et innumerabilibus“ („Das Unermessliche und Unzählbare“, 1591), seine Ethik aber führte er besonders in der philosophisch kommentierten Gedichtsammlung *De gli eroici furori* („Von den heroischen Leidenschaften“, 1585) aus. In seinen metaphysischen Versen behandelt Bruno die Sehnsucht des Philosophen nach Unendlichkeit als Weg zur Betrachtung der höchsten Wahrheiten. Bruno zufolge kann die Kluft zwischen dem menschlichen Vermögen und der Unendlichkeit des Objekts des intellektuellen Verlangens nur durch Selbstvernichtung des Individuums beim Gewährwerden der Unendlichkeit geschlossen werden. Bruno nennt diese ‚Enteignung‘ des eigenen Selbst im unbegrenzten Kosmos eine „heroische Raserei“. Diese Idee stammt aus dem neoplatonischen und ficinischen Konzept des Furors – der geistigen Entfremdung, die durch die Begeisterung für Wissen entsteht. Bruno variiert sie, indem er sie als Ausdruck von naturimmanenten Bestrebungen zur Erneuerung der menschlichen Zivilisation betrachtet. Um die philosophisch-kosmologische Entfremdung zu verdeutlichen, verweist Bruno auf den Mythos vom Jäger Aktaion, der von seinen Jagdhunden gefressen wurde, als er seine Beute erreichte.⁶⁴

Im Gegensatz zu Bruno, der im Hinblick auf die räumliche Dimension (Unendlichkeit) über Copernicus' Kosmologie hinausgeht, wirft Tommaso Campanella Copernicus und seinen Vorgängern vor, die *intrinsische Zeitlichkeit des Kosmos* nicht zu verstehen. Campanellas Weltvorstellung ist einer der umfassendsten frühneuzeitlichen Versuche, die himmlische und gesellschaftliche Entwicklung als Teil einer allgemeineren Naturgeschichte, einer *historia naturalis* im wörtlichen Sinne, unter Einbeziehung der neuen kosmologischen Entwicklungen zu betrachten.

Campanella war zunächst Verfechter einer sensualistischen Naturphilosophie im Sinne Bernardino Telesios *De rerum natura iuxta propria principia* („Naturphilosophie nach ihren eigenen Prinzipien“), die er mit neoplatonischen Vitalismus-Vorstellungen verband. Er beteiligte sich an den Debatten über Copernicus' Erbe und die theologische Legitimität des Heliozentrismus. 1616 verfasst er eine berühmte *Apologia pro*

63 Bruno 2000, 322: „Quindi l'ali sicure all'aria porgo/ né temo intoppo di cristallo o vetro:/ ma fendo i cieli, e a l'infinito m'ergo./ E mentre dal mio globo a l'altri sorgo,/ e per l'etereo campo oltre penetro/ quel ch'altri lungi vede, lascio a tergo.“ Übersetzung durch die Vf.

64 Bruno 2000, 819. Siehe Beierwaltes 1978.

Galilaeo, gerade als die Debatten in Rom um den Copernicanismus ihren Höhepunkt erreichten. Campanella selber war damals ein Gefangener der Inquisition. Er war 16 Jahre zuvor wegen einer anti-spanischen Verschwörung in Kalabrien und wegen heterodoxer religiöser Ansichten verhaftet worden. In der Kalabrien-Verschwörung, die zur Schaffung einer idealen Gesellschaft führen sollte, war er als Prophet universeller Erneuerung auf der Grundlage exegetischer, astrologischer und naturphilosophischer Argumente aufgetreten. Dieses visionäre Programm ist in einer Trilogie niedergelegt, die er in den ersten Jahren seiner Inhaftierung (um 1600–1610) vollendete. Sie umfasst den utopischen Dialog *Città del Sole* („Der Sonnenstaat“), seine Prophezeiungen, die *Articuli prophetales* (prophetische Artikel), und das politische Werk *De monarchia Hispanica* (auch in italienischer Sprache als *Monarchia di Spagna* veröffentlicht).⁶⁵

In der *Apologia* schlug Campanella vor, die Widersprüche zwischen den zwei Büchern von Bibel und Natur durch eine augustinische Exegese-Strategie zu lösen. Man sollte die Bibel nicht im wörtlichen Sinne auslegen, wenn sie naturwissenschaftliche und astronomische Themen behandelt. Im Hinblick auf die Vollendung von Copernicus' unvollständiger Revolution ist es bemerkenswert, dass Campanella in seinen Werken eine ineinandergreifende Lesart epistemischer und ontologischer Veränderungen als zwei Seiten desselben kosmisch-eschatologischen Prozesses vorschlug. Campanellas Lehre war in eine astrologische Eschatologie eingebettet, nach der die kosmische Geschichte in große kosmische Zyklen, die sogenannten Triplizitäten, eingeschrieben ist. Nach Campanella werden die Perioden dieser Triplizitäten durch den spiralförmigen Abstieg der Sonne zur Zentralerde zunehmend verkürzt.⁶⁶ Die zugrunde liegende Idee ist eine *kosmische Evolution*. Demnach wurzelt Campanellas Kritik in den mathematischen Astronomien der Vergangenheit, einschließlich jenen von Copernicus und Ptolemäus. Die Astronomen hätten die *Geschichtlichkeit des Himmels* ignoriert zugunsten der Annahme der Vollkommenheit des Himmels, einer apriorischen Annahme, die sich in der geometrischen Modellierung des Himmels widerspiegeln. Sie sei aber grundsätzlich falsch, da sie dessen Ewigkeit voraussetze, was auch gegen die christliche Doktrin der göttlichen Schöpfung verstoße.⁶⁷

65 Nach Firpo (1947, 189–203) schrieb Campanella seine *Monarchia di Spagna* nach dem Scheitern der Kalabrien-Verschwörung und seiner Verhaftung. Das Werk sei also als Teil seiner eigenen Verteidigungsstrategie zu verstehen. Germana Ernst (2002, 54) akzeptiert dagegen Campanellas Behauptung, er hätte dieses pro-hispanische Werk um 1598 verfasst.

66 Michel-Pierre Lerner (1987) hat Campanellas Weltvorstellung eine „cosmologie évolutive“ genannt. Zur astrologischen Bedeutung der Triplizitäten siehe Rutkin 2019, *passim*.

67 Campanella 1997, 46–47: „Credono che il sole sempre cali al basso [...]. Laudano Tolomeo e ammirano Copernico [...]. E credono esser vero quel che disse Cristo delli segni delle stelle, sole e luna, li quali alli stolti non pareno veri, ma li venirà, come ladro di notte, il fin delle cose. Onde aspettano la renovazione del secolo, e forse il fine.“

Die Theorie des Sonnenabstiegs wird von Campanella eschatologisch konnotiert, denn sie ist mit der Vorhersage des Weltenbrands verbunden. In Campanellas chilias-tischer Kosmologie verschmelzen Natur-, Menschheits- und Heilsgeschichte. Seiner Ansicht nach wirkt Gottes Providenz durch die Sternsbewegung sowie durch die Transformation des Himmels auf unsere irdische Welt. Da es für ihn die Unveränderbarkeit des Himmels nicht gibt, lehnt er auch die These ab, dass sich die Himmelsbewegungen mit mathematischer Notwendigkeit vollziehen. Deshalb begrüßt er die Nova von 1572 (und später die von 1604) als einen Beweis dafür, dass der Himmel genauso wie die Erde ein Bereich materieller Veränderungen und Transformationen ist. Mit analogischem Furor postuliert er eine Entsprechung von Veränderungen auf der Erde und im Himmel. Zu solchen großen Umwälzungen zählt er die koloniale Expansion der iberischen Länder in Amerika und die Auslotung des Potentials der drei neuzeitlichen Technologien: Schießpulver, Kompass und Druckerpresse – eine technologische Dreifaltigkeit, die Francis Bacon aufgriff.⁶⁸

