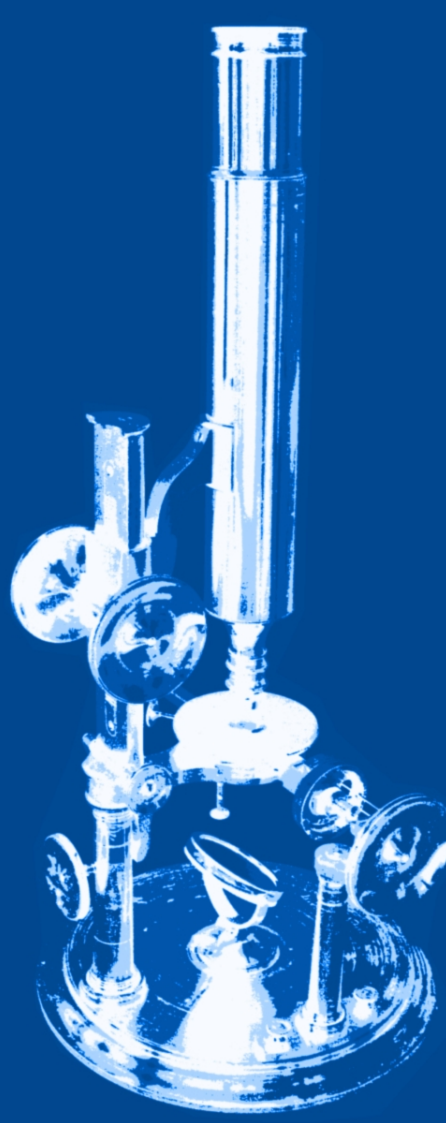


## Zentrum für Logik Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte

Forschungsbericht 2009–2012



106

$$\begin{array}{l} x | z \\ z | v \\ (7) : \\ a \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(z_\gamma, v_\beta) \\ b \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(z_\gamma, v_\beta) \\ c | f(y, v) \\ d \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(z_\gamma, y_\beta) \end{array}$$

(102) :

$$\begin{array}{l} x | z \\ z | y \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(z_\gamma, v_\beta) \\ \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(z_\gamma, y_\beta) \\ \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(z_\gamma, v_\beta) \\ f(y, v) \\ \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(z_\gamma, y_\beta) \\ \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(z_\gamma, v_\beta) \\ f(y, v) \\ \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(z_\gamma, y_\beta) \end{array} \quad (107)$$

$$\begin{array}{l} \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(z_\gamma, v_\beta) \\ f(y, v) \\ \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(z_\gamma, y_\beta) \end{array} \quad (108)$$

Hier folge die Ableitung von (108) in Worten.  
Wenn  $y$  der mit  $z$  anfangenden  $f$ -Reihe angehört, so folgt nach (102) jedes Ergebnis einer Anwendung des Verfahrens  $f$  auf  $y$  in der  $f$ -Reihe auf  $z$ .  
Nach (106) gehört dann jedes Ergebnis einer Anwendung des Verfahrens  $f$  auf  $y$  der mit  $z$  anfangenden  $f$ -Reihe an.  
Daher:  
Wenn  $y$  der mit  $z$  anfangenden  $f$ -Reihe angehört, so gehört jedes Ergebnis einer Anwendung des Verfahrens  $f$  auf  $y$  der mit  $z$  anfangenden  $f$ -Reihe an.

108

$$\begin{array}{l} v | a \\ z | x \\ y | b \end{array}$$

(75) :

$$f(\Gamma) \left| \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(x_\gamma, \Gamma_\beta)$$

$$\begin{array}{l} \left| \begin{array}{l} \delta \\ \alpha \end{array} \right. \left( \begin{array}{l} \gamma \\ \beta \end{array} \right. f(x_\gamma, \alpha_\beta) \\ f(\delta, \alpha) \end{array} \quad (109)$$

Die Eigenschaft, der mit  $x$  anfangenden  $f$ -Reihe anzugehören, vererbt sich in der  $f$ -Reihe.



# Zentrum für Logik, Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte

Forschungsbericht 2009 bis 2012

Herausgegeben von Olaf Engler und Martin Lemke

Redaktion: Olaf Engler, Martin Lemke, Konstantin Leschke

Mit Beiträgen von

Wolfgang Bernard, Karsten Böger, Tobias Breidenmoser, Olaf Engler, Georg  
Fuellen, Niels David Grewe, Björn Henning, Mathias Iven, Ludger Jansen,  
Günther Jirikowski, Bertram Kienzle, Kersten Krüger, Martin Lemke, Julia  
Otilie Lippmann, Michael Pohl, Jürgen Renn, Stefan Richter, Johannes Röhl,  
Lars Schwabe, Jendrik Stelling, Effi Sternkiker, Dieter G. Weiss, Hans Jürgen  
Wendel, Olaf Wolkenhauer u. v. a.

Rostock 2013

©ZLWWG – Zentrum für Logik, Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte, November 2013

Herausgegeben für das ZLWWG an der Universität Rostock von Olaf Engler und Martin Lemke

[www.zlwwg.uni-rostock.de](http://www.zlwwg.uni-rostock.de)

Redaktion: Olaf Engler, Martin Lemke und Konstantin Leschke

Layout: Martin Lemke und Konstantin Leschke

Redaktionsschluss: 01.11.2013

# Inhaltsverzeichnis

<b>Editorial</b>	<b>7</b>
<b>Einführung</b>	<b>9</b>
<b>Transformationen des Wissens</b>	<b>17</b>
Fokus der Forschung . . . . .	17
Projekte . . . . .	18
<i>Zellbiologie und Mikroskopie</i> (D. G. Weiss, M. Lemke) . . . . .	33
<i>Das Erbe Kants</i> (K. Böger) . . . . .	45
<b>Repräsentationen des Wissens</b>	<b>53</b>
Fokus der Forschung . . . . .	53
Projekte . . . . .	54
<i>Mechanisms</i> (M. Pohl) . . . . .	67
<b>Sammlung, Archivierung und Bewahrung des Wissens</b>	<b>77</b>
Fokus der Forschung . . . . .	77
Projekte . . . . .	78
<i>Bemerkung zur kritischen Edition</i> (H. J. Wendel) . . . . .	100
<i>Literatur als codierte Philosophie?</i> (W. Bernard) . . . . .	108
<b>Historische Theorie des Wissens</b>	<b>117</b>
Fokus der Forschung . . . . .	117
Projekte . . . . .	118
<i>Erkenntnisfortschritt</i> (B. Kienzle) . . . . .	123
<i>Objectivity of Scientific Images</i> (D. G. Weiss, G. Jirikowski) . . . . .	133

<b>Logische und metaphysische Grundlagen des Wissens</b>	<b>149</b>
Fokus der Forschung . . . . .	149
Projekte . . . . .	151
<i>Das Zebra</i> problem (M. Lemke) . . . . .	155
<i>Advertising LEIM</i> (B. Kienzle, M. Lemke) . . . . .	165
<b>Vorträge, Workshops, Kaminabende</b>	<b>177</b>
Vorträge . . . . .	177
Workshops . . . . .	179
Kaminabende . . . . .	186
<b>Personen</b>	<b>191</b>
Vorstand . . . . .	191
Mitglieder . . . . .	192

# Editorial

Der vorliegende Bericht informiert über die Aktivitäten des Zentrums für Logik, Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte der Universität Rostock in den Jahren 2009 bis 2012.

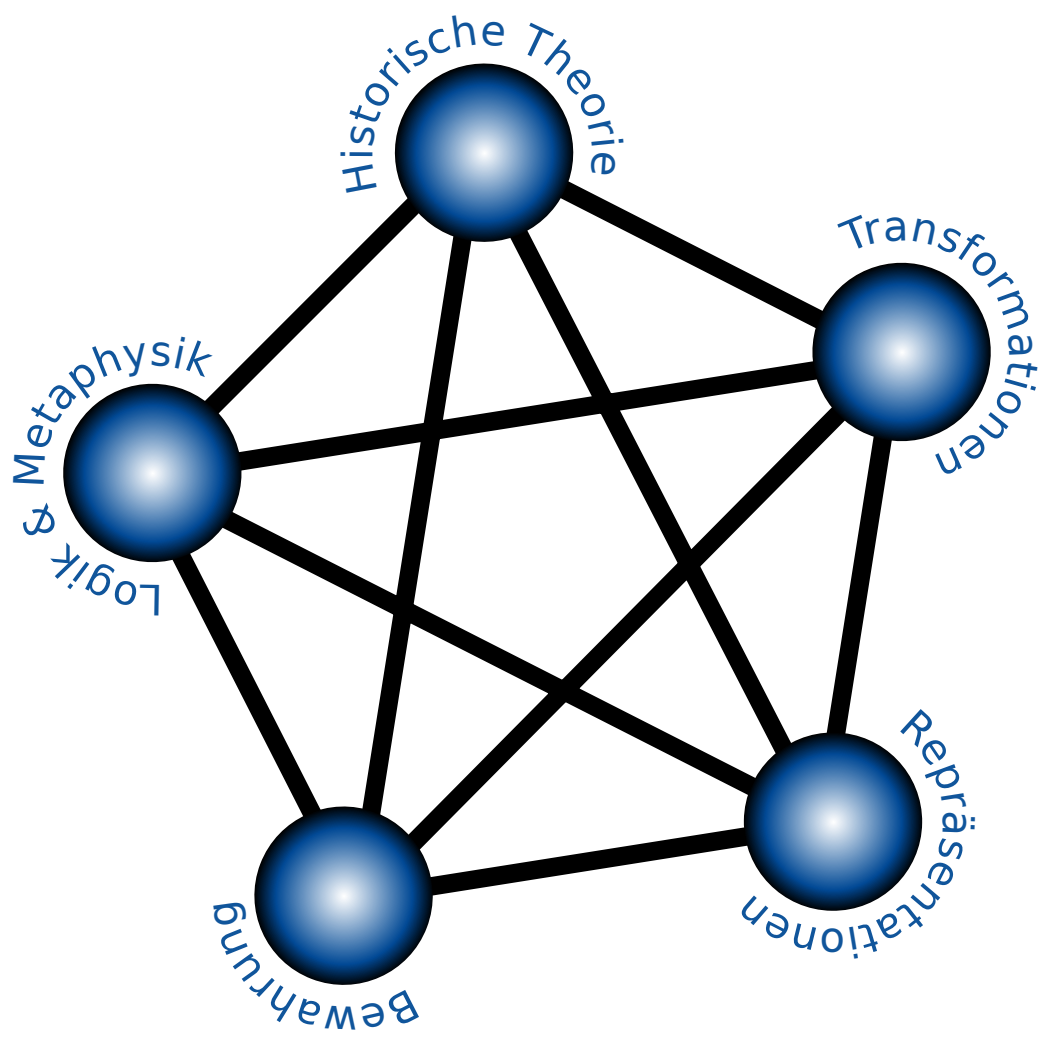
Das ZLWWG hat sich in den nunmehr fünf Jahren seines Bestehens als eine interdisziplinäre Einrichtung an der Universität etabliert. Der Bericht bietet einen Querschnitt der vielfältigen Aktivitäten, die durch das ZLWWG und Partnerinstitutionen gemeinsam initiiert und kooperativ durchgeführt wurden. Gleichfalls werden Projekte vorgestellt, die in den kommenden Jahren die Arbeit am ZLWWG bestimmen werden.

Seit seiner Gründung steht das ZLWWG allen interessierten Angehörigen der Universität Rostock offen. Das ZLWWG ist dabei fächerübergreifend ausgerichtet. Der Begriff der *Wissenschaftstheorie* ist hierbei ebenso weit zu fassen, wie der der *Logik*: Jeder, der über die begrifflichen und materiellen Grundlagen seines Faches, seine historische Entwicklung und philosophische Ausrichtung reflektiert, um Maßstäbe für die Be-

urteilung des Anspruchs der Wissenschaft auf Wissen zu hinterfragen, betreibt Wissenschaftstheorie. Neben den klassischen Disziplinen, die mit der philosophischen Wissenschafts- und Erkenntnistheorie seit langem verbunden sind, wie Physik und Mathematik, ist ausdrücklich an methodisch interessierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler so verschiedener Fächer wie Biologie, Medizin, Informatik, Soziologie, Demografie, Geschichte, Politik-, Sprach- und Kulturwissenschaften, Jura und Theologie gedacht. Einen breiten Raum der Aktivitäten am ZLWWG nimmt die *Wissenschaftsgeschichte* ein.

Für das Engagement und die Zusammenarbeit in den letzten Jahren möchten wir uns bei allen Mitgliedern des ZLWWG bedanken. Wir wünschen uns auch weiterhin einen fruchtbaren Dialog zwischen den Disziplinen und gemeinsame Perspektiven über Fächergrenzen hinweg.

Berlin und Rostock, im Frühjahr 2013  
*Jürgen Renn, Hans Jürgen Wendel,  
Olaf Engler und Martin Lemke*





# Einführung

Das Zentrum für Logik, Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte ist ein institutionalisierter Forschungsverbund an der Universität Rostock. Am ZLWWG sind derzeit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus fünf Fakultäten beteiligt. Mit einer Reihe von wichtigen außeruniversitären Einrichtungen pflegt das ZLWWG einen intensiven wissenschaftlichen Austausch.

Das ZLWWG wurde am 30. November 2006 unter Beteiligung des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte Berlin gegründet. Seither besteht eine Vereinbarung zwischen der Universität Rostock und dem Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, auf den Gebieten der Logik, Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte eng zusammenzuarbeiten.

Im Rahmen dieser Kooperation sollen insbesondere Forschungen zu den begrifflichen und materiellen Grundlagen der methodischen Wissenschaften und konzeptionell ausgerichtete Untersuchungen zu einer historischen

Theorie des Wissens, einschließlich ihrer Wurzeln in der Antike, gefördert werden. Ziel und Aufgabe des ZLWWG ist es daher, die an der Universität Rostock vorhandenen Kompetenzen in diesen Bereichen zusammenzuführen, den Austausch mit externen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zu fördern und vor allem, interdisziplinäre Impulse für Forschung und Lehre zu bündeln.

Am ZLWWG wird daher insbesondere die zentrale Stellung, Funktion und Leistung von Wissen in menschlichen Gesellschaften näher beleuchtet und dabei dessen Schlüsselfunktion zum Verständnis der Welt, und als Ressource gemeinschaftlichen Denkens und Handelns, untersucht.