Die realpolitische Dimension von Campanellas astrologischer Eschatologie kommt in *De monarchia Hispanica* deutlich zum Ausdruck. In dieser Abhandlung argumentiert er, dass die sich um den ganzen Globus erstreckende spanische Eroberung erstmalig in der Geschichte die Möglichkeit einer planetarischen Politik geschaffen habe, eine wahre *translatio imperii*. Campanellas politisch konnotierte Universalgeschichte endet mit der ‚gottgewollten‘ Vereinigung unseres Planeten. Doch die Weltvereinigung ist für den Aufrihrer Campanella nicht nur als eine Herrschaft *von oben* zu denken, da sie auch eine Dynamik *von unten* auslöst. Das Geheimnis der Macht sei, dass sie immer in den Massen angesiedelt sei, weshalb die Herrschenden durch ‚ideologische‘ Mittel, etwa Erziehung und Religion, die Beherrschten unter ihrer Kontrolle halten müssen.

Campanellas Werk kann nun als eine Transformationskosmologie verstanden werden, wenn diese nicht nur Menschheits- und Naturgeschichte als einen zusammenhängenden Prozess betrachtet, sondern diese Dynamik auch als Grundlage für eine effektive Praxis nimmt. Die Kenntnis der Natur und ihrer Kräfte ist die notwendige Voraussetzung, um sie gezielt zu steuern (**Abb. 19**) (Kemp 2019). Ähnlich wird es dann auch Bacon formulieren. Praxisorientiertes Wissen heißt für Campanella *magia* – Zauberei. „Diese Weisheit ist gleichzeitig spekulativ und praktisch, weil sie dem Nutzen der Menschengattung dient.“⁶⁹ Durch seine Handlungen ist der Mensch ein Transformationsfaktor innerhalb einer werdenden Natur.

68 Campanella 1997, 54–55 „Oh se sapessi che cosa dicono per astrologia e per l’istessi profeti nostri ed ebrei e d’altre genti di questo secolo nostro, c’ha più istoria in cento anni che non ebbe il mondo in quattro mila; e più libri si fecero in questi cento che in cinque mila; e dell’invenzioni stupende della calamita e stampe e archibugi, gran segni dell’union del mondo [...]. E dicono che a’ Cristiani questo apporterà grand’utile; ma prima si svelle e monda, poi s’edifica e pianta.“

69 Campanella 2007, 164: „Questa [...] sapienza è speculativa e pratica insieme, perché applica quel che intende all’opere utili al genere umano.“



Abbildung 19 Leonardos Studien des Wasserflusses (ca. 1510–1512) im Codex Leicester verdeutlichen die Übergänge von ästhetischer, wissenschaftlicher und technischer Naturerkennntnis.

Hier zeigt sich ein transformationskosmologisches Bewusstsein, dass in der Renaissancephilosophie gründet, aber durchaus auch auf antike Anregungen wie etwa Hesiod und Vergil zurück geht. Die Transformation der Welt ist für Campanella, Bruno und ihre Zeitgenossen in einer Zeit der Umbrüche offensichtlich: Diese Veränderungen betreffen die Erneuerung der Astronomie und der Wissenschaften mit ihren praktischen und technischen Konsequenzen genauso wie Religion und Politik, von der weltweiten Expansion der Europäer ganz zu schweigen. Die ‚wissenschaftliche Revolution‘ ist somit viel mehr als ein kognitiver Paradigmenwechsel. Die Plausibilität von Campanellas und Brunos Ansichten über die dynamische Verbindung von Zivilisation und Natur – von Zivilisation *als* Natur – liegt in den massiven gesellschaftlichen Transformationen der Frühen Neuzeit. Auf der theoretischen Ebene werden sie durch die Neubewertung der neuplatonischen Vorstellung der Weltseele (*anima mundi*) abgestützt, welche die Natur durchdringt. Die Ansicht, dass der Kosmos unveränderlich sei, ist für sie nicht mehr haltbar, weder gesellschaftshistorisch noch philosophisch.

Die neue Naturanschauung war in ihren Grundzügen fertig: Alles Starre war aufgelöst, alles Fixierte verflüchtigt, alles für ewig gehaltene Besondere vergänglich geworden, die ganze Natur als in ewigem Fluß und Kreislauf sich bewegend nachgewiesen. (Engels 1962, 320)

Mit diesen Worten zelebrierte Engels die Entstehung des dialektischen Verständnisses der Natur durch Laplace' und Kants Kosmologien, Lyells Geologie, Darwins Zoologie und Marx' Gesellschaftstheorie. Kants *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (1755) habe beispielhaft die Geschichtlichkeit der Erde und des Sonnensystems gegen die starre Weltvorstellung Newtons verteidigt. Die neuere Physik sei durch eine intrinsische Geschichtlichkeit gekennzeichnet. Eine solche Konzeption entstand jedoch nicht nur durch die Abgrenzung von der statischen Metaphysik der Zeit Newtons, sie wurde durch die Versuche der Radikalisierung der unvollendeten astronomischen Revolution seit der Renaissance antizipiert, obwohl ihre konzeptuellen Mittel von denen des 19. Jahrhunderts weit entfernt waren.

6 Kosmologische Geschichte und Transformation der Erde

Die „copernicanische Revolution“ und die damit zusammenhängenden Mythen, Erzählungen und Debatten kann man, wie gezeigt, einordnen in die Vorgeschichte der Erde-Mensch-System- Diskussionen um den Vorschlag vom Anthropozän, den einige Geologen und Erdsystemwissenschaftler eingebracht haben und der nun breit aufgenommen wird.⁷⁰ Die „copernicanische Revolution“ wird somit zusammen mit ihren Auswirkungen als Geschichtszeichen weder in einem Fortschritts- noch in einem Verfallsnarrativ verortet, sondern als Transformationsgeschichte fassbar. Die in diesem Zeichen konvergierenden Ebenen wiederholen ein Muster, das Bewusstsein und Handlungsmacht verbindet.

Bezogen auf die Zusammenstellung der beiden Figuren des am Anfang des Beitrags beschriebenen Marx-Copernicus-Monuments (Abb. 1) in Foshan kann nun auch nach einer umfassenderen Bedeutung gefragt werden, die über einen bloß ideologisch-dogmatischen Sinn hinausweist. Wenn Copernicus die Figur der kosmologischen Dezentrierung ist, und Marx die Figur gesellschaftlichen Aufruhrs, so lassen sich beide nun auch überblenden. Ein methodologischer Berührungspunkt sollte bereits mit der Frage des sogenannten „Anti-Phänomenalismus“ deutlich geworden sein (siehe Noack 1981). Dieser gehört nicht einer ‚Schule des Verdachts‘ an, sondern muss notwendig als im wissenschaftlichen Sinne realistisch verstanden werden. Ob Copernicus die Auswirkungen seiner Forschungen nun beabsichtigte oder nicht, wird wie im Falle von Marx zweitrangig. Aus wissenschaftlicher und wissenshistorischer Sicht ist die Überzeugungskraft ihrer Argumente zu untersuchen, auch um die transformationskosmologischen Konsequenzen in den Blick zu bekommen.

Ein bleibender Verdienst von Karl Marx (und seinem Mitstreiter Friedrich Engels) ist in dieser Hinsicht, auf die allgemeinen, letztlich ebenfalls kosmologischen Konsequenzen der spinozianisch inspirierten klassisch-idealistischen „Identitätsphilosophie“

70 Siehe dazu auch Schmieder 2014.

Abbildung 20 In Franz Wilhelm Seiwerts politisch motivierten Bildern (hier: *Die Welt der Arbeit*) wird fast immer kosmische Symbolik auf dezente Weise in die menschliche Mit- und Umwelt eingebunden. Selbst auf seinem Selbstporträt fehlt diese transgressive Deixis nicht.



aufmerksam gemacht und sie praxisphilosophisch umgedeutet zu haben.⁷¹ Wenn „Natur“ und „Geist“ in wechselseitigem Verhältnis (als „Metabolismus“) stehen, sich die Natur im Geist quasi selbst erkennt, werden die im Zusammenspiel hervorgebrachten Dinge und somit die Kategorien der Arbeit und konkreten Praxis zentral (**Abb. 20**).⁷²

In diesem Sinne kann die Neuzeit nicht nur als Epoche kapitalistischer Auflösung aller traditionellen Bindungen kritisiert werden, in der „all what is solid melts into air“. Es handelt sich gleichzeitig um die Ausbildung des Bewusstseins der Transformierbarkeit (oder Zerstörung) des Planeten und der Performanz von Entwicklungslinien. Der Arbeits- als Kulturbegriff kann solche Reflexionen leiten, indem er konkrete Zusammenhänge aufzeigt.⁷³ Ähnlich vehement wurde solch eine transformativ-reflexive Ansicht erst wieder im frühen Pragmatismus vertreten. Das betrifft zum einen die „Selbstveränderung des Menschen durch die Rückwirkung seiner eigenen Erkenntnis“ (Wind 1936), und zum anderen die Selbstveränderung in Folge der Wirkung der Praxis auf die Lebensverhältnisse und Lebensmöglichkeiten.

71 Bewusst wählen wir hier diesen Begriff anstelle des sonst üblichen Hinweises auf die ‚materialistische‘ Umkehrung. Die innere Geschichte des philosophischen Marxismus ist bekanntlich zu weiten Teilen eine Auseinandersetzung um die Deutung des Marxschen ‚Materialismus‘. Uns kommt es hier besonders auf die praxisphilosophische Bedeutung an, ohne diese Interpretation von vornherein etwa gegen Engels’ „Dialektik der Natur“ zu stellen.

72 Entsprechend wurde der Arbeitsbegriff in vielen marxistischen Entwürfen zentral. Deutschsprachige Beispiele dafür etwa finden sich bei Alfred Schmidt, Peter Ruben und Hubert Laitko.

73 Ohne darauf einzugehen, charakterisierte der Ideenhistoriker Panajotis Kondylis das Denken von Marx dementsprechend einmal folgendermaßen: „In dem Werk dieses großen Denkers wird auf imposante Weise ersichtlich, dass Philosophie, Anthropologie, Ökonomie, Geschichte, Politik usw. ihrem Wesen nach nicht nur eine und dieselbe Sache sind, sondern zugleich eine einheitliche Erkenntnis darstellen, in deren Mitte man unausweichlich geführt wird, egal von welchem Punkt des Kreises man ausgeht.“ Kondylis hob dabei Marx’ Rolle als Theoretiker und Historiker hervor, die er von dem, was er dessen „Eschatologie und Theologie der Geschichte“ nannte, kritisch unterschied. (*Nea Koinoniologia* 1998, 25, 17–36, zitiert nach Horst (o.J.).

Serge Moscovici hat das transformative Verständnis in seinem *Versuch über die menschliche Geschichte der Natur* zum Ausgangspunkt gemacht und in diesem Zusammenhang auf die Bedeutung einer zukünftigen Erforschung der „politischen Technologie“ hingewiesen. Es erscheint uns nötig, heute besonders auf diesen Aspekt hinzuweisen und somit die Erforschung von Natur, Kultur und Gesellschaft im Hinblick auf die These vom Anthropozän voranzutreiben. Die erdsystemische Erfassung wird durch den momentanen Fokus von Ökologie und Anthropozändebatte technokratisch reduziert, wenn kulturhistorische, politische und sozio-ökonomische Faktoren nicht berücksichtigt werden. Somit wird aber nicht nur die aktuelle Debatte entscheidend verkürzt, sondern auch das Verständnis der Wissensgeschichte eingeengt und die transformationskosmologische Ebene verfehlt.

Die Debatten um den „Copernicanismus“ wurden immer auch als „Kampf um die Objektivität“⁷⁴ verstanden. Wie in heutigen öffentlichen, oft altertümlich anmutenden Debatten um Wahrheit, so scheint auch dort die Kategorie der Transformation einen Ausweg aus den unterschiedlich motivierten Deutungskämpfen, ja vom rein diskursiven „Kampfplatz“ (Kant) überhaupt zu ermöglichen. Empirische und erfahrbare Veränderungen können dabei in Anschlag gebracht werden, ohne die Pluralität der Weltzugänge oder die Objektivierung (das heißt die unterschiedlichen Richtungen der Erkenntnis) einzuebnen. Marx ist hier eine entscheidende Figur, weil er auf die wechselseitige Bezogenheit von Mensch und Erde hinweist und die Transformation der Welt in den Mittelpunkt der Betrachtung rückt.

Explizit wurde das später öffentlich beispielsweise von Nikolai Bukharin angesprochen. Beim berühmten 2. Internationalen Kongress für Wissenschafts- und Technikgeschichte 1931 in London schlug er nicht nur die Ergänzung der Epistemologie durch eine „Praxeologie“ vor, sondern verwendete für den anvisierten Zusammenhang von Theorie und Praxis mit der „objektiven Veränderung“ (*objective change*) der Welt auch den Begriff der Transformation.⁷⁵ Entsprechend verweist er auf die Feuerbachthesen von Marx und kommentiert:

The problem of the external world is here put as the problem of transformation: the problem of the cognition of the external world as an integral part of the problem of transformation: the problem of theory as a practical problem. Practically—and, consequently, epistemologically—the external world

74 Gramsci 2007, Notizbuch XI § 17, 1416: „C'è quindi una lotta per l'oggettività [...] e questa lotta è la stessa lotta per l'unificazione culturale del genere umano.“

75 Bukharin 1931. Dieses Buch enthält auch den berühmt gewordenen Aufsatz von Bukharins Kollegen Boris Hessen über „The socio-economic roots of Newton's Principia“. In diesem Aufsatz kritisiert Hessen auch Whiteheads Darstellung in *Science and the Modern World*.

is “given” as the object of active influence on the part of social, historically developing man. The external world has its history.⁷⁶

Durch den Primat der Praxis ist für Bukharin „the *fact of technology*, as Engels already remarked“ die Widerlegung des Agnostizismus und des absoluten Relativismus. Zum Beleg weist er auch auf die Forschungen seines Kollegen Vernadsky zur Biosphäre hin. Der Mensch ist ein effektiver Faktor bei der Erhaltung seiner eigenen Lebensbedingungen.