Hier muss zunächst festgehalten werden, dass Wissen in seinen vielfältigen Formen zu denjenigen prägenden Elementen der menschlichen Kultur gehört, von denen alle anderen Errungenschaften und Leistungen wesentlich beeinflusst werden. Es ist dabei *einerseits* selbst als Kulturleistung anzusehen, und kann daher im Rah-

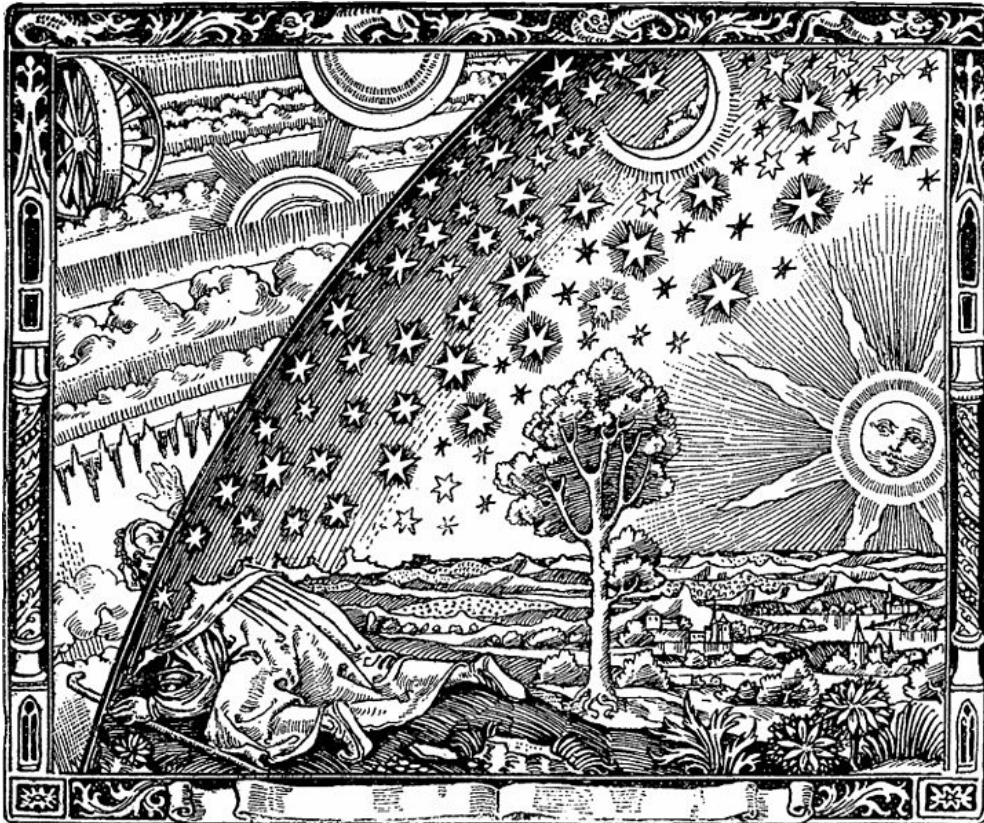


Fig. 1: Übergang vom antiken zum kopernikanischen Weltbild (© Wikisource)

men verschiedener historischer und geographischer Gemeinschaften unterschiedliche Formen annehmen, *andererseits* beeinflusst es alle anderen Kulturleistungen. Stets wurde das vorhandene Wissen in unterschiedlichen Epochen zu vermeintlich universellen Weltbildern vereint, deren Transformationen wiederum das Ergebnis von wissenschaftlichen Revolutionen waren (→ Fig. 1). Bezogen auf den Horizont eines in den Wissenschaften verfügbaren, sozial vernetzten und kulturhistorisch verankerten, sowie auf verschiedene Weisen repräsentierten

Vorrats an Wissensressourcen, erfüllt Wissen vier wichtige Funktionen:

- es dient als Quelle und Fundus des theoretischen Weltverständnisses und hängt damit von Formen der Wissensrepräsentation, -archivierung und -tradierung ab
- es ist in praktischer Hinsicht Orientierungs- und Ordnungsressource, die insbesondere in Informations- und Bildungskontexten adaptiert und tradiert wird
- es gibt einen historischen, geographischen und kulturellen Horizont möglicher Themen und Pro-

bleme vor, der in Entstehungs-, Akzeptanz- und Rechtfertigungszusammenhängen nur begrenzt überschritten werden kann

- die Verfügbarkeit von Wissen ist als technologische Ressource nicht zuletzt ein entscheidender Standortfaktor im ökonomischen Wettbewerb und notwendige Bedingung für den kumulativen Fortschritt in einer globalisierten Welt. Als Ressource gibt uns das Wissen Möglichkeiten, durch seine Anwendung in den Lauf der Welt einzugreifen.

Hinsichtlich des Weltverständnisses und der damit verbundenen Weltauslegung, die sich im Rahmen verschiedener Wissensformen artikulieren, werden am ZLWWG in projektbasierten Kooperationen drei grundlegende Fragen erörtert:

- 1) Können in andersgearteten kulturellen und historischen Kontexten unterschiedliche Formen von Wissen und Wissenschaft aufgefunden werden, und welches ist der Anteil des Kulturellen (bzw. Historischen) an diesen Unterschieden; gibt es grundlegende Gemeinsamkeiten, kulturunabhängige Standards, Bedingungen und Voraussetzungen wissenschaftlichen Wissens, die alle Formen von Wissen und Wissenschaft teilen?
- 2) Inwieweit kann, trotz der stetigen Ausdifferenzierung der Wissenschaften, an einem einheitli-

chen und integrativen Weltverständnis festgehalten werden?

- 3) Was könnte eine tragfähige Konzeption für ein integratives Weltverständnis ausmachen, die nicht nur aus den Ergebnissen ganz unterschiedlicher Wissenschaften gespeist wird, sondern auch auf die unmittelbare, lebensweltliche Erfahrung aufbaut?

Zweifellos leben wir heute in einer durch die Resultate und Methoden der verschiedenen Wissenschaften geprägten Welt. Infolgedessen scheint es zunächst so, als sei unser Weltverständnis allein durch eine bestimmte Form von Wissen, nämlich das wissenschaftliche Wissen, ausgezeichnet. Dies ist jedoch nicht der Fall.

Wie insbesondere die Wissenschaftsgeschichte gezeigt hat, lassen sich aus verschiedenen Perspektiven Alternativen zur heutigen wissenschaftlichen Weltauffassung aufzeigen. So gibt es neben dem wissenschaftlichen Wissen auch noch andere Formen von Wissen, die sich im Rahmen verschiedener historischer, geographischer und kultureller Gemeinschaften und Kontexte herausgebildet haben. Beispiele hierfür sind die verschiedenen Formen des Alltagswissens und der lebensweltlichen Erfahrung. *Historisch* gesehen das antike Wissen und das Wissen der Neuzeit, *systematisch* betrachtet aber auch Formen von Wissen mit Bezug auf unterschiedliche Wissenschaften.



Fig. 2: Moritz-Schlick-Forschungsstelle (© ZLWWG )

Angesichts dieser verschiedenen Wissensformen lässt sich die grundlegende Frage stellen, ob sie lediglich unverbunden (oder gar unverträglich) nebeneinander stehen, oder ob sich gemeinsame Strukturen zwischen ihnen ausweisen lassen, die es erlauben, sie zu einem integrativen Weltverständnis zu verbinden. Die zentrale Fragestellung der Arbeiten am ZLWWG lautet somit: *Las-sen sich gemeinsame, eventuell sogar kultur- und zeitunabhängige Strukturen unterschiedlicher Formen von Wissen ausweisen, die es erlauben,*

*zu einem integrativen Weltverständnis zu gelangen?* Vor diesem Hintergrund sind in den letzten Jahren am ZLWWG eine Anzahl von Projekten initiiert und durchgeführt worden. Aktuelle Kooperationen betreffen disziplinenübergreifend die Erforschung von *Transformationen des Wissens*<sup>1</sup> sowie der unterschiedlichen Formen symbolischer und materieller *Repräsentationen des Wissens*<sup>2</sup> und ihrer Veränderungen durch neue Methoden, Instrumente und Technologien.

<sup>1</sup>*Transformationen des Wissens* → S. 17

<sup>2</sup>*Repräsentationen des Wissens* → S. 53

Die Schwerpunkte der letzten Jahre lagen hier auf den Gebieten der Lebenswissenschaften, insbesondere der Zell- und Systembiologie, der Zoologie und Morphologie sowie der Medizin, der kognitiven Neurowissenschaften und der Informatik.

Eingebunden sind diese Forschungen in Untersuchungen zu einer *historischen Theorie des Wissens*<sup>3</sup>. Zudem wird in mehreren Projekten die Geschichte einer mit den Wissenschaften verbündeten Philosophie erforscht. So studieren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des ZLWWG das fruchtbare Wechselverhältnis zwischen den tiefgreifenden Revolutionen in der Physik, der Psychologie und der Mathematik am Anfang des 20. Jahrhunderts und der aufklärerischen Bewegung der wissenschaftlichen Philosophie.

Diese Arbeiten werden durch die kritischen Editionen der Werke zweier bedeutender Vertreter der wissenschaftlichen Philosophie, Moritz Schlick (1882–1936) und Hans Reichenbach (1891–1953), nachhaltig unterstützt. Die *Moritz Schlick Gesamtausgabe* (MSGa) entsteht im Rahmen einer Zusammenarbeit zwischen der Moritz-Schlick-Forschungsstelle und der Akademie der Wissenschaften in Hamburg. Die *Hans Reichenbach Ausgabe* ist eine Kooperation des ZLWWG mit

dem Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte. In diesem Rahmen erscheint auch die Korrespondenz Reichenbachs in der *Edition Open Access*.

Die *Sammlung, Archivierung und Bewahrung von Wissen*<sup>4</sup> umfasst, als ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten am ZLWWG, sowohl die Quellen der geisteswissenschaftlich-literarisch ausgerichteten Arbeitswelt (→ Fig. 2) als auch die materielle Kultur der Natur- und Technikwissenschaften (→ Fig. 3).

Die historisch ausgerichteten Studien am ZLWWG beinhalten aber stets auch philosophische Reflexionen über die Maßstäbe der wissenschaftlichen Rationalität. Damit verbunden sind, neben der methodologischen Beurteilung des Anspruchs der Wissenschaft auf objektives Wissen, vor allem auch Probleme der *logischen und metaphysischen Grundlagen des Wissens*.<sup>5</sup> Forscherinnen und Forscher des ZLWWG beschäftigten sich dabei in den letzten Jahren insbesondere mit Fragen der sozialen und biomedizinischen Ontologie im Speziellen und der Ontologie von Ereignissen im Allgemeinen. Weitere Schwerpunkte aktueller Arbeiten sind die Logik des tempo-modalen Denkens und die eng mit ihr verknüpfte Theorie der Identität.

<sup>3</sup>*Historische Theorie des Wissens* → S. 117

<sup>4</sup>*Sammlung, Archivierung und Bewahrung des Wissens* → S. 77

<sup>5</sup>*Logische und metaphysische Grundlagen des Wissens* → S. 149



Fig. 3: Lichtmikroskopie-Zentrum Rostock (© ZLWWG )

tät alternder Entitäten.

Ergänzt werden die Arbeiten am ZLWWG durch eine Reihe von Veranstaltungen wie Workshops, Tagungen und Ringvorlesungen.<sup>6</sup> Etabliert haben sich besonders die „Kaminabende“ als Ausgangspunkte für Forschungsprojekte und die fachübergreifende Diskussion. So wird die seit geraumer Zeit zu beobachtende Zunahme von multi-, cross-, inter- und transdisziplinären Forschungsvorhaben sowie die fortschreitende Über-

windung traditioneller Fächergrenzen durch solche Aktivitäten unterstützt, die auf eine wechselseitige Förderung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern unterschiedlicher fachlicher Ausrichtungen abzielen und dem Zweck einer Kooperation auf Zeit dienen.

Das ZLWWG ist daher eine *offene* Struktur, die sich in problembasierenden Kooperationen konkretisiert. Diese Ausrichtung erfordert jedoch eine Besinnung auf die sprachlichen, materiellen und historischen Grundlagen der Wissenschaften. Denn für

<sup>6</sup>Vorträge, Workshops, Kaminabende → S. 177

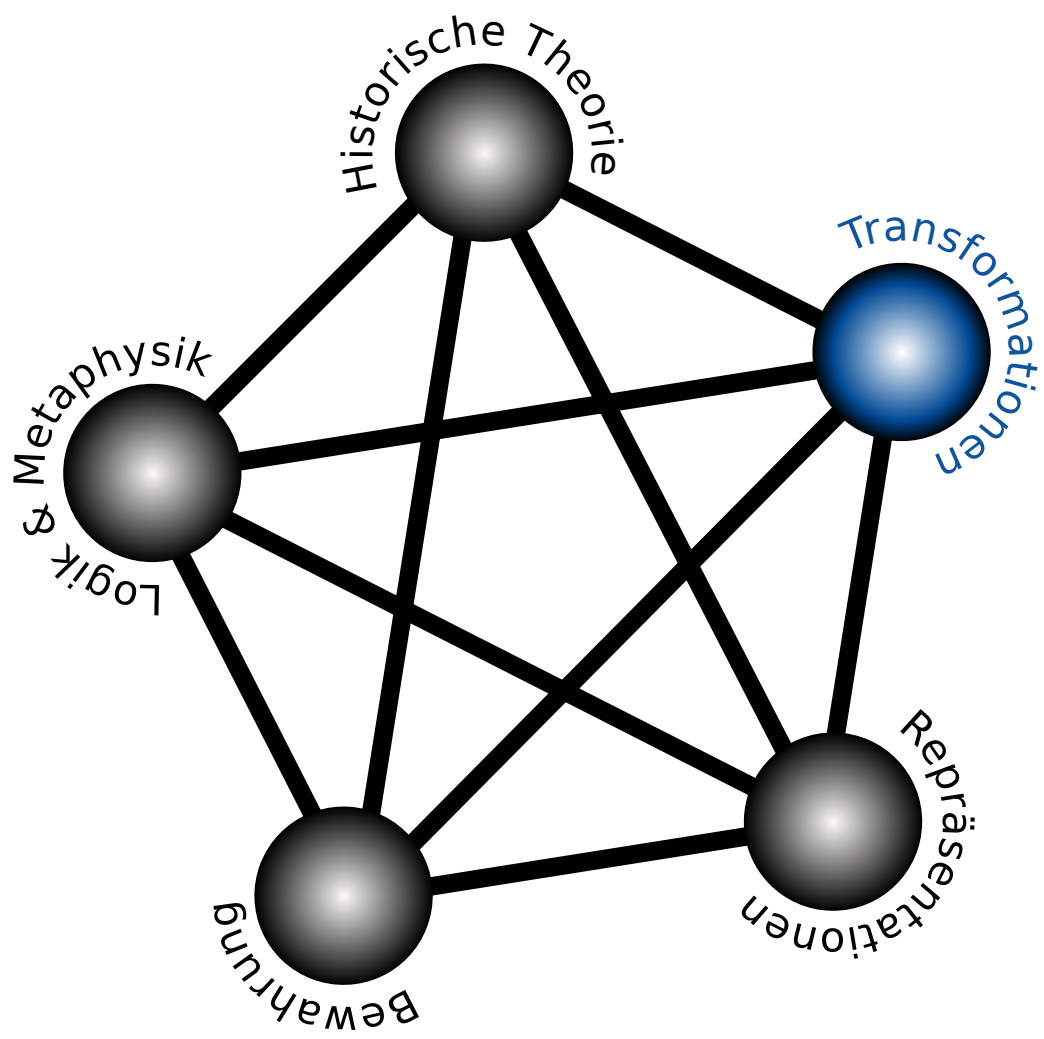
die Verständigung und den Austausch von Kritik zwischen verschiedenen Fächern bedarf es eines Kernbestandes an Gemeinsamkeiten, die teils offen gelegt und teils geschaffen werden müssen. Obwohl sich das ZLWWG dabei vordergründig in der Tradition einer sprachanalytisch und methodologisch ausgerichteten Wissenschaftsphilosophie sieht, spielen Betrachtungen zu den sozio-kognitiven und kulturhistorischen Dimensionen der Entstehung und langfristigen Entwicklung des Wissens ebenfalls eine wichtige Rolle. Daher bilden die Überlegungen zu den rationalen Maßstäben des Anspruchs der Wissenschaft auf objektives Wissen und die kulturelle Einbettung und historische Kontextualisierung der Wissenschaften auch keinen Gegensatz, sondern sind *komplementäre* Perspektiven auf gesellschaftlich tradierte Wissensressourcen in komplexen Wissenssystemen.

Diese kooperative Haltung der Mitglieder des ZLWWG ist jedoch nicht neu, steht sie doch in der Tradition eines europäischen Projektes in den Jahrzehnten des Übergangs vom 19. zum 20. Jahrhundert, das seinerseits seine Wurzeln schon in der Aufklärung, der frühen Neuzeit und der antiken Wissenschaft hatte. Zu den Vertretern dieses Projektes zählten *Wissenschaftler-Philosophen* wie Hermann von Helmholtz, Ernst Mach, Gottlob Frege, Bertrand Russell, Ludwig Wittgenstein und Karl Popper.