The real subject—i.e., social and historical man—is not [...] the observer of the Platonic shades. He likewise does not in the least resemble that stenographer, inventing ‘convenient’ signs in shorthand, in to whom the philosophising mathematicians and physicists desire to transform him [...]. For he is actively transforming the world. He has changed the face of the whole of the earth. Living and working in the biosphere, social man has radically remoulded the surface of the planet. The physical landscape is evermore becoming the seat of some branch of industry or agriculture, an artificial material medium has filled space, gigantic successes of technique and natural science confront us, the radius of cognition, with the progress of exact apparatus of measurement and new methods of research, has grown extremely wide: we already weigh planets, study their chemical composition, photograph invisible rays, etc. We foretell objective changes in the world, and we change the world. But this is unthinkable without real knowledge. (Bukharin 1931, 17)

Letztlich ist dieser Gedanke, über dessen Auslegung durchaus gestritten wurde, bereits bei Marx (1968, 465–588) zu finden. Die Ideenskizze, die er 1844 in den sogenannten *Ökonomisch-philosophischen Manuskripten* entwarf, bildet die Grundlage des Transformationsbegriffs in einem umfassenden Sinne, in dem die Theorie des Denkens und Handelns wie auch die Theorie der Wissenschaft und die Veränderung der Umwelt angesprochen werden. Insbesondere im zweiten Teil des dritten Manuskripts (ebd., 533–546) kommt Marx darauf zu sprechen.

Die Geschichte selbst ist ein *wirklicher* Teil der *Naturgeschichte*, des Werdens der Natur zum Menschen. Die Naturwissenschaft wird später ebensowohl die Wissenschaft von dem Menschen wie die Wissenschaft von dem Menschen die Naturwissenschaft unter sich subsumieren: es wird *eine* Wissenschaft sein. (Ebd., 543)

76 Bukharin 1931, 16. Siehe auch ebd., 17: „Practice is an active breakthrough into reality, egress beyond, the limits of the subject, penetration into the object, the ‘humanising’ of nature, its alteration.“

Somit wird die dezentrierende und destabilisierende „copernicanische Wende“ als Anfang dieser transformatorischen Perspektive und als Ausgangspunkt der Reflexion der „wissenschaftlich-technischen Revolution“ (Richta 1971) erkennbar. Damit ist auch eine quasi geschichtsphilosophische Konsequenz verbunden, nämlich eine Abkehr von jeglichen Verfallsnarrativen. Die transformationshistorische Sicht verträgt sich nicht mit den vielen Versionen der um Fichtes „Drama des Subjekts“ und Freuds „Kränkungsgeschichte“ ergänzten Erzählung vom Sündenfall der Moderne. Dabei muss weder die „Legitimität der Moderne“ angezweifelt, noch das kritisierte Fortschrittsparadigma einfach wiederaufgenommen werden. Dies ist der simple Sinn von Marx' Hinweis, dass die Menschen die Geschichte machen, wenn auch nicht aus freien Stücken und mit frei gewählten Mitteln. Wie bereits Cassirer feststellte, wird die „Tragödie der Kultur“ insofern abgewendet, als noch Transformationsmöglichkeiten berücksichtigt werden. In dieser Hinsicht könnte im copernicanischen Geschichtszeichen dann die Funktion der Orientierung mit der einer Okzidentierung ergänzt werden, wo Globalisierung von Wissen und Herrschaft seit der frühneuzeitlichen Entdeckungsgeschichte aufs Engste verknüpft erscheinen. Wenn Menschheits- und Naturgeschichte verbunden werden, wird auch, *pace Vico*, die Dunkelheit in der produzierten Welt zu Hause und es braucht neue Formen der Wissenschaft, um ihr zu begegnen.⁷⁷ Es ist die überkomplexe, unbekannte Kultur (gemacht, aber dunkel) ebenso wie die dunkle Natur, die zugleich (und quasi mit dem Rücken zum Licht) *erforscht* werden. Das betrifft nicht etwa nur ferne Gegenden, sondern wirkt auf die eigene Position zurück.⁷⁸ Wie bereits erwähnt, hat Rescher (1984, 86–88) diese Form der epistemischen Relativierung als *Cognitive Copernicanism* bezeichnet. Doch aus dieser Relativierung folgt kein bloßer Relativismus, sondern eine *Relationierung*, ein In-Beziehung-Setzen komplexer Systeme. Whitehead gibt uns dazu das Stichwort von den metaphysischen Vorannahmen, die er in einer allgemeinen Kosmologie zu umfassen und deren verschiedene Ansprüche der Wahrnehmungsweisen er miteinander in vermittelnde Beziehung zu setzen versucht. Epistemologische Konsequenzen des copernicanischen Geschichtszeichens sind die Einführung von Unanschaulichkeit und Unsicherheit, die dazu veranlassen, Gewissheiten zu hinterfragen.

Die innere Spannung der marxistischen Tradition resultiert teilweise aus dem Umstand, dass der deutlich angelegte Bezug auf die Transformationskosmologie sowie die damit zusammenhängenden Aspekte wissenschaftlicher Methodiken und historischer Kontingenzen bei allen Bemühungen um ihre Explikation oft verdeckt

77 Diese Forderung wurde auch immer wieder im politischen, emanzipativen, also anti-apokalyptischen Sinne erhoben. Siehe zu Blanquis „politischer Kosmologie“ und Benjamins Kritik derselben Blätter 2021 und zur „Kosmologischen Inversion des Weltuntergangs bei Ewald Iljenkow“ Freyberg 2021b.

78 Michel de Certeau (1991, 11) bezeichnete diese spannungsvolle Beziehung als ein Grundprinzip der europäischen Geistesgeschichte.



Abbildung 21 „Erkenntnis der Welt treibt zur Änderung der Welt“. Eine Druckgraphik von Seiwert um 1924.

blieben, ignoriert oder unterdrückt wurden. Letztlich müssen aber auch hier immer wieder das konkrete Verhältnis von Natur und Denken (Ilyenkov 2017) und die Frage der verschiedenen kulturellen Geltungsansprüche verhandelt werden. Dieser Aspekt des Marxismus schien in der postkommunistischen Ära in Vergessenheit geraten zu sein. Durch ihn lässt sich das Prinzip des „historischen Materialismus“ nicht so sehr in Prognosen auf sozio-ökonomischer Grundlage, sondern in der Zusammenschau der Ungleichzeitigkeiten historischer Prozesse bestimmen, in der die Kategorie der Transformation im Sinne von Arbeit, Produktion und Praxis entscheidend ist.⁷⁹ Dies zeigt insbesondere auch die künstlerische Auseinandersetzung mit dieser Tradition, wie etwa die Texte und Bilder von Franz Wilhelm Seiwert (**Abb. 21**) verdeutlichen (Bohnen 1976): „Erkenntnis der Welt treibt zur Änderung der Welt“ (eine Formulierung, die sinngemäß auch in Ernst Blochs Hegelinterpretation wiederkehrt). Die Polysemie des Weltbegriffs ist hier als bewusstes Mittel der Imagination eingesetzt.

In diesem Blickwinkel bleiben Copernicus und Marx nicht einfach gegenübergestellt, sondern verweisen aufeinander und auf ihren umfassenderen Zusammenhang. Üblicherweise müsste hier die Technik als Vermittlungskategorie behandelt werden.

⁷⁹ Der allgemeine Arbeitsbegriff von Marx wurde jüngst wieder öfter betrachtet, z. B. bei Voß (2010, 33–36). Der konkretisierte Tätigkeitsbegriff der Arbeit spielt nicht nur bei vielen marxistischen Denkern eine große Rolle, sondern, wie angedeutet, auch weit darüber hinaus. Die „menschliche Geschichte der Natur“ von Serge Moscovici bildet hier eine mögliche Explikation.

Jedoch interessierte uns hier zunächst, wie sich der im Monument (Abb. 1) verkörperte Zusammenhang in Bezug auf methodische und historische Parallelen manifestiert und wie die Vermittlung durch den Begriff der Transformation die Bezüge der verschiedenen Aspekte ansatzweise sichtbar machen kann. Wenn Copernicus für die Erforschung des Planetensystems und Marx für die des ökonomischen Systems des Kapitalismus steht, so sind beide im Begriff der Revolution verbunden. Mit „Transformation“ werden nicht nur geschichtsphilosophisch die Prozesse erfasst, um deren allgemeineren Sinn die Nachfolger von Copernicus auf astronomischer und kosmologischer Ebene und die philosophischen Vorgänger von Marx auf sozialer und ökonomischer Ebene und alle auf wissenschaftlicher Ebene rangen. „Moderne“ ist hier nur ein vager Name. Gleichzeitig wird das Selbstverständnis historischer und historiographischer Reflexion ausgedrückt. Die Verallgemeinerung dieses Selbstverständnisses legten Marx und Engels im *Kommunistischen Manifest* zugrunde. Ihre Diagnose der sozialen und politischen Lage beschreibt nicht so sehr den Umsturz des Bestehenden, sondern (wie im Goethezitat) die Auflösung von allem Festen, als Lösung von allen Bindungen und Gewissheiten, die nun aber nicht umstandslos Freiheit bedeuten, sondern insbesondere die Gefahr des Umschlags in ihr Gegenteil beinhalten

Was uns das Denkmal von Foshan veranschaulichen kann, sind somit nicht nur Verbindungen der Natur-, Kultur- und Gesellschaftswissenschaften untereinander und die Perspektive auf ihren auf verschiedenen Ebenen konkret intervenierenden Charakter.⁸⁰ Indem Marx und Copernicus als Repräsentanten eines „wissenschaftlichen Zeitalters“ zugleich in ein Spannungsverhältnis zur Moderne als kapitalistischer Entwicklung gesetzt werden, wird vielmehr auch deutlich, dass die sie verbindende Vorstellung nicht auf einen bestimmten Aspekt beschränkt werden kann, was durchaus Probleme ihrer Veranschaulichung mit sich bringt. Doch das Problem der „Unanschaulichkeit“ ist der Wissenschaft gut bekannt. Hier ist die Einbildungskraft gefordert. Die Ansicht der vom Menschen veränderten Erdoberfläche, die ‚mythischen‘ Konsequenzen wissenschaftlich-technischer Entwicklung und innerer Formwandlungen mögen dafür Anhaltspunkte bieten (**Abb. 22**).

Die fortschreitende Umwandlung von Um- und Lebenswelten erfordert die Erforschung der ‚Selbstveränderung des Menschen‘ durch Rückwirkung seiner eigenen Tätigkeit und Erkenntnis auf menschliche Lebensbedingungen. Notwendig muss diese Reflexion den Erwartungshorizont und die Ideale im Sinne von mythopoetischen, ideologischen und gesellschaftlichen Orientierungen miteinbeziehen.

80 Dass dies auch auf die Geistes- oder Kulturwissenschaften zutrifft, zeigen nicht nur die wissenschaftshistorischen Auseinandersetzungen, sondern Deutungen historischer Erfahrungen überhaupt. Zudem bleibt dies nicht auf retrospektive Aspekte beschränkt, wie jüngst wieder stärker betont wird (Epstein 2012).



Abbildung 22 Den innerlichen Charakter und die Inversion der Wirkung der copernicanischen Revolution zeigt Andrew McIntosh auf vielen seiner großflächigen Gemälde der Caravan-Serie.

Dieser selbstreflexive Zusammenhang, der die Grundlage einer transformations-theoretischen Perspektive der Geschichte und dementsprechend der Transformationskosmologie bildet und sowohl ideelle als auch materielle, innere wie äußere Aspekte einbezieht, ist in Idealen und Praktiken der Wissenschaft zu finden. Wir verwiesen hier auf wissenschaftliche Explorations- und Revisionsfähigkeiten, die in ihrer Entwicklung von Mythopoiesen begleitet werden. Dies muss sowohl in den epistemologischen wie politischen Konsequenzen bedacht sein. Das allgemeinere Prinzip experimenteller Forschung als Welterschließung „von innen heraus“, ihre Methode „der inneren Grenzzetzung“⁸¹ könnten wir dann als die heutige Version des Zusammenhangs von Mikro- und Makrokosmos ansehen. Die Wissenschaft wird dementsprechend, wie Marx sagte, ebenfalls *eine* sein; wenn auch eine der Zusammenhänge und Transformationen.

81 Siehe dazu Wind (1934) 2001.

Danksagung

Die Abfassung des Beitrags wurde vom Europäischen Forschungsrat durch die Finanzierung des ERC-Projekts *EarlyModernCosmology* (GA 725883) unterstützt. Wir möchten uns auch ausdrücklich bei den Herausgebern und Lektoren für die Hinweise zum Text und bei Alexander Polzin und Andrew MacIntosh für ihre Bilder bedanken.

ORCID®

Pietro Daniel Omodeo  <https://orcid.org/0000-0003-3561-1154>

Sascha Freyberg  <https://orcid.org/0000-0002-7108-9976>

Bildnachweis

Abb. 1–3 Caiguanhao, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

Abb. 4 Wikimedia Commons, Public Domain

Abb. 5 Berlyn Brixner, Los Alamos National Laboratory, Wikimedia Commons

Abb. 6–7 stampcommunity.org, Public Domain

Abb. 8 Brahe 1598, o. S.

Abb. 9 Michelangelo Buonarroti, *The Fall of Phaeton*, 1533, RCIN 912766. Royal Collection Trust / © Her Majesty Queen Elizabeth II 2021

Abb. 11 Houghton Library, Wikimedia Commons, Public Domain

Abb. 12 Wikimedia Commons, Public Domain

Abb. 13 Victoria and Albert Museum, London

Abb. 14 Foto: Alexander Polzin, mit freundlicher Genehmigung des Künstlers

Abb. 15 Riccioli 1651

Abb. 16–17 Wikimedia Commons, Public Domain

Abb. 18 Descartes 1870, 175

Abb. 19 Leonardo da Vinci, *Studies of water*, c.1510–12, RCIN 912661, Royal Collection Trust/ Royal Collection Trust / © Her Majesty Queen Elizabeth II 2021