Ganze Gruppen von Wissenschaftlern vertraten diese Haltung, wie die Göttinger Mathematiker um David Hilbert, die Pariser Wissenschaftsphilosophen um Émile Boutroux und Henri Poincaré, die „Berliner Gruppe“ um Wolfgang Köhler und Hans Reichenbach und vor allem der „Wiener Kreis“ mit Moritz Schlick, Rudolf Carnap und Otto Neurath. Diese Haltung fand sich aber auch bei Ludwik Fleck, Karl Jaspers und Edmund Husserl. Selbst die Verselbständigung von wissenschaftstheoretisch und kulturwissenschaftlich geprägten Forschungsperspektiven in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts vermochte diese Haltung nicht auszulöschen. Heute zeigt sie sich darin, dass sich Forscher zur Klarheit, Verständlichkeit und kritischen Überprüfbarkeit ihrer Aussagen bekennen. Sie baut auf die Werte, Methoden und Ergebnisse der Einzelwissenschaften, ohne dabei die Tradition und Geschichte der Fächer und deren Philosophie zu vernachlässigen.

Dieser Bericht möchte eine Einladung an all jene sein, die mit uns diese Haltung teilen, und einige Einblicke in die Projekte, Ergebnisse und Diskussionen der letzten Jahre am ZLWWG geben, die wesentlich zur Profilbildung der Universität Rostock beigetragen haben.<sup>7</sup>

<sup>7</sup>[www.zlwwg.uni-rostock.de](http://www.zlwwg.uni-rostock.de)





# Transformationen des Wissens

## Fokus der Forschung

Wissen hat sich in der Geschichte geändert und darum lässt sich seine Geschichte erforschen und erzählen. Insbesondere lassen sich zwischen Perioden relativer Stabilität immer wieder tiefgreifende Umstrukturierungen von Wissenssystemen studieren. Das sind die Transformationen des Wissens.

Unter einem Wissenssystem werden dabei die jeweils vorhandenen Wissensbestände in einer Wissenschaft verstanden. Darunter fallen die theoretischen und praktischen Wissensressourcen, aber auch die intuitiven Bestandteile des Alltags- und Erfahrungswissens.

Ein wesentlicher Aspekt der Entwicklung des wissenschaftlichen Wissens ist ihr kumulativer Charakter, der auf der kulturellen Weitergabe von Methoden, Instrumenten und Technologien beruht. Dabei kann es von Zeit zu Zeit aber auch zu Innovationen kommen, die wissenschaftliche Re-

volutionen nach sich ziehen, welche wiederum zu weiträumigen Umordnungen und Neubestimmungen von Wissenssystemen führen.

Hierbei stellt sich die Frage, ob die Untersuchung dieser historischen Prozesse nur in Form einer beschreibenden Wissenschaftsgeschichte möglich ist, *oder* ob es eine historische Theorie des Wissens gibt,<sup>8</sup> die ein Verständnis der Umstrukturierungen und Neubewertungen von Wissenssystemen unter rationalen Maßstäben ermöglicht. Oder anders gefragt: Ist die Geschichte des Wissens, trotz der Kontingenz ihrer soziokulturellen Kontexte und einiger tiefgreifender Umbrüche, durch rationale Maßstäbe bestimmt, die den Anspruch der Wissenschaft auf objektives Wissen sichern?

Vor diesem Hintergrund wird am ZLWWG an einer historischen Theorie des Wissens gearbeitet, die dem Geltungsanspruch der Wissenschaft Rechnung trägt, gleichfalls aber auch

---

<sup>8</sup>*Historische Theorie des Wissens* → S. 117

die sozialen und historischen Kontexte berücksichtigt, in denen sich die komplexen Wissenssysteme als Bestandteile der soziokulturellen Lebenswelt entwickeln.

Im Besonderen werden dabei Wissenstransformationen in den Lebens- und kognitiven Neurowissenschaften erforscht. Daneben werden die weitreichenden Umstrukturierungen von Wissenssystemen untersucht, die sich, durch eine intensive Kooperation zwischen Philosophie und Wissenschaft, in der Physik und experimentellen Psychologie am Beginn des 20. Jahrhunderts ereigneten.<sup>9</sup>

## Projekte

### **Wissenstransformationen in den Lebens- und kognitiven Neurowissenschaften**

#### **Das Verständnis der lebenden Zelle im Wandel (ExCell)**

Die Mitglieder des Verbundvorhabens *Transformation wissenschaftlichen Wissens in den Lebenswissenschaften: Das Verständnis der lebenden Zelle im Wandel* stellten sich die Aufgabe, die Transformationen des wissenschaftlichen Wissens in den Lebenswissenschaften, insbesondere der Zell- und Systembiologie umfas-

send und fächerübergreifend zu untersuchen (→ Fig. 4). Erstmals wurde dabei paradigmatisch der Wandel unseres Verständnisses zellulärer Prozesse im Zuge technologischer Entwicklungen, vor allem der digitalen Revolution in der Lichtmikroskopie, problematisiert. Neben allgemeinen wissenschaftstheoretischen Reflexionen über die Kontinuität des Fortschritts in den Wissenschaften standen daher speziell die Umgestaltung unseres Wissenssystems in den Lebenswissenschaften infolge von neuen bildgebenden Verfahren, aber auch bedingt durch die neuen Ansätze der systembiologischen Simulation und Modellierung, im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten.

#### *Wissenschaftstheoretischer Neuansatz*

Das Projekt bezog sich auf einige zentrale Ereignisse der jüngeren Geschichte der Lebenswissenschaften, die insbesondere die Zell- und Systembiologie seit den 1980er Jahren geprägt haben. Die am Projekt beteiligten Geistes- und Kulturwissenschaftler haben gemeinsam aus unterschiedlichen Perspektiven und in Zusammenarbeit mit den involvierten Naturwissenschaftlern die Prozesse bei der Umstrukturierung und Neugestaltung unseres Wissens über komplexe lebende Systeme diskutiert, beurteilt und dokumentiert.

<sup>9</sup>Die aufklärerische Bewegung der wissenschaftlichen Philosophie → S. 28



Fig. 4: Eröffnung des ExCell-Projekts im Lichtmikroskopiezentrum am 30. März 2009 (© ZLWWG )

Im Verbund konnte so ein wissenschaftstheoretischer Neuanfang in seinen Grundzügen erarbeitet werden, der die Entwicklung und Veränderung unseres Wissens über komplexe lebende Systeme erfasst und insbesondere die bildtheoretischen und ontologischen Probleme der Modelle, Abbildungen und Repräsentationen lebender Systeme thematisierte. Auf diesen Ansatz lässt sich zukünftig ebenso aufbauen, wie auf die im Laufe des Projektes weiter gefestigten Kooperationen. Hier ist vor al-

lem hervorzuheben, dass in gemeinsamer Arbeit eine allgemeine Klassifikation wissenschaftlicher Darstellungen entwickelt wurde, die sich speziell auf die im Projekt untersuchten biologischen Bilder anwenden lässt, darüber hinaus aber auch den Anspruch erhebt, auf Darstellungen anderer Wissenschaften verallgemeinerbar und wenn nötig auch erweiterbar zu sein.<sup>10</sup>

<sup>10</sup>Lemke et. al: *Zur Klassifikation wissenschaftlicher Darstellungen*

### *Neues Bild der Zelle*

Aus wissenschaftshistorischer Sicht stand bei der Projektarbeit die tiefgreifende Veränderung unseres Bildes der lebenden Zelle in den letzten 30 Jahren im Fokus.<sup>11</sup> In diesem Zusammenhang konnte gezeigt werden, dass die digitale Revolution in der Lichtmikroskopie – gefolgt von weiteren digitalen Ansätzen der Systembiologie und Bioinformatik – einen grundlegenden Wandel für unser Wissen über komplexe lebende Systeme darstellt. Im Kern dieses Transformationsprozesses stand die Ablösung eines statischen Bildes der Zelle durch ein dynamisches Verständnis zellulärer Prozesse, die sich aus unterschiedlichen Perspektiven und mit einer Vielzahl von technologischen aber auch mathematisch-modellierenden Verfahren untersuchen lassen.<sup>12</sup>

### *Ausblick*

Diese Entwicklung ist jedoch noch längst nicht abgeschlossen, sondern liefert weiteres Material für zukünftige wissenschaftstheoretische und wissenschaftshistorische Forschungsarbeiten. Dies trägt auch entscheidend dazu bei, dass die Konzepte der Lebenswissenschaften die der Physik als

Vor- und Leitbilder für die Wissenschaften des 21. Jahrhunderts mehr und mehr ablösen. Insgesamt betrachtet haben die Wissenschaftler des Verbundvorhabens somit biologische, technologische, wissenschaftstheoretische und wissenschaftshistorische Aspekte in gemeinsamer Arbeit zusammengebracht. Zu Forschungs- und Lehrzwecken befindet sich eine langfristig stabile und detaillierte Dokumentation zur Geschichte der Lichtmikroskopie in Planung. Diese soll über die Internetplattform „European Cultural Heritage Online“ (ECHO) am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin bereitgestellt werden.

Eine Reihe von Workshops, interdisziplinären Ringvorlesungen und internationalen Tagungen wurde im Rahmen des Projekts an der Universität Rostock durchgeführt.<sup>13</sup>

Nicht zuletzt sind aus der gemeinsamen Arbeit das DFG-Projekt *Modelle, Mechanismen, Komplexität: Zur Philosophie der Systembiologie* (Olaf Wolkenhauer/Tobias Breidenmoser)<sup>14</sup> und das Verbundprojekt im Rahmen der Forschungsfonds Mecklenburg-Vorpommern *Transformation wissenschaftlichen Wissens in den Lebenswissenschaften: Morphologie und Neurowissenschaften im Wandel* hervorgegangen (Sprecher:

<sup>11</sup>Breidenmoser et. al: *Transformation of scientific knowledge in biology*

<sup>12</sup>Drack/Wolkenhauer: *System approaches of Weiss and Bertalanffy*

<sup>13</sup>*Workshops* → S. 177

<sup>14</sup>*Meachnisms, Mechanistic Explanations and Mechanistic Models* → S. 67

Hans Jürgen Wendel). Die beiden Projekte wurden am 1. Oktober 2011 begonnen und können auf den Ergebnissen des Projektes aufbauen. Wir sind zuversichtlich, dass sie die grundlegende Thematik der Transformation des wissenschaftlichen Wissens um neue Perspektiven wesentlich erweitern werden.

*Gefördert durch:*

Exzellenz-Förderprogramm Mecklenburg-Vorpommern, Laufzeit: 01/2009–06/2011

*Beteiligte Wissenschaftler:*

Rolfe Bart, Thomas Borowitz, Tobias Breidenmoser, Manfred Drack, Olaf Engler, Thomas Hübner, Günther Jirikowski, Berttram Kienzle, Sergei A. Kuznetsov, Martin Lemke, Michael Pohl, Philipp Stoellger, Hans Jürgen Wendel, Dieter G. Weiss, Olaf Wolkenhauer; Kooperationspartner: Jürgen Renn, Simone Rieger, Urs Schoepflin (MPI-WG Berlin), Christiane Groeben (Neapel)

*Literatur:*

- Breidenmoser, T., Drack, M., Engler, F.O., Pohl, M. und Weiss, D.G.: *Transformation of Scientific Knowledge in Biology. Changes in our Understanding of the Living Cell through Microscopic Imaging*. In: *Preprint Series of the Max Planck Institute for the History of Science*. Berlin 2010. No. 408. 89 S..
- Drack, M. und Wolkenhauer, O.: *System approaches of Weiss and Bertalanffy and their relevance for systems biology today*. In: *Semin Cancer Biol* (2011), doi: 10.1016/j.semcancer.2011.05.001.
- Lemke, M., Breidenmoser, T., Drack, M. und Engler, F.O.: *Zur Klassifikation wissenschaftlicher Darstellungen*. In: Liebsch, D. und Mößner, N. (Eds.): *Visualisierung und Erkenntnis. Bildverstehen und Bildverwenden in Natur- und Geisteswissenschaften*. Herbert von Halem Verlag. Köln 2012. S. 178–206.

- Weiss, D.G.: *Das neue Bild der Zelle. Wechsel der Sichtweisen in der Zellbiologie durch digitale Mikroskopieverfahren*. In: Liebsch, D. und Mößner, N. (Eds.): *Visualisierung und Erkenntnis. Bildverstehen und Bildverwenden in Natur- und Geisteswissenschaften*. Herbert von Halem Verlag. Köln 2012. S. 295–328.

### **Morphologie und kognitive Neurowissenschaften im Wandel**

Das Verbundvorhaben *Transformation wissenschaftlichen Wissens in den Lebenswissenschaften: Morphologie und kognitive Neurowissenschaften im Wandel* gehört zu den Gewinnern des Forschungswettbewerbs Mecklenburg-Vorpommern. Im Rahmen dieses, von der Landesregierung initiierten, Wettbewerbs zur Förderung von exzellenten und wirtschaftsnahen Forschungsprojekten in Mecklenburg-Vorpommern wurde das Projektteam auf dem Innovationskongress der IHK am 15. Juni 2011 in Warnemünde vom Ministerpräsidenten Erwin Sellering ausgezeichnet.

Die Mitglieder des Verbundprojekts wollen die bereits im Rahmen des Exzellenzförderprogramms des Landes durchgeführten Untersuchungen zu langfristigen Transformationsprozessen in den Lebenswissenschaften fortführen und um wichtige Fragestellungen erweitern. Im Anschluss an die Untersuchung der Wandlungsprozesse in der Zell- und Systembiologie sollen nunmehr die Verände-

rungen zentraler Konzeptionen in der Morphologie, insbesondere des Merkmalsbegriffs unter dem Einfluss der Evolutionstheorie und die Transformation der Konzeption der Kognition in den Neurowissenschaften, aus wissenschaftstheoretischer und wissenschaftshistorischer Perspektive untersucht werden. Dabei sollen auch die technologischen Entwicklungen in den Lebenswissenschaften, insbesondere abbildende, bildgebende und graphisch verbildlichende Technologien, betrachtet werden. Die erzielten Resultate sollen dokumentiert, archiviert und einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

### *Morphologie*

Die Morphologie stellt eine der ältesten biologischen Disziplinen dar. Ihre grundlegende Fragestellung ist einfach zu formulieren: Warum sehen Organismen und ihre Teile (Organe, Organsysteme, Strukturen) so aus, wie sie aussehen, und nicht anders? (→ Fig. 5)

Sie ist also eine erklärende Wissenschaft, die über die Beschreibung von Organismen weit hinausgeht. Die Erklärungsebenen sind vielfältig. Heute nennen wir Entwicklungsgenetik, Funktion, evolutive Anpassung und Material- und Konstruktionszwänge als wesentliche Erklärungsebenen. In vorevolutionären Betrachtungen standen diese Ebenen nicht zur Verfügung, auf den ersten



Fig. 5: Die Kreaturen eines Hieronymus Bosch (um 1450–1516) rufen bei der Betrachtung ein gewisses Unbehagen hervor, wohl auch, weil sie eine Kombination von Merkmalen darstellen, die nicht kombinierbar erscheinen. Die Morphologie liefert Erklärungsebenen, warum solche Kreaturen nicht existieren, aber auch nicht existieren können. (© S. Richter)

Blick also ein Paradebeispiel für einen Paradigmenwechsel. Tatsächlich haben aber entscheidende Begrifflichkeiten (wie Homologie) und eben auch die grundsätzliche Fragestellung diesen vermeintlichen Wechsel überstanden (→ Fig. 6). Eine genaue Untersuchung dieses Phänomens wird in den nächsten Jahren erstmals erfolgen.