Abb. 20–21 Wikimedia Commons, Public Domain

Abb. 22 mackieart.com, mit freundlicher Genehmigung des Künstlers

Literatur

- Aiton, Eric John. 1972.** *The Vortex Theory of Planetary Motions*. London: MacDonald.
- Archimedis. 1558.** *Opera non nulla a Federico Commandino Urbinatense nuper in latinum conversa et commentariis illustrata*. Venetia: Paulus Manutius.
- Auerbach, Erich. 1939.** „Figura.“ *Archivum Romanicum* 22: 436–489.
- . **1946.** *Mimesis: Dargestellte Wirklichkeit in der abendländischen Literatur*. Bern: Francke.
- Bacon, Francis. 1620.** *Novum organum scientiarum*. London: Billium.
- Barker, Peter, und Bernard R. Goldstein. 1998.** „Realism and Instrumentalism in Sixteenth Century Astronomy: A Reappraisal.“ *Perspectives on Science* 6 (3): 232–258.
- Beierwaltes, Walter. 1978.** „Actaeon: Zu einem mythologischen Symbol Giordano Brunos.“ *Zeitschrift für philosophische Forschung* 32: 345–354.
- Blättler, Christine. 2019.** „Vom Szenenrand. Zur Kritik der politischen Technologie.“ In *Medienanthropologische Szenen*, hrsg. von Christiane Voss, Katerina Krtilova und Lorenz Engell, 91–104. München: Fink.
- . **2021.** *Benjamins Phantasmagorie. Wahrnehmung am Leitfaden der Technik*. Berlin: Dejavu.
- Blumenberg, Hans. 1965.** *Die copernicanische Wende*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- . **1960.** „Paradigmen zu einer Metaphorologie.“ In *Archiv für Begriffsgeschichte* 6: 7–142.
- . **1973–1976.** *Die Legitimität der Neuzeit*. 4 Bde. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- . **1975.** *Die Genesis der copernicanischen Welt*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Bohnen, Uli. 1976.** „Das Gesetz der Welt ist die Änderung der Welt. Die rheinische Gruppe progressiver Künstler (1918–1933).“ Diss. Universität Tübingen. Berlin: Kramer.
- Brahe, Tycho. 1598.** *Astronomiae instauratae mechanica*. Wandsbek: o. V.
- . **1972.** *Opera omnia*, hrsg. von John Louis Emil Dreyer. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Brecht, Bertolt. 1966.** *Leben des Galilei*. Leipzig: Reclam.
- Bruno, Giordano. 2000.** *Dialoghi filosofici italiani*, a cura di Michele Ciliberto. Milano: Mondadori.
- Bschir, Karim. 2012.** *Wissenschaft und Realität: Versuch eines pragmatischen Empirismus*. Tübingen: Mohr Siebeck.
- Bukharin, Nikolai. 1931.** „Theory and Practice from the Standpoint of Dialectical Materialism.“ In *Science at the Cross Roads*, papers presented to the International congress of the history of science and technology—London, June 29–July 3rd, 1931 by the delegates of the U.S.S.R., 11–33. London: Kniga.
- Campanella, Tommaso. 2007.** *Del senso delle cose e della magia*, a cura di Germana Ernst. Bari: Laterza.
- . **1997.** *La città del Sole*, a cura di Luigi Firpo. Bari: Laterza.
- Cassirer, Ernst. 2000.** *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*. In *Gesammelte Werke: Hamburger Ausgabe (ECW)*, hrsg. von Birgit Recki. Bd. 6. Hamburg: Meiner.
- . **2001.** *Zur Einsteinschen Relativitätstheorie: Erkenntnistheoretische Betrachtungen*. In *Gesammelte Werke: Hamburger Ausgabe (ECW)*, hrsg. von Birgit Recki. Bd. 10. Hamburg: Meiner.
- Certeau, Michel de. 1991.** *Das Schreiben der Geschichte*. Übers. von Sylvia M. Schomburg-Scherff, mit einem Nachwort von Roger Chartier. Frankfurt am Main: Campus.
- Christie, James E. 2019.** *From Influence to Inhabitation: The Transformation of Astrobiology in the Early Modern Period*. Cham: Springer.
- Cohen, H. Floris. 1994.** *The Scientific Revolution: A Historiographical Inquiry*. Chicago: UP.

- Cohen, Morris Raphael. 1953.** *Reason and Nature: The Meaning of the Scientific Method*. 2. Aufl. New York: Macmillan.
- Copernicus, Nicolaus. 1543.** *De revolutionibus orbium coelestium*. Nürnberg: Petreius.
- . **2006.** *Das neue Weltbild*, hrsg. und kommentiert von Hans G. Zekl. Sonderausgabe der Philosophischen Bibliothek. Hamburg: Meiner.
- Davidson, Herbert Alan. 1992.** *Alfarabi, Avicenna and Averroes: Their Cosmologies, Theories of Active Intellect and Theories of the Human Intellect*. New York: Oxford University Press.
- Descartes, René. 1870.** *Prinzipien der Philosophie*. In *René Descartes' philosophische Werke*. Übersetzt und erläutert von Julius Heinrich von Kirchmann. Abt. 3, Teil 2. Berlin: Heimann 1870. <http://www.zeno.org/nid/2000916121X>.
- Dewey, John. 1929.** *The Quest for Certainty: A Study of the Relation of Knowledge and Action*. New York: Putnam.
- Dijksterhuis, Eduard Jan. 1956.** *Archimedes*. Copenhagen: Munksgaard.
- Elkana, Yehuda. 2012.** „The University of the 21st Century: An Aspect of Globalization.“ In *The Globalization of Knowledge in History*, hrsg. von Jürgen Renn. Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge, Studies 1. Berlin: EOA. <https://www.mprl-series.mpg.de/studies/1/29/index.html>.
- Engels, Friedrich. 1962.** „Dialektik der Natur.“ In *Marx-Engels-Werke* (MEW). Bd. 20, 305–570. Berlin: Dietz.
- . **1976.** „Die Lage Englands (1844).“ In *Marx-Engels-Werke* (MEW). Bd. 1, 525–592. Berlin: Dietz.
- Eppstein, Mikhail. 2012.** *The Transformative Humanities: A Manifesto*. London: Bloomsbury.
- Ernst, Germana. 2002.** *Tommaso Campanella*. Bari: Laterza.
- Feldhay, Rivka, und F. Jamil Ragep, Hrsg.** 2017. *Before Copernicus: The Cultures and Contexts of Scientific Learning in the Fifteenth Century*. Montreal: McGill-Queen's UP.
- Firpo, Luigi. 1947.** *Ricerche campanelliane*. Florenz: Sansoni
- Freyberg, Sascha. 2021.** „Dem Gehirne der Lebenden‘: Zur ikonischen und symbolischen Erfassung von Geschichte.“ In *Geschichtsphilosophie nach der Geschichtsphilosophie? Perspektiven der Kulturgeschichte im Ausgang von Heinz Dieter Kittsteiner*, hrsg. von Reinhard Blänkner, Falko Schmieder, Christian Voller, und Jannis Wagner, 183–215. Bielefeld: transcript.
- . **2021b.** „Die kosmologische Inversion des Weltuntergangs bei Ewald IJenkov.“ In *Narthex. Heft für radikales Denken*, 7: 76–83.
- . **(2022).** „Metamorphologie: Zum Begriff der Wissenschaft in Ernst Cassirers Phänomenologie der Erkenntnis.“ In *Morphologie als Paradigma in der Philosophie und den Wissenschaften*, hrsg. von Ralf Becker, Sascha Freyberg, Ralf Müller, Thomas Reinhardt, Muriel van Vliet, und Matthias Wunsch. Beihefte der AZP 3, 77–98. Stuttgart-Bad Cannstatt: Frommann-Holzboog.
- Freyberg, Sascha, und Stefan Niklas. 2018.** „Rekonstruktive Synthesis: Zur Methodik der Kulturphilosophie bei Ernst Cassirer und John Dewey.“ In *Ernst Cassirer in systematischen Beziehungen*, hrsg. von Thiemo Breyer und Stefan Niklas, 47–68. Berlin: De Gruyter.
- Gemma Frisius, Cornelius. 1569.** *De arte cyclognomica*. Antwerpen: Plantinus.
- Goethe, Johann Wolfgang von. 1893.** „Geschichte der Farbenlehre.“ In *Goethes Werke*. Weimarer Ausgabe. Abt. 2., Bd. 3. Weimar: Böhlau.
- Gramsci, Antonio. 2007.** *Quaderni del carcere*, a cura di Valentino Gerratana. Turin: Einaudi.
- Granada, Miguel Ángel. 1982.** „La reforma baconiana del saber: Milenarismo científica, magia, trabajo y superación del escepticismo.“ *Theorema* 12: 71–95.

- . 2011. Einleitung in *La Gran Restauración (Novum Organum)*, von Francis Bacon, ix–xlii. Madrid: Tecnos.
- Granada, Miguel Ángel, und Édouard Mehl.** Hrsg. 2009. *Nouveau ciel – Nouvelle terre: La révolution copernicienne dans l'Allemagne de la Réforme (1530–1630)*. Paris: Les Belles Lettres.
- Grant, Edward.** 1994. *Planets, Stars and Orbs: The Medieval Cosmos, 1200–1687*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hacking, Ian.** 1983. *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge: UP.
- Hallyn, Fernand.** 2008. „A Poem on the Copernican System: Cornelius Gemma and his Cosmocritical Art.“ In *Cornelius Gemma: Cosmology, Medicine and Natural Philosophy in Renaissance Louvain*, hrsg. von Hiro Hirai, 13–32. Pisa: Serra.
- Hampe, Michael.** 2007. *Eine kleine Geschichte des Naturgesetzbegriffs*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Hessen, Boris.** 1931. „The Socio-Economic Roots of Newton's Principia.“ In *Science at the Cross Roads: Papers from The Second International Congress of the History of Science and Technology 1931*, 147–212. London: Kniga.
- Horst, Falk. o. J.** „Einige Grundpositionen im Werk von Panajotis Kondylis.“ Online: <http://www.kondylis.net/rezensionen/DrFalkHorstEinigeGrundpositionen.pdf>
- Hübner, Kurt.** 1984. *Warum gibt es ein wissenschaftliches Zeitalter?* Berichte aus den Sitzungen der Joachim Jungius-Gesellschaft der Wissenschaften, Jahrgang 2, Heft 5. Hamburg: Joachim Jungius-Gesellschaft der Wissenschaften.
- Husserl, Edmund.** 1940. „Grundlegende Untersuchungen zum phänomenologischen Ursprung der Räumlichkeit der Natur.“ In *Philosophical Essays in Memory of Edmund Husserl*, hrsg. von Marvin Farber, 305–326. Cambridge, MA: Harvard UP.
- . 1996. *Die Krisis der europäischen Wissenschaft und die transzendente Phänomenologie*. Hamburg: Meiner.
- Ilyenkov, Evald.** 2017. „Cosmology of the Spirit.“ *Stasis* 5 (2). <https://doi.org/10.33280/2310-3817-2017-5-2-164-190>.
- Jantsch, Erich.** 1980. *The Self-Organizing Universe: Scientific and Human Implications of the Emerging Paradigm of Evolution*. New York: Pergamon Press.
- Kanitscheider, Bernulf.** 1984. *Kosmologie: Geschichte und Systematik in philosophischer Perspektive*. Stuttgart: Reclam.
- Kant, Immanuel.** 1755. *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels*. Königsberg: Petersen (wiederveröff. in *Akademieausgabe* Bd. 1. Berlin 1900 ff., 215–368).
- . 1984. *Der Streit der Fakultäten* (1798), hrsg. von Steffen Dietzsch. Leipzig: Reclam (auch in *Akademieausgabe* Bd. 7. Berlin 1900 ff., 13–115).
- . 1998. *Kritik der reinen Vernunft* (1781/1787), hrsg. von Jens Timmermann. Hamburg: Meiner (Aufl. von 1787 auch in *Akademieausgabe* Bd. 3. Berlin 1900 ff.).
- Kaufmann, Felix.** 1949. „Ernst Cassirer's Theory of Scientific Thought.“ In *The Philosophy of Ernst Cassirer*, hrsg. von Paul A. Schilpp, 183–213. Evanston: The Library of Living Philosophers.
- Kaulbach, Friedrich.** 1973a. „Die Copernicanische Denkfigur bei Kant.“ *Kant-Studien* 64: 30–48.
- . 1973b. „Die Copernicanische Wende als philosophisches Prinzip.“ In *Nicolaus Copernicus zum 500. Geburtstag*, hrsg. von Friedrich Kaulbach, Udo W. Bargenda, und Jürgen Blühdorn, 26–62. Köln: Böhlau.
- . 1987. „Kant und Nietzsche im Zeichen der copernicanischen Wendung: Ein Beitrag zum Problem der Modernität.“ *Zeitschrift für philosophische Forschung* 41 (3): 349–372.
- Kemp, Martin.** 2019. „Leonardo da Vinci's Laboratory: Studies in Flow.“ *Nature* 571: 322–323.
- Kittsteiner, Heinz Dieter.** 1999. „Kants Theorie des Geschichtszeichens: Vorläufer und Nachfahren.“ In *Geschichtszeichen*, hrsg. von Heinz Dieter Kittsteiner, 81–117. Köln: Böhlau.

- . 2003. „Die Stufen der Moderne.“ In *Geschichtsphilosophie und Kulturkritik*, hrsg. von Herta Nagl-Docekal und Johannes Rohbeck, 91–117. Darmstadt: WBG.
- . 2004. *Out of Control: Über die Unverfügbarkeit des historischen Prozesses*. Berlin: Philo.
- Knobloch, Eberhard.** 2004. „Copernicanische Wende, Signatur des Jahrhunderts.“ In *Macht des Wissens: Die Entstehung der modernen Wissenschaft*, hrsg. von Richard van Dülmen und Sina Rauschenbach, 89–110. Köln: Böhlau.
- König, Peter.** 2010. „Zum Verhältnis von ‚poiesis‘ und ‚praxis‘ in Vicos ‚Scienza Nuova‘.“ *Zeitschrift für Kulturphilosophie* 4 (2): 239–262.
- Koyré, Alexandre.** 1957. *From the Closed World to the Infinite Universe*. Baltimore: Johns Hopkins Press.
- . 1973. *The Astronomical Revolution: Copernicus, Kepler, Borelli* (1961). Übers. von R. E. W. Maddison. Paris: Hermann et al.
- Kuhn, Thomas S.** 1957. *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*. Cambridge, MA.: Harvard UP.
- Leopardi, Giacomo.** 1918. „Il Copernico. Dialogo, in Operette morali“, hrsg. von Giovanni Gentile, 252–264. Bologna: Zanichelli.
- Lerner, Michel-Pierre.** 1987. „Le ‚livre vivant‘ de Dieu: La cosmologie évolutive de Tommaso Campanella.“ *Baroque* 12: 111–129.
- Lewin, Kurt.** 1931. „Der Übergang von der aristotelischen zur galileischen Denkweise in Biologie und Psychologie.“ *Erkenntnis* 1: 421–466.
- Mach, Ernst.** 1883 (1988). *Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt*. Berlin: Akademie.
- Marx, Karl.** 1968. „Ökonomisch-philosophische Manuskripte aus dem Jahre 1844.“ In *Marx-Engels-Werke* (MEW). Ergänzungsband, 1. Teil, 465–588. Berlin: Dietz.
- Masco, Joseph.** 2004. „Nuclear Technoaesthetics: Sensory Politics from Trinity to the Virtual Bomb in Los Alamos.“ *American Ethnologist* 31 (3): 1–25.
- Meillasoux, Quentin.** 2008. *Nach der Endlichkeit: Versuch über die Notwendigkeit der Kontingenz*. Übers. von Roland Frommel. Zürich: Diaphanes.
- Mikołajewski, Maciej, und Robert Szaj.** 2018. „Postłowie [introduction]“ zu: Nicolai Copernici Torunensis *De revolutionibus orbium coelestium libri sex*. Torun: Drukarnia Graffiti BC.
- Moscovici, Serge.** 1977. *Essai de l'histoire humaine de la nature*. [Nouvelle édition]. Paris: Flammarion.
- . 1982. *Versuch über die menschliche Geschichte der Natur*. Übers. von Michael Bischoff. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Neuber, Wolfgang, Thomas Rahn, und Claus Zittel, Hrsg.** 2014. *The Making of Copernicus: Early Modern Transformations of a Scientist and his Science*. Intersections 36. Leiden: Brill.
- Newton, Issac. (1687) 1934.** *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Transl. by Andrew Motte in 1729. The translation revised [...] by Florian Cajori. Berkeley: University of California Press.
- Niethammer, Lutz.** 1989. *Posthistoire: Ist die Geschichte zu Ende?* Reinbek: Rowohlt.
- Nietzsche, Friedrich.** 1999. *Sämtliche Werke*. Kritische Studienausgabe in 15 Bänden (KSA), hrsg. von Giorgio Colli und Mazzino Montinari. 15 Bde. München: dtv; Berlin: de Gruyter.
- Noack, Klaus-Peter.** 1981. „Marx und die Copernicanische Wende.“ *Aus dem philosophischen Leben der DDR*, Heft 7, 37–38.
- Omodeo, Pietro Daniel.** 2011. „Nikolaus von Kues als Copernicaner: Sein Beitrag zur Astronomie nach der Auffassung der Renaissance.“ *Coincidentia: Zeitschrift für europäische Geistesgeschichte* 2 (2): 403–444.
- . 2012. „Renaissance Science and Literature: Benedetti, Ovid and the Transformations of Phaeton's Myth after Copernicus.“ *Science & Education* 21: 1–8.