Der zweite wesentliche Aspekt ist erkenntnistheoretischer Natur. Der eigentliche Gegenstand der Morphologie, das Merkmal, ist in seiner Ab-

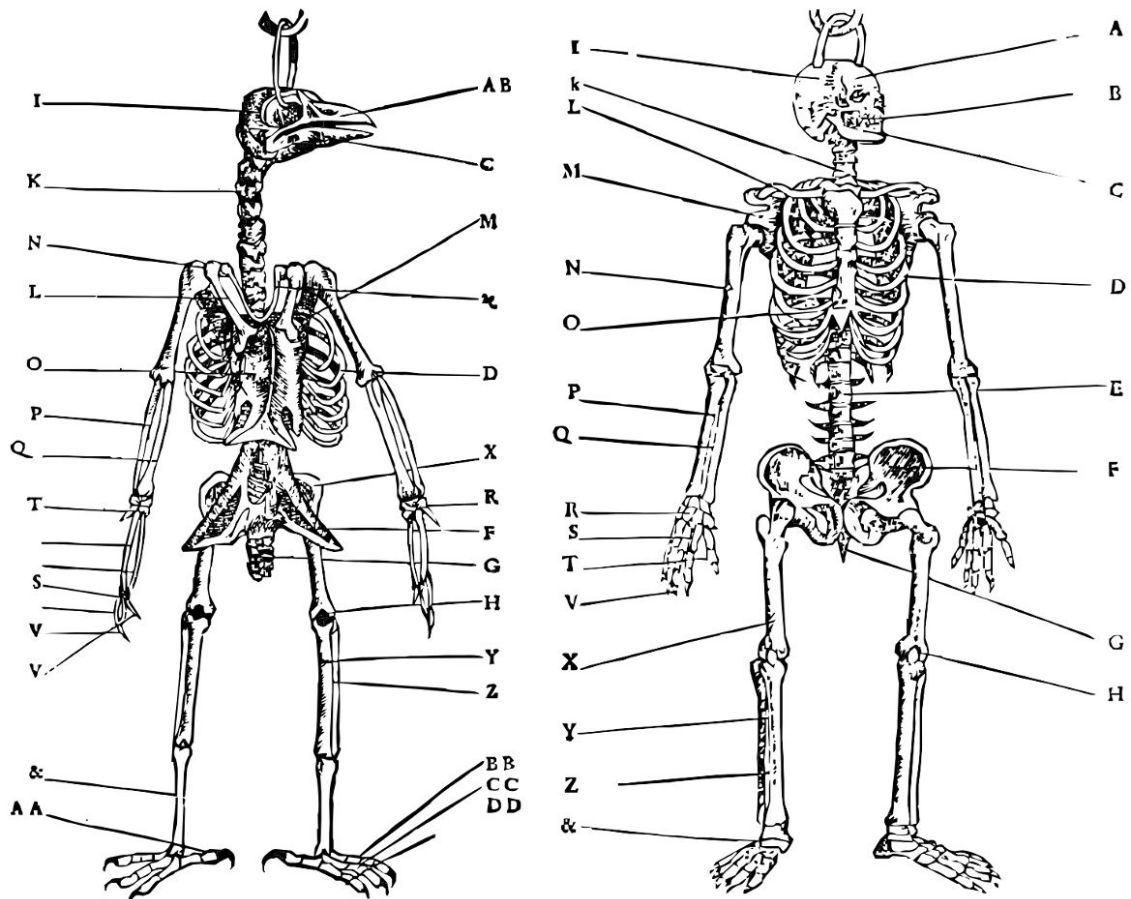


Fig. 6: Das Konzept der Homologie findet schon in der *L'histoire de la nature des oyseaux* (Paris, 1555) von Pierre Belon (1517–1564) seine Anwendung, lange bevor die Evolutionstheorie eine Ursache für die Übereinstimmungen im Skelett von Mensch und Vogel liefern konnte. (© S.Richter)

grenzung nicht eindeutig. Als Merkmal kann alles, was an einem Organismus bemerkt werden kann, bezeichnet werden (dies wäre dann aber von der Subjektivität des Betrachters abhängig), oder aber es können Funktionseinheiten, Entwicklungseinheiten oder Evolutionseinheiten als Merkmale betrachtet werden, die sich aber

jeweils auf unterschiedliche Objekte beziehen können. Bisher steht hierfür aber nur ein einheitlicher Begriff (Merkmal) zur Verfügung und auch die Terminologie der Objekte berücksichtigt die unterschiedlichen Merkmalsebenen nicht.<sup>15</sup>

<sup>15</sup>Richter: *Aufgaben einer Evolutionären Morphologie*, Wirkner/Richter: *Evolutionary morphology*

*Kognitive Neurowissenschaften*

Die *kognitive Neurowissenschaft* fragt danach, wie Kognition in einem neuronalen System entstehen kann und nach welchen Gesetzmäßigkeiten sie dort abläuft. Hier werden die Gebiete der kognitiven Psychologie, der Informatik und der Philosophie des Geistes berührt. Die kognitive Neurowissenschaft als empirische Wissenschaft hat jedoch den Anspruch, empirisch überprüfbare und widerlegbare Hypothesen zu formulieren. Gerade vor dem Hintergrund der zunehmenden Mathematisierung der Neurowissenschaft wird jetzt deutlich, dass viele Konzepte im „kognitiven“ Teil der kognitiven Neurowissenschaften noch ein höheres Niveau in der Präzisierung von Begriffen erfordern. Die sogenannte modell-basierte Bildgebung, meist im Zusammenhang mit funktioneller Kernspintomographie (fMRI), ist hier als bedeutender Fortschritt zu nennen. Dort werden konzeptuelle Modelle, beispielsweise aus der Psychologie, als Algorithmen operationalisiert, um der inhaltlichen Deutung der mittels fMRI gemessenen Gehirnaktivität zu dienen. Viele eher „klassische“ fMRI-Experimente haben einen sehr starken beschreibenden Charakter, was durch den modell-basierten Ansatz überwunden werden kann.<sup>16</sup> Hier setzt das Projekt an und unter-

sucht verschiedene Modelle der Kognition, insbesondere deren historische Abfolge und inwiefern sie die Neurowissenschaften geprägt haben. Es werden formal-ontologische Präzisionen vorgenommen und mit den Formalismen der Informatik dokumentiert, sodass für die neurowissenschaftliche Praxis verwendbare Artefakte entstehen (z. B. für die modellbasierte Bildgebung). Dies geht technisch deutlich über die früheren Untersuchungen hinaus, ist jedoch mit einem hohen Maß an Präzision nur in enger Zusammenarbeit mit Philosophen möglich (→ Fig. 7).

Gegenwärtig dominieren kognitive Modelle in der Literatur, die mittels der Bayes'schen Wahrscheinlichkeitsrechnung und ggf. der Spieltheorie artikuliert werden. Ontologische Betrachtungen zu Zeit und Ereignissen sind nahezu nicht verfügbar, obwohl eine darauf aufbauende Ereignislogik und damit artikulierbare Beschreibungen oder Modelle von Kognition sehr fruchtbar für die kognitive Neurowissenschaft wären. Die Technologieabhängigkeit und Theoriebeladenheit der neurowissenschaftlichen Erkenntnisse ist zwar durchaus in der Fachwelt bekannt, wird aber selten explizit behandelt. Da im Projekt besonders Zellverbände als informationsverarbeitende Einheit gesehen werden, stellt eine Untersuchung der

<sup>16</sup>Schwabe/Blanke: *Cognitive neuroscience of ownership*



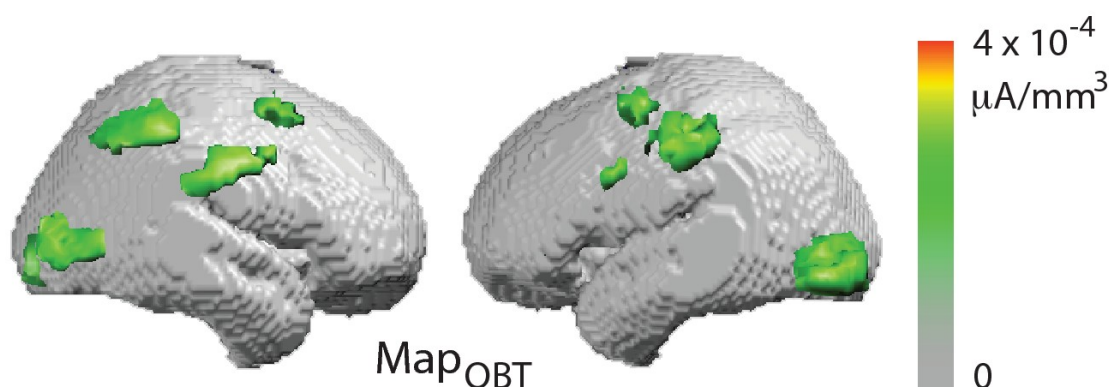


Fig. 7: In unserer Arbeit (Schwabe/Lenggenhager/Blanke: *The Timing of Temporoparietal and Frontal Activations*) hatten wir die neuronalen Korrelate der mentalen Rotation des eigenen Körpers untersucht. Mittels Bildgebung (hochauflösende Electroencephalographie, MRT) konnten wir die für solche kognitiven Aufgaben charakteristische neuronale Aktivität identifizieren. Es stellt sich jedoch die Frage, was genau über kognitive Prozesse aus solchen Studien gelernt werden kann. Welche funktionale Rolle spielen die hier involvierten kortikalen Areale? Was ist der ontologische Status und empistemische Wert dieser neurophysiologischen Befunde in Bezug auf kognitive Prozesse? (© L.Schwabe)

Technologieabhängigkeit und Theoriebeladenheit neue Herausforderungen dar.

#### *Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie*

Aus erkenntnis- und wissenschaftstheoretischer Perspektive stehen in der Projektarbeit die Voraussetzungen und Bedingungen der Erkennbarkeit von Objekten in den Lebens- und kognitiven Neurowissenschaften im Mittelpunkt. Neben der Theorieabhängigkeit des Wissens über wissenschaftliche Objekte sollen paradigmatisch die Transformation zentraler Konzeptionen der *Objekterklärung* in der Morphologie und der *Objekterkennung* in den kognitiven Neurowissenschaften problematisiert werden. Überdies soll untersucht wer-

den, inwieweit die Beobachtbarkeit von wissenschaftlichen Objekten eine gleichermaßen theoretische wie empirische Frage ist und damit Veränderungen im Verständnis des Beobachtbaren infolge technologischen Fortschritts erfolgen.

#### *Ontologie*

Aus ontologischer Sicht kann auf die Ergebnisse aus dem ExCell-Projekt, wo eine formale Sprache zur Beschreibung lebender dynamischer Systeme und Prozesse entwickelt wurde, aufgebaut werden.<sup>17</sup> Formalsprachen, die Gegenstände in der Zeit betrachten, müssen im Gegensatz zu den klassischen logischen Sprachen

<sup>17</sup>Kienzle: *Die Bestimmung des Janus*

davon ausgehen, dass die Gegenstände sich verändern können und mehrere Optionen für ihre Zukunft haben. Das führt zu anscheinend paradoxen Beschreibungen, beispielsweise bleibt ein Lebewesen dasselbe und verändert sich doch. Die Auflösung dieses Problems ist mit Hilfe einer neuartigen Theorie der Identität gelungen.<sup>18</sup> So wurde, basierend auf diesen Ergebnissen und der Ontologie der Ereignisse, damit begonnen, eine Ereignislogik zu formulieren. Damit wird ein adäquates Reasoning für das vor allem in den Lebenswissenschaften so wichtige Zusammenspiel von Wirklichkeit und Zeit möglich sein. Im Projekt soll der Begriff „Theorie“ in den Lebenswissenschaften expliziert werden. Entscheidend ist in diesem Zusammenhang die Definition des Terms „ontological commitment“. Ziel der Projektarbeit ist nicht, eine Ontologie aufzustellen und eine zugehörige formale Sprache zu entwickeln. Die Projektarbeit richtet den Fokus auf die Explikation, Analyse und Einordnung von ontological commitments, Theorien und das Zusammenspiel zwischen beiden.

#### *Technologische Entwicklung*

In dem Teilprojekt zu *Bedeutung und Wandel der bildgebenden Technologien* soll, durch eine wissenschafts-

<sup>18</sup>Sie ist Bestandteil der LEIMsprache  
→ S. 165

und technikgeschichtliche Analyse der Materialien zu den zentralen Technologien in der Morphologie und in den Neurowissenschaften, deren Rolle und ihre möglicherweise ursächliche Bedeutung für wissenschaftliche Revolutionen und Paradigmenwechsel herausgearbeitet werden. Entsprechend ihrer zentralen Bedeutung für das Erkennen und Erklären in den Lebenswissenschaften sollen die bildgebenden und graphisch verbildlichenden Technologien im Mittelpunkt stehen und die Bilder dieser Fachgebiete untersucht werden.

Im Zentrum der Wissenserzeugung in den Lebenswissenschaften stehen photographische, mikroskopische und computervisualistische Technologien, die ganz verschiedene Mess- und Abbildungsverfahren nutzen, um die epistemischen Bilder zu erzeugen. Das gilt nicht nur für die Mikroskopie und allgemeine Morphologie, sondern auch für die Neurowissenschaften, in denen zusätzlich zu den topologisch-morphologischen Daten vor allem bildliche Korrelate der neuronalen Funktionen, in Form von metabolischer und elektrischer Aktivität, genutzt werden.

In der Morphologie und Zellbiologie haben wir einen Wandel von der naturgetreuen und der abstrahierten Handzeichnung, über die lange Reihe der mikroskopischen Verfahren, bis zu den heutigen zwei- und dreidimensionalen bildgebenden Verfahren be-

obachtet. In den Neurowissenschaften sehen wir ebenfalls eine Zunahme der Multidimensionalität beim Übergang von den klassischen histologischen Untersuchungen der Nervensystemmorphologie, über die dreidimensionalen Abbildungen der konfokalen Mikroskopie und der Computertomographie, bis hin zu den elektrischen Aktivitätsmustern, die die Orte der sensorischen und kognitiven Prozesse bildlich zugänglich machen (EEG, fMRT). Eine vergleichende Betrachtung, die vor allem die Transformationen des Wissens auf diesen Gebieten mit ihrer mehr oder weniger sprunghaften Entwicklung in Beziehung zu den Technologiesprüngen stellt, fehlt bisher.

Eine historische Synopse soll technik- und wissenschaftsgeschichtliche Zusammenhänge aufklären und die Bedeutung epistemischer Bilder für die Transformation wissenschaftlichen Wissens, am Beispiel unseres morphologischen und neurobiologischen Verständnisses der lebenden Systeme, beleuchten. Folgende Komplexe werden bearbeitet:

- 1) Die Etappen der Entwicklung der bildgebenden Technologien, unter Berücksichtigung der Leistungsfähigkeit der Geräte und der damit erzielten Wissensfortschritte.
- 2) Haben Technologiesprünge, vor allem die digitale Revolution in der Messtechnik und in den bildgebenden Verfahren, zu Paradig-

menwechseln in den Lebenswissenschaften beigetragen?

- 3) Für die Zellbiologie, die allgemeine Morphologie und die Neurobiologie sollen Fragen der Artefaktbildung, Theoriebeladenheit und Validierung epistemischer Bilder und Graphen untersucht werden.

*Gefördert durch:*

Forschungsfonds Mecklenburg-Vorpommern, Laufzeit: 10/2011–03/2014

*Beteiligte Wissenschaftler:*

Thomas Borowitz, Olaf Engler, Thomas Hübner, Moritz Hütten, Günther Jirikowski, Bertram Kienzle, Sergei A. Kuznetsov, Julia Lippmann, Stefan Richter, Lars Schwabe, Dagmar Waltemath, Hans Jürgen Wendel, Dieter G. Weiss, Christian S. Wirkner; Kooperationspartner: Olaf Blanke (Lausanne); Anita Pacholik-Zuromska (Torun); Jürgen Renn, Sebastian Zacharias (MPIWG Berlin)

*Literatur:*

- Kienzle, B.: *Die Bestimmung des Janus. Ereignisontologische und ereignislogische Grundlagen des analytischen Existenzialismus*. In: *Philosophische Untersuchungen*. Bd. 18. Tübingen 2007.
- Richter, S.: *Aufgaben einer Evolutionären Morphologie im 21. Jahrhundert*. In: J.W. Wägele (Hrsg.): *Höhepunkte der Zoologischen Forschung im dt. Sprachraum*. Festschrift zur 100. Jahresversammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft in Köln vom 21.–24. September 2007. S. 49–57.
- Schwabe, L. und Blanke, O.: *Cognitive neuroscience of ownership and agency*. In: *Consciousness and Cognition*. 16 (2007). S. 661–666.
- Schwabe, L., Lenggenhager, B. und Blanke, O.: *The Timing of Temporoparietal and Frontal Activations During Mental Own Body Transformations from Different Visuospatial Perspectives*. In: *Human Brain Mapping*.