- . 2014. *Copernicus in the Cultural Debates of the Renaissance: Reception, Legacy, Transformation*. Leiden: Brill.
- . 2016. „Copernicus as Kuhn’s Paradigm of Paradigms: The Epistemological Dimension of The Copernican Revolution.“ In *Shifting Paradigms: Thomas S. Kuhn and the History of Science*, hrsg. von Alexander Blum, Kostas Gavroglu, Christian Joas und Jürgen Renn, 61–86. Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge, Proceedings 8. Berlin: EOA. <https://doi.org/10.34663/9783945561119-07>.
- Omodeo, Pietro Daniel, und Lindsay Parkhowell.** 2018. „Towards Another Sublime: Away from the Aesthetics of Destruction.“ In *Technology and the Sublime*, ed. by Giulia Rispoli and Christoph Rosol, special issue, *Azimuth: Philosophical Coordinates between Modern and Contemporary Age* 12 (2): 147–165.
- Pascal, Blaise.** (1976) 2015. *Pensées*. Paris: Flammarion.
- Prigogine, Ilya.** 1968. *Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes*. 3. ed. New York: Wiley.
- Prigogine, Ilya, und Isabelle Stengers.** 1981. *Dialog mit der Natur: Neue Wege naturwissenschaftlichen Denkens*. München: Piper.
- Renn, Jürgen.** 2019. „The Evolution of Knowledge: Rethinking Science for the Anthropocene.“ *HoST – Journal of History of Science and Technology* 12: 1–22.
- Renn, Jürgen, und Bernd Scherer, Hrsg.** 2015. *Das Anthropozän: zum Stand der Dinge*. Berlin: Matthes & Seitz.
- Rescher, Nicolas.** 1984. *The Limits of Science*. Berkeley: UC Press.
- . 2000. *Process Philosophy: A Survey of Basic Issues*. Pittsburgh: U Pittsburgh Press.
- Riccioli, Giovanni Battista.** 1651. *Almagestum novum: astronomiam veterem novamque complexens observationibus aliorum*. Bononiae: Benatij.
- Richta, Radovan, und Kollektiv, Hrsg.** 1971. *Richta-Report: Politische Ökonomie des 20. Jahrhunderts: Die Auswirkungen der technisch-wissenschaftlichen Revolution auf die Produktionsverhältnisse*. Frankfurt am Main: Makol.
- Rutkin, H. Darrel.** 2019. *Sapientia Astrologica: Astrology, Magic and Natural Knowledge, ca. 1250–1800*. Vol. 1. Dordrecht: Springer.
- Savoie, Denis.** 1997. „La diffusion du copernicanisme au XVI^e siècle: Les Tables Prutenique.“ *L’Astronomie* III: 45–50.
- Scheler, Max.** 2017. *Die Stellung des Menschen im Kosmos* (1927). Hamburg: Meiner.
- Schlauadt, Oliver.** 2014. *Was ist empirische Wahrheit? Pragmatische Wahrheitstheorie zwischen Kritizismus und Naturalismus*. Frankfurt am Main: Klostermann.
- Schmieder, Falko.** 2014. „Urgeschichte der Nachmoderne: Zur Archäologie des Anthropozäns.“ In *Forum Interdisziplinäre Begriffsgeschichte* 3 (2): 43–48.
- Schönecker, Dieter, Dennis Schulting, Niko und Strobach.** 2011. „Kants copernicanisch-newtonische Analogie.“ *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* 59 (4): 497–518.
- Schulting, Dennis.** 2009. „Kant’s Copernican Analogy: Beyond the Non-Specific Reading.“ *Studi Kantiani* 22: 39–65.
- Shapin, Steven.** 1996. *The Scientific Revolution*. Chicago: UP.
- Steffen, Will, Wendy Broadgate, Lisa Deutsch, Owen Gaffney, und Cornelia Ludwig.** 2015. „The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration.“ *The Anthropocene Review* 2 (1): 1–18.
- Swerdlow, Noel M.** 2004. „An Essay on Thomas Kuhn’s First Scientific Revolution, the Copernican Revolution.“ *Proceedings of the American Philosophical Society* 148 (1): 64–120.
- Swerdlow, Noel M., und Otto Neugebauer.** 1984. *Mathematical astronomy in Copernicus’s De revolutionibus*. New York: Springer.
- Vico, Giambattista.** 2009. *Prinzipien einer neuen Wissenschaft über die gemeinsame Natur der Völker*. Scienza Nuova, nach der 3. Auflage 1744. Übers. von Vittorio Hösle und Christoph Jermann. Hamburg: Meiner.
- Voß, G. Günter.** 2010. „Was ist Arbeit? Zum Problem eines allgemeinen Arbeitsbegriffs.“

In *Handbuch Arbeitssoziologie*, hrsg. von Fritz Böhle, G. Günter Voß, und Günther Wachtler, 23–80. Wiesbaden: VS.

Westman, Robert S. 1975. „The Melancthon Circle, Rheticus and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory.“ *Isis* 66: 163–193.

———. 1994. „Two Cultures or One? A Second Look at Kuhn’s The Copernican Revolution.“ *Isis* 85: 79–115.

Whitehead, Alfred North. 1926. *Science and the Modern World: The Lowell Lectures 1925*. Cambridge: UP.

Wind, Edgar. 1936. „Some Points of Contact between History and Natural Science.“

In *Philosophy and History: Essays presented to Ernst Cassirer*, hrsg. von Raymond Klібansky und Herbert J. Paton, 255–264. New York: Oxford UP.

———. 1934 (2001). *Das Experiment und die Metaphysik: Zur Auflösung der kosmologischen Antinomien*, hrsg. von Bernhard Buschendorf. Frankfurt am Main: Suhrkamp.