30 (2009). S. 1801–1812.

- Wirkner, C.S. und Richter, S.: *Evolutionary morphology of the circulatory system in Peracarida (Malacostraca; Crustacea)*. In: *Cladistics*. 26 (2010). S. 143–167.

## Die aufklärerische Bewegung der wissenschaftlichen Philosophie

### Ursprünge und Entwicklungen der wissenschaftlichen Philosophie



Fig. 8: Hans Reichenbach (1891–1953)  
(© University of Pittsburgh)

Im Forschungsprojekt wurde sich zu-  
vorderst die Aufgabe gestellt, die in  
den letzten Jahren in internationalem  
Maßstab erfolgte Rekonstruktion

und Neubewertung von Leben, Werk  
und Wirkung von Moritz Schlick und  
Hans Reichenbach fortzuführen und  
um einen wesentlichen Aspekt zu be-  
reichern. Unter besonderer Berück-  
sichtigung nachgelassener Schriften  
sind erstmals Ursprünge und Entwick-  
lung der wissenschaftlichen Philoso-  
phie in den frühen erkenntnistheore-  
tischen und naturphilosophischen Ar-  
beiten Schlicks und Reichenbachs ge-  
meinsam untersucht worden.<sup>19</sup>

Das Forschungsvorhaben hat sich  
vor dem Hintergrund der derzeitigen  
Situation in der Philosophie als be-  
sonders aufschlussreich erwiesen.  
Diese ist gekennzeichnet durch die  
Unterscheidung zwischen einer histo-  
risch und hermeneutisch bestimmten  
kontinental-europäischen, und einer  
analytisch geprägten englischsprachi-  
gen Tradition. Seit den dreißiger Jah-  
ren hat sich diese Trennung heraus-  
gebildet, an der sich die gegenwärtige  
Rezeption fast ausschließlich orien-  
tiert hat. Die analytische Philoso-  
phie bezieht sich hauptsächlich auf  
den „Wiener Kreis“ des logischen  
Empirismus und die „Berliner Grup-  
pe der Internationalen Gesellschaft  
für empirische/wissenschaftliche Phi-  
losophie“, zu deren einflussreichsten  
Vertretern Moritz Schlick und Hans  
Reichenbach zählten.

<sup>19</sup>Engler: *Moritz Schlick und Hans Reichenbach über die Eindeutigkeit der Zuordnung*

In diesem Zusammenhang liegen bereits differenzierte Forschungsergebnisse zum „Wiener Kreis“ und den unterschiedlichen Positionen seiner Mitglieder vor. Daneben erfolgte in einigen Arbeiten die Auseinandersetzung mit der „Berliner Gruppe“. Bisher war jedoch die wichtige und komplexe Vorgeschichte der aufklärerischen Bewegung der wissenschaftlichen Philosophie, die sich seit Mitte des 19. Jahrhunderts in kritischer Rückbesinnung auf die Kantische Lehre und unter Beachtung der revolutionären Ergebnisse der empirischen Einzelwissenschaften als eine zentrale Richtung des Geisteslebens etabliert hatte, kaum berücksichtigt worden.<sup>20</sup> Erst mit der Rekonstruktion der Ursprünge und Entwicklungen der wissenschaftlichen Philosophie und ihrer intensiven Auseinandersetzungen mit konkurrierenden Strömungen (z. B. Lebensphilosophie, Vitalismus, Intuitionismus) können die gemeinsamen Wurzeln des „Wiener Kreises“ und der „Berliner Gruppe“ freigelegt und so ihre Positionen als Ausgangspunkte der analytischen Philosophie verständlich gemacht werden (→ Fig. 9).

Im Einzelnen wurden vor diesem Hintergrund, neben der eigentlichen Erforschung der frühen erkenntnistheoretischen und naturphilo-

sophischen Positionen Schlicks und Reichenbachs, die dabei erzielten Resultate mit bereits vorliegenden Forschungsergebnissen zum „Wiener Kreis“ und zur „Berliner Gruppe“ in Beziehung gesetzt. In diesem Zusammenhang konnte der Einfluss der Frühwerke Schlicks und Reichenbachs auf die späteren Standpunkte des „Wiener Kreises“ und der „Berliner Gruppe“ diskutiert und so diese Positionen als Ausgangspunkte der analytischen Philosophie des 20. Jahrhunderts besser verstanden werden. Dabei wurde, auch durch den Nachvollzug der vielfältigen Interaktionen zwischen wissenschaftlicher Philosophie und anderen Denkrichtungen, die Situation der späteren Trennung zwischen kontinental-europäischer und analytischer Philosophie in ihren Vorbedingungen motiviert und erhellt.

*Gefördert durch:*

Deutsche Forschungsgemeinschaft, Laufzeit: 11/2008–04/2011

*Beteiligte Wissenschaftler:*

Karsten Böger, Olaf Engler, Björn Henning, Christian Kobsda

*Literatur:*

- Engler, F.O.: *Moritz Schlick und Hans Reichenbach über die Eindeutigkeit der Zuordnung, die Gründe diese aufzugeben und die heuristische Stärke eines Empirismus mit begriffskonstitutiven Prinzipien*. In: Engler, F.O. und Iven, M. (Hrsg.): *Moritz Schlick. Leben, Werk und Wirkung*. Berlin 2008. S. 131–191.

<sup>20</sup>Henning: *Richard Avenarius' Konzeption der wissenschaftlichen Philosophie*

Sehr verehrter Herr Schlick,

ich danke Ihnen recht herzlich für  
Ihren Brief, denn Ihre Zustimmung zu  
meiner Arbeit ist mir eine grosse Freude.  
Ich habe Ihre Schriften stets sehr gern gelesen,  
denn ich bewundere darin die grosse Nüchtern-  
heit der Überlegung und die Bestimmtheit  
der Begriffsbildung. In einer Zeit, wo die  
Philosophie so darnieder liegt, dass sie es ihr  
Unvermögen gewöhnlich nur durch die Dunkelheit  
des sprachlichen Ausdrucks zu verhillen vermag,  
scheinen mir Ihre Schriften zu den wenigen zu  
gehören, aus denen heraus die wissenschaftliche  
Philosophie neu erwachen wird. Wenn ich Ihren  
Auseinandersetzungen in einzelnen Punkten widersprechen  
müsste, so liegt das vielleicht z.T. in einer

Fig. 9: Hans Reichenbach in einem Brief an Moritz Schlick vom 17.10.1920 (© ZLWWG )

- Henning, B.: *Richard Avenarius' Konzeption der wissenschaftlichen Philosophie und die Herausbildung der wissenschaftlichen Philosophie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts*. In: Engler, F.O. und Iven, M. (Hrsg.): *Moritz Schlick. Ursprünge und Entwicklungen seines Denkens*. Berlin 2010. S. 149–170.

### **Transformationen und integratives Potential der wissenschaftlichen Philosophie**

Die wissenschaftliche Philosophie war als eine aufklärerische Bewegung, die sich in weiten Kreisen der Wissenschaft und des kulturellen Lebens fest verankert hatte, seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts aus einer *europäischen Per-*



Fig. 10: Moritz Schlick (1882–1936) zur Mitte der 1910er Jahre als junger Dozent in Rostock (© ZLWWG)

spektive entstanden. Zumindest bis in die zwanziger Jahre hinein hatten sich die unterschiedlichen philosophischen Strömungen dieser Bewegung, wie der Neukantianismus, der Pragmatismus, der sensualistische Positivismus, der Konventionalismus und die Phänomenologie, aber auch die verschiedenen Bereiche von Wissenschaft und Kultur, noch nicht entwickelt.

Vielmehr arbeiteten sie von *komplementären* Standpunkten aus gemeinsam an den Herausforderungen,

welche die tiefgreifenden Umstrukturierungen von Wissenssystemen, infolge der Revolutionen in Wissenschaft und Philosophie an der Schwelle zum 20. Jahrhundert, mit sich brachten.<sup>21</sup> In ihrem Frühwerk haben Moritz Schlick und Hans Reichenbach zentrale Gedanken der wissenschaftlichen Philosophie aufgegriffen, stetig weiterentwickelt und schließlich in den „Wiener Kreis“ bzw. die „Berliner Gruppe“ eingebracht. Die großen Umwälzungen in der Physik und Psychologie sowie der Logik und Mathematik bedingten dabei weitreichende Transformationen der wissenschaftlichen Philosophie, die auch eine klare Abgrenzung der analytisch geprägten Wissenschaftstheorie von den historisch ausgerichteten Studien zur Wissenschaftsentwicklung nach sich zogen. Die damit einhergehende Spaltung zwischen analytischen und historischen Denkrichtungen lässt sich jedoch in Frage stellen.

Im Anschluss an unsere Arbeiten zu den Ursprüngen und der Entwicklung der wissenschaftlichen Philosophie in den frühen Schriften Schlicks und Reichenbachs sollen mit dem weiterführenden Projekt nun auch ihre späten Werke gemeinsam berücksichtigt werden. Unter Heranziehung nachgelassener Schriften sollen so erstmals die Transformatio-

<sup>21</sup>Böger et. al: *Transformationen der wissenschaftlichen Philosophie*

nen der wissenschaftlichen Philosophie über die gesamte Schaffenszeit von Schlick und Reichenbach betrachtet, insbesondere aber auch das Potential der wissenschaftlichen Philosophie für die Integration analytischer und historischer Denkrichtungen offen gelegt und diskutiert werden, was aus heutiger Sicht wesentlich zur Überwindung ihrer Trennung beitragen kann.

*Gefördert durch:*

Deutsche Forschungsgemeinschaft, Laufzeit: 05/2011 – 04/2014

*Beteiligte Wissenschaftler:*

Karsten Böger, Olaf Engler, Thomas Friedrich, Marcel Knie, Effi Sternkiker

*Literatur:*

- Böger, K., Engler, F. O. und Henning, B.: *Transformationen der wissenschaftlichen Philosophie und ihre integrative Kraft – Wolfgang Köhler, Otto Neurath und Moritz Schlick*. In: *Preprint Series of the Max Planck Institute for the History of Science*. Berlin 2010. No. 396, S. 98.



## Schwerpunktaufsätze

### Zellbiologie und Mikroskopie: Neue Methoden ermöglichen Wissens-transformationen

von Dieter G. Weiss, Martin Lemke

Anders als in vielen anderen Wissenschaftsdisziplinen ist in der Zellbiologie das Untersuchungsobjekt nicht mit dem bloßen Auge zu sehen. Vielmehr war es von Anfang an unabdinglich, zunächst mit Lupen und einfachen Mikroskopen das Auge zu „bewaffnen“. Dann wurden Spezial-Kontrastverfahren entwickelt, wobei die entstandenen Bilder nicht mehr so intuitiv erfassbar sind, dass man durch einfaches Betrachten versteht, was abgebildet ist. Das gilt in besonderem Maße für die Elektronenmikroskopie, deren extrem hoch aufgelöste Bilder durch Elektronenstrahlen statt durch Lichtstrahlen entstehen und nur mit besonderen Aufnahmegeräten erkennbar sind. So werden sogar einzelne Makromoleküle sichtbar gemacht.

Eine wahre Renaissance erlebte die Lichtmikroskopie nach der Ära, die von der Elektronenmikroskopie dominiert war, durch den Einsatz von elektronischen Kameras und schnellen Bildrechnern. Diese arbeiten anders als das menschliche Auge und machen so neue Aspekte zugänglich, die auch beim Blick mit dem Auge durch das Mikroskop nicht erkennbar wären. Das sind sowohl analoge als

auch digitale Kontrastverstärkungs- und Bildverbesserungsverfahren, bei denen der Bildkontrast durch Rechenprozesse verstärkt und so überhaupt erst erkennbar gemacht wird. Diese Bilder können nur am Bildschirm gesehen werden, denn die hier betrachteten Bilder entstehen erst nach Bearbeitung von digitalen Datensätzen durch den Rechner. Dabei gelten viele frühere Grenzen nicht mehr, wie die von Ernst Abbe formulierte Auflösungsgrenze der Lichtmikroskopie.<sup>22</sup> Alle diese Verfahren haben fundamentale Erkenntnisse über den Bau und die Funktion der Zelle gebracht. In einer nachträglichen Bewertung stellen sich folgende Fragen:

- Wie viel Vorwissen ist bei diesem rasant steigenden Grad der „Bewaffnung“ des Auges notwendig, um die Bilder zu verstehen?
- In welchem Ausmaß müssen diese Bilder interpretiert werden, d.h. wie viel Interpretationskompetenz ist gefordert?
- Wie steht es mit der Objektivität der Bilder von mikroskopischen Objekten? Schließlich kann doch der Forscher aus verschiedenen Verfahren auswählen, die ganz unterschiedliche Bilder des Objekts ergeben. Außerdem kann er verschiedene Aspekte des Bildes durch Bildverarbeitung „herausarbeiten“ und muss sogar oft aus Milliarden

<sup>22</sup>Allen 1985

von Zellen einen winziger Bruchteil möglichst „typischer“ Zellen zur Untersuchung auswählen.

Wir können auf diesem begrenzten Raum nicht alle diese Fragen beantworten. Wir werden unter anderem den Aspekt streifen, welchen Einfluss die verschiedenen Bildgebungsverfahren und Bilder auf die Transformationen unseres Wissens über die Zelle hatten. Vor allem ist die Frage zu diskutieren, *ob die neuen Methoden unser Wissen vom Bauplan und von den Funktionsabläufen der Zellen schrittweise, sprunghaft oder sogar in Paradigmenwechseln verändert haben.*

#### *Vom Floh zum Einzelphoton*

Die historische Betrachtung der verschiedenen Mikroskopieverfahren zeigte, dass wir, ausgehend von Bildern mit niedriger Vergrößerung, bei denen man die Strukturen des Objektes fast noch mit dem unbewaffneten Auge sehen kann, über die physikalischen Abbildungs-Verfahren, die auf der Interferenz, Phasenverzögerung, Polarisation oder Fluoreszenz des Lichtes im Objekt basieren, über die elektronischen Lichtmikroskopieverfahren und die Elektronenmikroskopie schließlich gelernt haben, mit immer stärkerer Vergrößerung in das Innerste der Zelle hinein zu schauen. Es können immer kleinere Details bis hin zu Einzelzellen, Einzelmolekülen

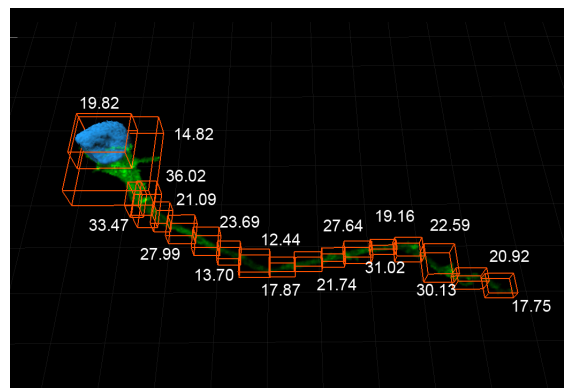


Fig. 11: Durch Fluoreszenz-Markierung von Proteinen, hier das intrazelluläre Molekül beta-Catenin, ist es möglich, die Photonenverteilung im Zellkern (durch DNA-Fluoreszenz blau dargestellt) und in den verschiedenen Abschnitten einer Nervenzelle zu quantifizieren. Aus unterschiedlichen Intensitätswerten der Pixel können durch Rekonstruktion aus 3D-Bildstapeln die Mengen dieses Moleküls in der Nervenfaser, im Zellkörper sowie im Volumen des Zellkerns errechnet werden.

(©Benjamin Bader, Live Cell Imaging Center Rostock)

und Einzelphotonen abgebildet werden (→ Fig. 11).

Durch die verschiedenen Mikroskopietechniken werden auf ganz verschiedene Weisen mikroskopische Darstellungen erzeugt, welche inhärente Limitationen haben, indem sie nicht alle, sondern nur einen Teil der optischen Eigenschaften des Objektes sichtbar machen. Man sieht ihnen oft nicht gleich an, was sie zeigen. Die Aussagen, welche mit ihnen gemacht werden können, erfordern Kenntnisse der Verfahren und der physikalischen Bildentstehung. Der Grad der „Bewaffnung“ des Auges nimmt in der



Fig. 12: Mikroskopische Abbildung eines Flohs. Links: Dunkelfeldmikroskopie (Rheinberg-Kontrast). Rechts: Hellfeldmikroskopie. In der Hellfeld-Mikroskopie erscheinen die Borsten dunkel, in der Dunkelfeld-Mikroskopie weiß und bei Verwendung des hier angewandten Rheinberg-Filters werden die horizontalen Borsten rot und die senkrechten gelb abgebildet. Die Bilder sind direkt am Mikroskop als positive Dias aufgenommen und nicht digital nachbearbeitet. (©Lichtmikroskopiezentrum Rostock)

Geschichte der Mikroskopie stetig zu und verlangt vom Betrachter ein immer größeres Maß an Interpretationskompetenz. Nur mit dieser Vorkenntnis ist eine adäquate wissenschaftliche Bewertung der Bildinhalte möglich.

Mikroskopische Darstellungen sind immer künstlich, also als Artefakte zu bezeichnen. Wir unterscheiden dabei intendierte Artefakte, die in gewissen epistemischen Zusammenhängen für spezifische Aussagen hergestellt werden, von störenden, d.h. nicht-intendierten Artefakten. Letztere werden nur durch Validierung mit anderen Methoden und größte Sorgfalt des Wissenschaftlers bei der Auswahl der Methode und des abzubildenden, möglichst repräsentativen Ausschnittes aus dem zu untersuchenden Objekt erkennbar und vermeidbar.

#### *Klassifikation mikroskopischer Darstellungen*

Unsere Einteilung zielte darauf ab, Kategorien zu definieren, welche Bilder vereinen, die mit ähnlichen Methoden erstellt wurden und daher ähnliche Probleme beinhalten. Diese Unterscheidung ist von zentraler Bedeutung, wenn die Darstellungen darauf geprüft werden sollen, welche Begründungskraft sie für biologisches Wissen haben. Letztlich ist es das Vorwissen um ihre Entstehung und die inhärenten Schwierigkeiten der verwendeten Technologien, welches die Voraussetzung für eine adäquate Interpretation und den Aufbau wissenschaftlicher Erkenntnis sowie für die Vermeidung fehlerhafter Interpretationen bildet.<sup>23</sup>

<sup>23</sup>Lemke et al. 2012

	<b>Wahrnehmung</b>	<b>Erzeugung</b>	<b>Darstellungsweise</b>
1.	<b>Wahrnehmung mit dem Auge</b>	<b>Physiologisches Sehen</b>	<b>Gesehene Bilder</b>
1.1.	Nacktes Auge	unbewaffnet	Selbstdarstellung Ikon, analog, nicht intendiert
1.2.	Erweitertes Sehen	Lupe, Hellfeld- und Dunkelfeldmikroskop	Ikon, analog, intendiert
1.3.	Visualisierung physikalischer Eigenschaften	Kontrastverfahren, Fluoreszenz, Polarisation, Phasenverzögerung, Doppelbrechung, Interferenz usw.	Ikon, analog, intendiert

Fig. 13: Klassifikation von Darstellungen der Biologie

Eine Übersicht der verschiedenen Klassen mikroskopischer Bilder wird in den Tabellen gegeben. Unter 1.1. finden sich die Selbstdarstellungen. Jeder Gegenstand der wahrnehmbaren Wirklichkeit kann als Darstellung für sich selbst stehen (→ Fig. 13). Das ist möglich, weil er sich selbst vollkommen gleich. Diese Darstellung geschieht also auf Grund einer besonderen Ähnlichkeit der Darstellung mit dem Dargestellten, die hier vollkommen ist. Deswegen ist die Selbstdarstellung ikonisch. Sie ist nicht intendiert. Denn dazu müsste sie hergestellt werden, um zu zeigen, was sie zeigt. Ein Floh lebt aber nicht, um sich selbst darzustellen, das tut er nebenbei.

Unter 1.2 finden sich alle Bilder, die durch einfache optische Vergrößerungsinstrumente erhalten werden und der alltäglichen Erscheinung der Objekte ähneln. Da sie das, was sie zeigen, auf Grund einer Ähnlichkeit mit dem Gezeigten zeigen, sind sie ikonische Darstellungen. Sie sind intendiert, denn sie wurden erzeugt um das zu zeigen, was sie zeigen und sie sind analog. Das heißt, sie sind, anders als das Wort „Floh“, keine Darstellungen, zu der es eines Codes bedarf um sie zu lesen. In diese Kategorie fallen Abbildungen transparenter Objekte, die Licht absorbieren (Hellfeld-Mikroskopie) bzw. Objekte, die bei indirekter Beleuchtung Licht

	<b>Wahrnehmung</b>	<b>Erzeugung</b>	<b>Darstellungsweise</b>
2.	<b>Elektronisches Sehen</b>	<b>Erzeugung im Mikroskop, für das bloße Auge unsichtbar</b>	<b>Erweiterung der sichtbaren Größenbereiche durch Elektronik</b>
2.1.	vom Bildschirm	Die Topologie der Lichtintensität wird mit Videokameras aufgenommen und als Spannungssignal ausgegeben. Kontrastverstärkung überschreitet die klassische Auflösungsgrenze.	Ikon, digilog, intendiert
2.2.	Nachträgliche Sichtbarmachung von Dateien auf dem Bildschirm	Die Topologie der Lichtintensität wird mit elektronischen Geräten als diskrete Messwerte kodiert.	Symbol, digital, intendiert

Fig. 14: Klassifikation von Darstellungen der Biologie

beugen und reflektieren (Dunkelfeld-Mikroskopie) (→ Fig. 12). Durch die Vergrößerung wird vor allem eine Verbesserung der Sichtbarkeit von Details erreicht.

Eine weitere Klasse von Bildern (1.3) beinhaltet Bilder, die für das unbewaffnete Auge unzugänglich sind und die in unserem Erfahrungsschatz fehlen. Hierzu gehören mikroskopische Bilder, welche auf Kontrast erzeugende Verfahren zurückzuführen sind, die sich andere physikalische Parameter als Absorption und Reflektion

von Licht zunutze machen. Mit diesen Verfahren werden Objektdetails sichtbar, die materielle Eigenschaften des Objekts, wie Doppelbrechung oder Phasenverzögerung, bildlich darstellen. Auch diese Darstellungen sind ikonisch, analog und intendiert. Ihre Ähnlichkeit mit dem, was sie zeigen, ist aber schwer nachzuweisen, da das, was sie zeigen, mit bloßem Auge nicht sichtbar ist. Hier muss der Forscher zusätzlich prüfen, ob das von ihm gewählte Verfahren robust ist. D.h. er wird versuchen, das Ob-

	<b>Wahrnehmung</b>	<b>Erzeugung</b>	<b>Darstellungsweise</b>
3.	<b>Nicht optische Verfahren</b>	<b>Spezialisierte Detektoren</b>	<b>Visualisierung des Unsichtbaren durch Elektronik</b>
3.1.	Elektronenmikroskopie, Bilder auf dem Schirm oder Fotos	Elektronenabsorption, -Reflektion, -Refraktion und -Floureszenz	Ikon, digilog, intendiert
3.2.	Weitere elektromagnetische Wellen: Röntgenstrahlen, infrarotes Licht usw.	Röntgen-Microtomographie, NMR-, IR-, und Raman Imaging Spectroscopy; Messwerte kodiert	Symbol, digital, intendiert

Fig. 15: Klassifikation von Darstellungen der Biologie

jekt mit einem zweiten, deutlich anderen, Verfahren zu untersuchen. Findet er z. B., trotz völlig verschiedener Mikroskopverfahren, einen Kern in der Zelle, dann kann er sich recht sicher sein, dass seine Darstellung etwas zeigt, das tatsächlich so in der Wirklichkeit vorkommt. Die Auswahl verschiedener Verfahren behindert die Objektivität der Darstellung also nicht, sondern garantiert sie.

Eine davon grundlegend verschiedene Art von Bildern sind solche, die mit „elektronischen Augen“ aufgenommen werden (→ Fig. 14). Diese erlauben eine Modifikation von Helligkeit und Kontrast, die in Kombination mit optischen Einstellungen am Mikroskop eine dramatische Ver-

besserung der Bilddetails bringt. Die rein optische Auflösungsgrenze trifft für die Wahrnehmung mit „elektronischen Augen“ nicht zu, so dass der Bereich der *Superresolution* erreicht wird.<sup>24</sup> Solche Darstellungen sind oft nicht mehr rein analog, denn sie erfüllen nicht beide Kriterien, die dafür nötig wären. Sie könnten im Falle eines Fotos diskret sein, denn das Filmmaterial ist körnig und besteht aus endlich vielen von diesen Körnern. Ein Foto benutzt aber keine vereinbarte Kodierung, die es für eine rein digitale Darstellung nötig wäre. Wir fanden hier die Wortschöpfung „digilog“ passend. Intendiert sind diese Darstellun-

<sup>24</sup>Allen 1985, Breidenmoser et al. 2010, Webb 1986, Shotton 1987

	<b>Wahrnehmung</b>	<b>Erzeugung</b>	<b>Darstellungsweise</b>
4.	<b>Sehen mit dem Gehirn</b>	<b>mentale Kreation</b>	<b>Konstruierte Bilder</b>
4.1.	Zeichnung	Zusammenführung der Information von verschiedenen betrachteten Objekten einer Art	Ikon, analog, intendiert
4.2.	Zeichnung, Diagramm	Zusammenfügen der Informationen verschiedener betrachteter Objekte mit Hilfe der Vorstellungskraft; Ergänzen durch Interpretation, Erfahrung und Vorwissen	Ikon, mit symbolischen Anteilen, wie z.B. Beschriftungen; Ansonsten analog und intendiert
4.3.	Computermodell	Modellierung quantitativer Daten unter Vorwissen durch Computersimulation	Symbol, digital, intendiert

Fig. 16: Klassifikation von Darstellungen der Biologie

gen, denn sie wurden angefertigt, um darzustellen, was sie zeigen.<sup>25</sup>

In den letzten Jahren wurden weitere Techniken entwickelt, die modifizierte Laserstrahlen zur Beleuchtung einsetzen und eine noch stärkere Erhöhung der Auflösung erlauben und damit die echte Auflösung von Objekten ermöglichen, deren Größe nur ein Zehntel der verwendeten Licht-

Wellenlänge beträgt. Wesentlich kurzwelligere elektromagnetische Wellen, wie Röntgen- oder Elektronenstrahlen, können mit spezifischen physikalischen Detektoren Bilder von weit höherer Auflösung ergeben. Solche Detektoren arbeiten dann aber meist digital. D.h., sie besitzen nicht nur eine diskrete Anzahl von „Fühlern“, die das Bild in Einzelpartien oder Elemente zerlegen, sie wandeln das

<sup>25</sup>Lemke et al. 2012, Weiss 2012

aufgefangene Signal darüber hinaus meist in eine Spannung um, die dann einem Wandler zugeführt wird. Dieser gibt beim Überschreiten einer vorher definierten Spannung den Wert 1 und darunter 0 aus. Da diese Spannung durch den Forscher, oder genauer durch den Entwickler der Kamertechnik, festgelegt wird, handelt es sich um eine Kodierung. Diese Binärfolge ist durch die Kodierung bestimmten Spannungen und damit letztlich bestimmten Informationen aus dem Objekt unter dem Mikroskop zugeordnet. Sie kann dann im Rechner in ein Dateiformat gebracht werden, das am Ende nichts weiter als eine Folge von Buchstaben ist, die dem Dargestellten überhaupt nicht mehr ähnelt. Die Darstellung ist darum nicht ikonisch, sondern symbolisch, weil sie das, was sie zeigt, aufgrund der Kodierung zeigt. Dadurch erfüllt sie neben der Diskretheit auch die zweite Bedingung dafür, digital zu sein.

Bei einem derartigen Bewaffnungsgrad mit verschiedenen Strahlungen und aufwendiger Präparation ist die Gefahr groß, nicht-intendierte Artefakte durch Zerstörung der Probe zu erzeugen. D.h., die Darstellung zeigt dann nicht mehr das, weswegen sie hergestellt wurde, sondern störende Artefakte. Nichtsdestoweniger zeigt sie etwas, nämlich den Fehler, aber den zu zeigen, war nicht intendiert. Auch eine misslungende Darstellung

hört also nicht auf darzustellen, sondern das Darstellen geht schief und verfehlt sein Ziel.

Wir unterscheiden zusätzlich verschiedene Klassen von Bildern, die auf indirektem Wege geschaffen werden und in die auch Informationen von anderen Untersuchungsobjekten oder aus anderen Bereichen biologischer Forschung einfließen (→ Fig. 16). Mentale Aktivität verdichtet die Information in diesen Fällen zu Darstellungen, die dann als Zeichnungen umgesetzt werden, die Einzelbildern, Fotoserien oder ausgewählten repräsentativen Bildern in ihrer Anschaulichkeit und im Informationsgehalt weit überlegen sind. Klasse 4.1 beinhaltet solche Bilder, die wir als zusammengesetzte realistische Bilder bezeichnen. Nicht selten kombinieren Mikroskopiker Informationen von verschiedenen Ansichten und Darstellungen einer Zellspezies, die mit den Verfahren der Klassen 1.-3. erhalten wurden, zu einem mentalen Bild, das dann als Zeichnung manifestiert wird, so wie die bemerkenswerten Darstellungen von Radivoj Krstic (→ Fig. 17). Seine Zeichnungen beinhalten reale Bildinformation aus oft Hunderten von beobachteten Einzelbildern, enthalten aber keine Information aus anderen Quellen. Sie stellen hoch informative, realistische und dreidimensionale Ansichten von Zellen und Geweben dar.



Wenn die Auflösung oder der Kontrast des Mikroskops Unterscheidungen in feinen Details nicht zulässt, greifen Mikroskopiker seit Generationen auf zusätzliche Informationsquellen zurück (Klasse 4.2). Dazu werden die Ergebnisse der verschiedenen mikroskopischen Verfahren mit Informationen aus der physiologischen und biochemischen Zellbiologie kombiniert. Wir bezeichnen diese Bilder als imaginär-realistische Bilder.<sup>26</sup> Die letzte Klasse (Klasse 4.3) enthält Bilder, die aus einer Vielzahl verschiedener Bilddaten und zusätzlichem biologischem Wissen zusammengesetzt werden. Das Zusammenfügen von Bildinformation zu einer holistischen Ansicht der Zelle ist nur mit der zusätzlichen Hilfe „elektronischer Gehirne“ möglich. Dieser „in silico-Ansatz“ verlangt nicht nur das „Sehen mit dem Gehirn“, sondern auch das Entwerfen und Erstellen von Modellen, wozu wegen der Komplexität des Datenvolumens meist der Computer als „künstliche Gehirnerweiterung“ eingesetzt werden muss.

*New Methods – New Insight  
Wechsel der Sichtweisen in der  
Zellbiologie durch neue  
Mikroskopieverfahren*

Zusammengefasst lässt sich also sagen: Unsere Sicht der Zelle hat sich mit dem Fortschritt der Mikroskopie-

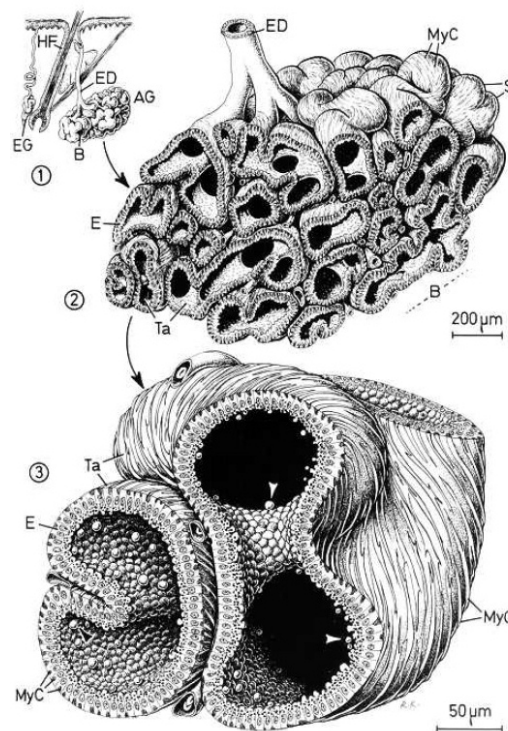
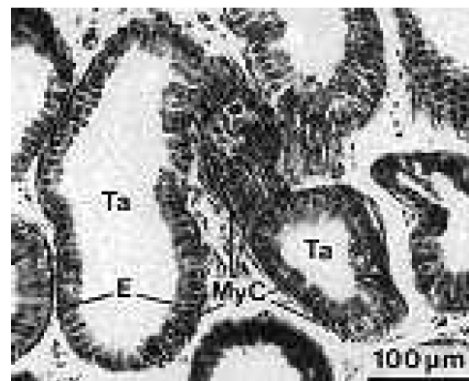


Fig. 17: Das zusammengesetzt-realistische Bild eines menschlichen Drüsengewebes. Oben: Hellfeldbild eines einzigen histologischen Schnittes durch die Schweißdrüse bei niedriger Vergrößerung. Unten: Zusammengesetzte, realistische Zeichnungen der dreidimensionalen Mikrostruktur der Drüse bei unterschiedlichen Vergrößerungen. Die beiden Zeichnungen sind dabei aus der Syntese einer Vielzahl licht- und elektronenmikroskopischer Schnittbilder entstanden. (Verändert nach Krstic 1991)

<sup>26</sup>Weiss 2012

verfahren dramatisch verändert. Gehen wir nun der Frage nach, *ob dieser Fortschritt graduell, in sprunghafter Weise oder sogar mit echten Paradigmenwechseln verlief*. Nach den Arbeiten von Thomas S. Kuhn bezeichnen wir besonders tief greifende Änderungen des Wissensstandes als Paradigmenwechsel. Dabei wird, im Gegensatz zum lockeren umgangssprachlichen Gebrauch des Wortes, für einen Paradigmenwechsel im Sinne Kuhns die Erfüllung strenger Kriterien gefordert. Aus den, im Laufe seiner Arbeiten sich durchaus verändernden, Kriterien seien hier die wichtigsten zusammengetragen:

#### *Paradigmenwechsel*

- veranlassen den Wissenschaftler, seinen Forschungsbereich mit anderen Augen zu sehen (wie bei einem Gestaltwandel).
- führen zu einer Veränderung der Grundauffassungen einer Disziplin.
- verändern die Standards und Normen dafür, was überhaupt als wissenschaftlich akzeptabel gilt.
- führen dazu, dass einige Grundbegriffe einer Disziplin eine andere Bedeutung bekommen.
- machen einige alte Probleme irrelevant und eröffnen einige neue Forschungsgebiete und Probleme.
- machen viele Phänomene, die mit dem alten Paradigma nicht erklärbar waren, verständlich.

- Es kommt zu echtem wissenschaftlichen Fortschritt und nicht nur zu Aufräumarbeiten, die zwischen Paradigmenwechseln stattfinden.<sup>27</sup>

Die Tabelle zeigt, dass die großen Schritte in der Biologie immer mit dem Auftreten einer neuen Methode verknüpft waren, ohne dass die Erkenntnissprünge gleich alle als Paradigmenwechsel einzustufen sind (→ Fig. 18). Als echte Paradigmenwechsel kämen am ehesten der Schritt „alle Organismen bestehen aus Zellen“ und der sechste Schritt, d.h. die völlige Umkehrung von der starren struktur-dominierten zu der hochdynamischen Sichtweise der Zellbestandteile, in Betracht.<sup>28</sup> Ob die Systembiologie den von ihr erhofften Paradigmenwechsel wirklich bringen wird, bleibt abzuwarten.

Verschiedene Verfahren (III, IV, IX) haben eher zu einem kontinuierlichen Erkenntniszuwachs beigetragen. Die anderen größeren Schritte (II, V, VII, VIII) sind wohl nicht als Paradigmenwechsel im strengen Sinne von Kuhn zu bezeichnen, stellen aber teilweise doch so etwas wie Revolutionen in der Zellbiologie dar. Sie haben, wenn auch nicht zur völligen Umkehr der Denkweisen, doch immerhin zu grundlegendem Umdenken in unserer Sichtweise gezwungen, wie Zellen aufgebaut sind und wie sie funktionieren.

<sup>27</sup>Kuhn 1977, 1987

<sup>28</sup>Shotton 1987, Webb 1986, Breidenmoser et al. 2010

	Verfahren	Erkenntnis	Zeitraum
I.	Erste Mikroskope	Es gibt Zellen	17.Jh.
II.	Klassische Lichtmikroskopie	Organismen bestehen aus Zellen	18.Jh.
III.	Wissenschaftlicher Mikroskopbau	Mitose, Chromosomen, physikalische Auflösungsgrenze	ab 1860, Vorläufer ab 1800
IV.	Physikalische Spezialverfahren	Chemisch-physikalische und morphologische Beschaffenheit der Zellstrukturen	ab 1900
V.	Elektronenmikroskopie	Ultrastruktur der toten, dehydrierten Zelle; Proteine und Cytoskelettstrukturen	ab 1940
VI.	Allen-Videomikroskopie	Cytoplasma und Cytoskelett sind dynamisch	ab 1981
VII.	Fluoreszenz-Restlichtmikroskopie	Lokalisation und Dynamik der Moleküle in der lebenden Zelle	1980 Vorläufer ab 1900
VIII.	Konfokale Laser-Raster-Mikroskopie	Das gleiche in 3 und 4 Dimensionen	ab 1985
IX.	Zytomik	Die gesamte Zelle wird inventarisiert und quantifiziert	ab 1990
X.	Systembiologie	Computersimulation und Modellierung	ab 1970

Fig. 18: Gegenüberstellung von technischem und biologischem Fortschritt

ren. Es sollte aber auch darauf hingewiesen werden, dass die Ergebnisse besonders dramatischer Neuerungen im Instrumentenbereich dazu verleiten, überbewertet zu werden und ohne genügende Validierung durch andere,

wirklich unabhängige Methoden kritiklos übernommen zu werden.<sup>29</sup>

Wir können also durchaus von sprunghaften Veränderungen oder Transformationen sprechen, die von

<sup>29</sup>Bechtel 1990

neuen Verfahren angestoßen wurden. Die meisten dieser Sprünge verlaufen aber auf niedrigerer Schwelle als ein echter Paradigmenwechsel. Für die Transformation des Wissens in den Biowissenschaften bedarf es also einer wesentlich feineren Klassifikation für wissenschaftliche Transformationen. Die kontinuierlich arbeitende Normalwissenschaft und der Paradigmenwechsel sind womöglich nur die Extremwerte im Bereich dessen, wie sich Veränderung vollzieht.

Hieraus ergibt sich eine Reihe Forschungsfragen für die nächsten Jahre: *Ist es typisch für die Lebenswissenschaften, dass die Transformationen des Wissens sprunghaft sind und von neuen Techniken ausgelöst werden? Lässt sich ein „Messinstrument“ für die „Sprunghöhe“, also eine Art Feinklassifikationen, erstellen?*

Gefördert durch:

Exzellenz-Förderprogramm Mecklenburg-Vorpommern, Laufzeit: 01/2009 – 06/2011

Literatur:

- Allen, R.D.: *New observations on cell architecture and dynamics by video-enhanced contrast optical microscopy*. In: *Annual Reviews Biophysics biophysical Chemistry*. 14 (1985). S. 265–290.
- Bechtel, W.: *Scientific Evidence. Creating and Evaluating Experimental Instruments and Research Techniques*. In: *PSA*. 1 (1990). S. 559–572.
- Breidenmoser, T., Drack, M., Engler, F.O., Pohl, M. und Weiss, D.G.: *Transformation of Scientific Knowledge in Biology. Changes in our Understanding of the Living Cell through Microscopic Imaging*. In: *Preprint Series of the Max Planck Institute for the History of Science*. Berlin 2010. No. 408. S. 1–89.
- Krstic, R.V.: *Human Microscopic Anatomy – An Atlas for Students of Medicine and Biology*. Springer. Berlin Heidelberg New York 1991.
- Kuhn, T.S.: *Objectivity, Value Judgment, and Theory Choice*. In: *Thomas Kuhn – The Essential Tension*. University of Chicago Press. Chicago 1977. S. 320–339.
- Kuhn, T.S.: *What are Scientific Revolutions*. In: Krüger, L., Daston und L. Heidelberger, M. (Eds.): *The Probabilistic Revolution*. Cambridge University Press. Cambridge 1987. S. 7–22.
- Lemke, M., Breidenmoser, T., Drack, M. und Engler, F.O.: *Zur Klassifikation wissenschaftlicher Darstellungen*. In: Liebsch, D. und Mößner, N. (Eds.): *Visualisierung und Erkenntnis. Bildverstehen und Bildverwenden in Natur- und Geisteswissenschaften*. Herbert von Halem Verlag. Köln 2012. S. 178–206.
- Shotton, D. M.: *The Current Renaissance in Light Microscopy I. Dynamic Studies of Living Cells by Video Enhanced Contrast Microscopy*. In: *Proc. Roy. Microsc. Soc.* (22) 1987. S. 37–44.
- Webb, W.W.: *Light microscopy – a modern renaissance*. In: *Ann. N.Y. Ac. Sci.* (483) 1986. S. 387–391.
- Weiss, D.G.: *Das neue Bild der Zelle. Wechsel der Sichtweisen in der Zellbiologie durch digitale Mikroskopieverfahren*. In: Liebsch, D. und Mößner, N. (Eds.): *Visualisierung und Erkenntnis. Bildverstehen und Bildverwenden in Natur- und Geisteswissenschaften*. Herbert von Halem Verlag. Köln 2012. S. 295–328.

## Das Erbe Kants: Wissenschaftliche Philosophie und Transformationen wissenschaftlicher Grundlagen

von Karsten Böger

Keine Wissenschaft ist voraussetzungslos. Viele Studienbücher einer beliebigen Disziplin beginnen üblicherweise mit einem einleitenden Kapitel, in dem charakteristische Ziele, Methoden und grundlegende Annahmen vorgestellt werden. So findet sich beispielsweise in einem Buch über die Grundlagen der Mathematik folgendes:

„In diesem Buch wird die Mathematik selbst zum Gegenstand mathematischer Untersuchungen gemacht. Dies ist aber nur dadurch möglich, daß die in der Mathematik benutzten Sprachen und die in diesen Sprachen formulierten Theorien in recht formaler Weise als Mengen von geschriebenen (oder zumindestens prinzipiell schreibbaren) Zeichenfolgen aufgefaßt werden.“<sup>30</sup>

Diese Annahme, nämlich dass sich mathematische Aussagen mit Hilfe formaler Sprachen rekonstruieren lassen, ist eine Idee, die in der Geschichte der Mathematik noch nicht sehr lange in Umlauf ist. In einem sehr bekannten Studienbuch zur Physik ist zu lesen:

„Die moderne exakte Naturwissenschaft begann mit der Feststellung

Galileo Galileis (1564–1642), dass eine geradlinig gleichförmige Bewegung keiner Ursache bedarf, sondern aus sich selbst heraus immer weiter geht.“<sup>31</sup>

Bei dem sogenannten Trägheitsprinzip handelt es sich jedoch nicht, wie in diesem Zitat behauptet, um die Feststellung einer offensichtlichen Tatsache, sondern um eine grundlegende Annahme, deren Entstehungs- und Begründungskontext für Wissenschaftsphilosophen und -historiker, die das Wissen und seine Transformationen untersuchen, von großem Interesse sind. Bereits Aristoteles betrieb seine Untersuchungen zur Natur empirisch, d.h. auf Beobachtungen gestützt. Dennoch bezeichnen wir seine Studien heute nicht als exakt-naturwissenschaftlich im modernen Sinne. Warum nicht? Was hat sich geändert?

Diese kurzen Beispiele führen uns zu einem wesentlichen Aspekt wissenschaftlicher Voraussetzungen: Ihre implizite Berücksichtigung, ihre Formulierung und ihre Akzeptanz sind an räumliche und zeitliche Umstände geknüpft. Eine Wissenschaftsauffassung, die davon ausgeht, dass die Standards wissenschaftlicher Praxis Wandlungsprozessen unterliegen, wird historisierend genannt. Unter welchen Umständen grundlegende wissenschaftliche Annahmen und

<sup>30</sup>Schreiber: *Grundlagen der Mathematik*

<sup>31</sup>Meschede: *Gerthsen Physik*, S. 17

	a priori	a posteriori
analytisch	<i>logische Tautologien</i>	<i>gibt es nicht</i>
synthetisch	<i>mathematische Sätze</i>	<i>Sätze der Naturwissenschaft</i>

Fig. 19: Kants Einteilung der Urteile

Methoden entstanden sind und wie sie begründet wurden, für diese Fragen interessieren sich Wissenschaftshistoriker und Wissenschaftsphilosophen.



Fig. 20: Immanuel Kant (1724–1804)  
(© Wikimedia)

Insbesondere die Zeit von der Mitte des 19. bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts gilt als eine Zeit großer Umwälzungen in den Grundlagen der Physik, Mathematik, Logik und Psychologie. Zeitzeugen dieser Ereignis-

se waren Moritz Schlick (1882–1936) und Hans Reichenbach (1891–1953), die heute als die führenden Köpfe des Wiener Kreises und der Berliner Gruppe bekannt sind. Diese beiden Zirkel galten als Zentren des Logischen Empirismus, einer einflussreichen philosophischen Strömung des 20. Jahrhunderts. Doch schon bevor Schlick und Reichenbach in Wien und Berlin wirkten, hatten sie sich in der Philosophie einen Namen gemacht, nämlich indem sie aus einer philosophischen Perspektive Stellung zur speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie bezogen hatten.

Ihre philosophischen Bestrebungen standen in der Tradition der wissenschaftlichen Philosophie, die ihre Aufgabe, in Anknüpfung an die Ergebnisse der Einzelwissenschaften, in der Aufklärung allgemeiner Voraussetzungen und Methoden der Erkenntnis sah. Diese Zielsetzung stellte eine Fortführung des transzendentalphilosophischen Programms Immanuel Kants dar, das, angeregt durch Hermann von Helmholtz Ende des 19. Jahrhunderts, eine starke Wiederbelebung erfuhr.

Kant hatte zu zeigen versucht, dass das wissenschaftliche wie das menschliche Erkennen überhaupt gewisse Fähigkeiten und Grundprinzipien voraussetzt, ohne die Erkenntnis schlichtweg unmöglich wäre. Darüber hinaus war Kant überzeugt, dass gewisse Teile der Wissenschaft unabhängig von der Erfahrung ihren Gegenstand bestimmen und Erkenntnisse über ihn erlangen können. Paradebeispiel einer solchen Wissenschaft war für ihn die Mathematik. Da die Mathematik ihre Sätze und Schlussfolgerungen unabhängig vom empirischen Anteil rechtfertigen konnte, nannte er ihre Erkenntnisse a priori. Außerdem nannte er sie synthetisch, denn mathematische Untersuchungen können durchaus unsere Kenntnis über einen Gegenstand erweitern, wobei erweitern in diesem Falle bedeutet, dass Definitionen und Axiome nicht hinreichend sind, sondern nach Kant noch das Vermögen der Anschauung hinzukommen muss. Auch Naturwissenschaften sollten nach Kant einen reinen Teil enthalten, in dem gewisse Grundsätze ohne Bezug auf Erfahrungstatsachen ausgezeichnet werden.

Wenn es Sätze gibt, deren Rechtfertigung nicht auf Erfahrung angewiesen ist, stellt sich die Frage, ob sie überhaupt von Wandlungsprozessen betroffen sein können. Bei Kant gibt es keinen Anhaltspunkt dafür, dass die von ihm ausgezeichneten Prinzipien

veränderlich seien.



Fig. 21: Ernst Mach (1838–1916)  
(© Wikimedia)

Im Streit mit den Neukantianern und anderen philosophischen Strömungen um das Erbe der Kantischen Philosophie verfolgten Schlick und Reichenbach jeweils verschiedene Strategien. Letzterer strebte nach einer Modifizierung des Kantischen synthetischen a priori, wohingegen Schlick dieses völlig ablehnte. Er berief sich stattdessen auf den französischen Mathematiker und Wissenschaftsphilosophen Henri Poincaré (1854–1912) und betonte, dass manche Grundsätze zwar konstitutiv für die Wissenschaft seien, aber durch keine Notwendigkeit, sondern durch Übereinkunft festgelegt wer-

den. Reichenbach bezeichnete diejenigen Grundsätze, die jede Art von empirischer Untersuchung überhaupt erst möglich machen, als *Zuordnungsaxiome* und nannte sie, in Anlehnung an das Kantische Vorbild, ebenfalls *a priori*, allerdings ohne damit eine für alle physikalischen Theorien verbindliche Gültigkeit zu behaupten. Vielmehr zeige sich in der Veränderung dieser Prinzipien die Fähigkeit der aktiven menschlichen Vernunft, die symbolische Repräsentation des Wissens an neue wissenschaftliche Theorien anzupassen.

Wenn wir wissenschaftliches Wissen als Modellfall der Rationalität und unserem Verständnis der Objektivität akzeptieren, indem wir annehmen, dass jeder Mensch, dem die Gründe vorgelegt werden, es anerkennen muss, dann ergibt sich in Kombination mit der Annahme, dass gewissen Grundsätzen keine Notwendigkeit anhaftet, sondern sie nur konventionell festgesetzt werden, ein Problem. Wie lässt sich dann die Annahme einer wissenschaftlichen Rationalität aufrecht erhalten? Mit dem Kantischen Ansatz ergab sich dieses Problem nicht: Objektivität und Rationalität manifestieren sich in den Grundsätzen, die nicht der Natur bzw. Erscheinungswelt, sondern der Vernunft entnommen sind. Die synthetischen Urteile *a priori* musste daher jeder vernunftbegabte Mensch akzeptieren.

Ist nun mit der Ablehnung des Kantischen Ansatzes etwa auch zugleich die Rationalität verloren? Nicht wenn wir, wie zu Beginn erwähnt, annehmen, dass sich die Maßstäbe der wissenschaftlichen Rationalität verändern können. Sie sind nicht starr, sondern den Forschern jeder Generation stellt sich immer wieder die Aufgabe, die Standards neu zu diskutieren. Wann gilt eine wissenschaftliche Erkenntnis als sicher begründet? Sind die empirischen Befunde hinreichend für die Schlussfolgerungen, die auf ihrer Basis formuliert wurden?



Fig. 22: Henri Poincaré (1854–1912)  
(© Wikimedia)



Für die Wissenschaftstheorie ergibt sich damit die Aufgabe, eine historische Theorie wissenschaftlicher Rationalität zu entwickeln, in der philosophische Maßstäbe wechselseitig zur Entwicklung der Wissenschaften untersucht werden. Mit der Anerkennung der Entwicklung und der Aufgabe einer, von den Wissenschaften unabhängigen, Rechtfertigung dieser Maßstäbe ist auch gleichzeitig ihre Starrheit aufgegeben. Wer den Wandel solcher Maßstäbe im Blick hat, gelangt zu einem besseren Verständnis wissenschaftlicher Revolutionen.

Wissenschaftler, die ihre eigenen Standards neu formulierten, konnten nicht nur neue Erkenntnisse erlangen, sondern auch wichtige Impulse für die wissenschaftliche Philosophie geben, die wiederum neue Grundbegriffe und Grundkonzepte aus den Einzelwissenschaften aufgriff und diese hinsichtlich ihrer Verallgemeinerbarkeit einschätzte. Beispielsweise war der Grundlagenstreit in der Mathematik um die Jahrhundertwende von einer Diskussion begleitet, in der es um die Beantwortung der Frage ging, welche Kriterien ein mathematischer Beweis zu erfüllen habe. Der Mathematiker David Hilbert schuf in seinem Werk *Grundlagen der Geometrie* ein Verfahren, in dem auf anschauliche Definitionen der Grundbegriffe wie *Punkt*, *Gerade* und *Ebene* verzichtet werden sollte und stattdessen jedes Etwas, das gewissen Axiomen genüge, eben die-

se Bezeichnungen *Punkt*, *Gerade* und *Ebene* erhalten könne. Für korrekte Ableitungen aus diesen Axiomen sollte die Anschauung daher keine beweisfördernde oder beweishindernde Rolle spielen. Dieses Verfahren wurde von Schlick aufgegriffen und *implizite Definition* genannt. Er hielt es über die Grenzen der Mathematik hinaus für erkenntnistheoretisch bedeutsam, weil es der Wissenschaft insgesamt erlaubte, zunächst als Zeichensystem betrachtet, wohldefinierte Begriffe zu verwenden, deren Interpretation anschließend variabel war. Auch Reichenbach maß der axiomatischen Methode große erkenntnistheoretische Bedeutung zu, da das Verfahren den logisch-mathematischen Kern konkurrierender Theorien freizulegen erlaubte und somit allen anschaulichen Ballast, der Wissenschaftler mitunter abhielt, eine neue Theorie anzuerkennen, über Bord warf. So wirkte das aus der Mathematik importierte Verfahren auf die Entwicklung der wissenschaftlichen Philosophie und diese, mit ihren Beiträgen um die Anerkennung der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie, wieder auf die Wissenschaft zurück.

In unserem Projekt *Transformationen und integratives Potential der wissenschaftlichen Philosophie*<sup>32</sup> steht diese Wechselwirkung zwischen Philosophie und Wissenschaft im Fo-

<sup>32</sup>Für das Projekt siehe → S. 30



Fig. 23: Herman von Helmholtz (1821–1894)  
(© Wikimedia)

kus der Untersuchungen. Wir wollen zeigen, wie von der wissenschaftlichen Philosophie Konzepte und Methoden der Fachdisziplinen aufgenommen und verändert wurden, unter anderem so, dass diese Verfahren das Potential hatten, die Objektivität verschiedener Disziplinen in sich zu integrieren. So griff Schlick beispielsweise in seinem Hauptwerk, der *Allgemeinen Erkenntnislehre*, die ursprünglich aus der Psychologie stammende Methode der Koinzidenzen auf, um zu zeigen, wie die unanschauliche, gedachte Struktur des Raumes, so wie sie in der Physik behandelt wird, in ihrer Objektivität eben

durch diese Methode verbürgt wird. Dass diese Methode aber nicht die einzige ist, die wissenschaftliche Objektivität garantieren kann, erarbeitete Schlick in seiner Auseinandersetzung mit den Erkenntnissen der zu seiner Zeit fruchtbaren Gestaltpsychologie, die wiederum auf weitere Mitglieder des Wiener Kreises Einfluss hatte, z.B. auf das heute wohl bekannteste Mitglied, nämlich Rudolf Carnap. Der hatte nämlich in seinem einflussreichen Hauptwerk *Der logische Aufbau der Welt*, entgegen eines langlebigen Vorurteils, nicht ominöse elementare „Sinnesdaten“, sondern gerade, in Anlehnung an die Gestaltpsychologie, Ganzheiten, die anschließend analysiert werden sollten, an den Anfang der Rekonstruktion unseres Wissens gestellt.

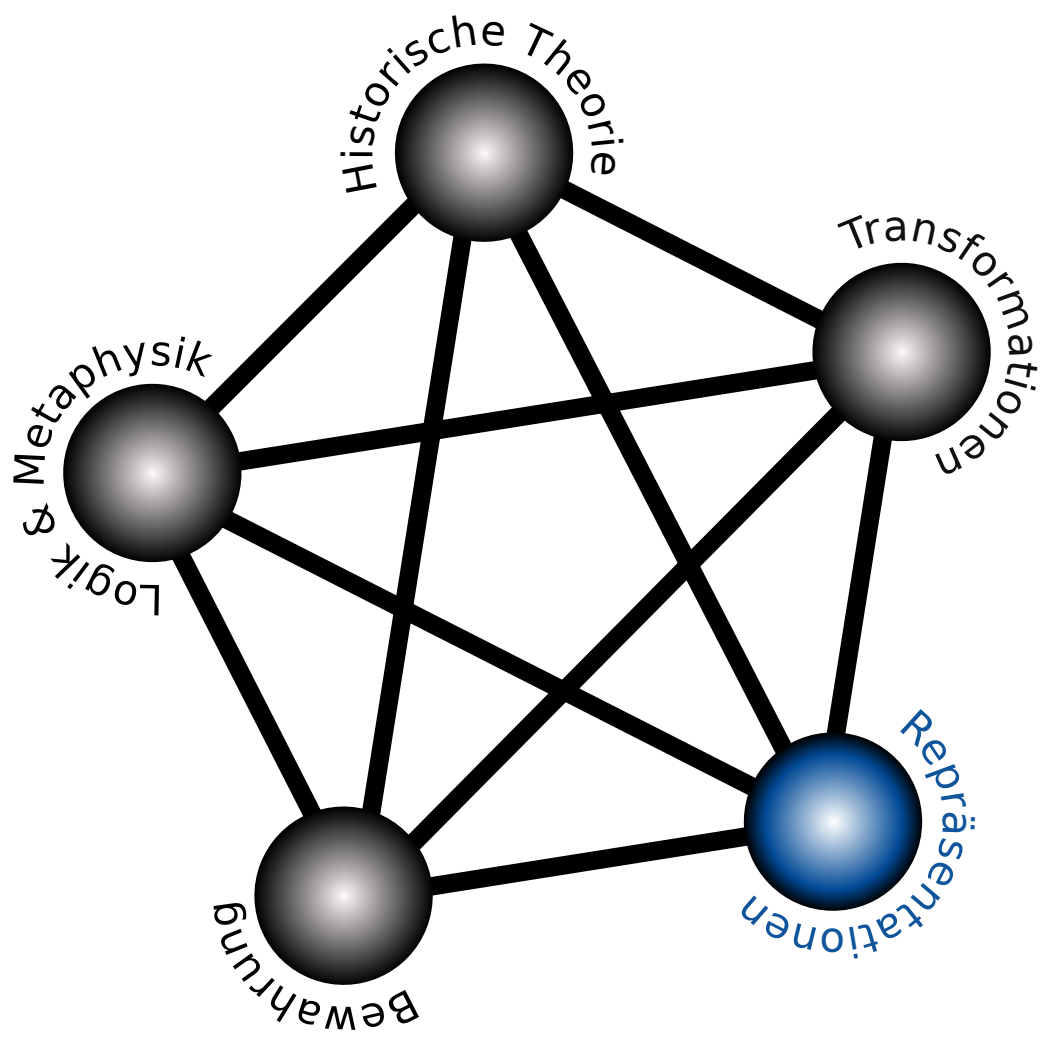
Die Wissenschaft wirkte also auf die Philosophie und ebenso beeinflussten wissenschaftliche Philosophen wie Hermann von Helmholtz, Henri Poincaré und Ernst Mach mit ihren Überlegungen zu den Grundlagen der Geometrie und der Relativität von Raum und Zeit die Physik. Mit den wissenschaftlichen Umwälzungen gingen auch Veränderungen der wissenschaftlichen Philosophie einher.

Diese Wechselwirkungen zwischen Wissenschaft und Philosophie sowie die Versuche, bestimmte Erkenntnisprinzipien und -methoden auszuzeichnen und unter diesen verschiedene

Disziplinen zu integrieren, sind die Gegenstände unseres Projekts.

*Literatur:*

- Meschede, D. (Hrsg.): *Gerthsen Physik*. 24. Auflage. Springer Verlag. 2010.
- Schreiber, P.: *Grundlagen der Mathematik*. Berlin 1977.



# Repräsentationen des Wissens

## Fokus der Forschung

Wissen kann verschiedene Formen annehmen. Diese Formen sind alles andere als beliebig. Zunächst hängen sie vom Entstehungszusammenhang ab. Wer beispielsweise mit Mikroskopen arbeitet, produziert Bilder, die dann häufig weiterverarbeitet werden. Auch die Rechtfertigung von Wissen hat Einfluss auf seine Form. Ein Mittel der Rechtfertigung ist zum Beispiel der gültige Schluss von Bekanntem auf Neues. Gültige Schlussfolgerungen können aber nicht als Bild dargestellt werden. Außerdem hat auch die Darstellung des Wissens Einfluss auf seine Form. Ein Artikel in der Tageszeitung wird ganz anders illustriert sein als ein internes Arbeitspapier unter Kollegen.

Daher wird im Rahmen der Forschungsarbeiten am ZLWWG zu den Repräsentationen des Wissens gefragt: Wie und in welcher Form kommt Wissen vor? Und wie hängt

diese Form des Wissens mit seiner Entstehung, Rechtfertigung und Darstellung zusammen? Ist zum Beispiel ein Bild, das vor hundert Jahren als gute Begründung für Wissen angesehen wurde, heute eine ebenso gute Grundlage der Rechtfertigung? Falls es keine mehr ist, was führte dazu, dass sich die Maßstäbe der Bewertung des Bildes geändert haben? Sind diese völlig beliebig oder können sie nur in bestimmten Grenzen variieren? Oder gibt es auch einige unveränderliche, feste Maßstäbe? Allgemein gefragt: Ist die Form, in der das Wissen sich darstellt, ausschließlich den kulturellen und historischen Umständen geschuldet *oder* trägt sie (auch) den Maßstäben einer objektiven und historisch stabilen Rationalität Rechnung?

Zur Beantwortung dieser Frage werden am ZLWWG Untersuchungen zu den kognitiven Grundlagen der Wissensrepräsentationen, aber auch zu den Standards der Sortierung und Klassifikation von Wissensbeständen

im Rahmen von Bereichsontologien durchgeführt.<sup>33</sup> Zudem wird im Schwerpunkt *Logik und metaphysische Grundlagen des Wissens* die logische Form von Wissen über alternende Entitäten in Raum und Zeit erforscht.<sup>34</sup>

## Projekte

### Kognition und Wissensrepräsentation

In diesem Projekt wird die kognitive Neurowissenschaft einerseits als weiteres und herausforderndes Beispiel einer Einzelwissenschaft präsentiert, an dem sich eine moderne Wissenschaftstheorie abarbeiten kann. Dann fragt man sich jedoch, ob insbesondere die kognitive Neurowissenschaft mehr leisten kann. Sie untersucht die neuronalen Grundlagen der Kognition. Inwiefern kann sie so die Wissenswissenschaften und insbesondere die Wissenschaftstheorie bereichern?

#### *Wissensrepräsentation in neuronalen Systemen*

Neuronale Systeme bestehen aus miteinander vernetzten Nervenzellen, die über binäre, „blitzartige“, elektrische Entladungen Signale austauschen. Im

Großhirn ist eine einzelne Nervenzelle mit etwa 10.000 weiteren über Synapsen, den Schnittstellen zwischen Nervenzellen, verbunden. Eine synaptische Verbindung zwischen zwei Nervenzellen ist jedoch nicht statisch, sondern plastisch. Abhängig von der elektrischen Aktivität ändern sich die Stärken von bestehenden Verbindungen und es entstehen neue Verbindungen. Dies scheint das neuronale Korrelat von Lernen und Gedächtnis zu sein. Wir können also festhalten, dass für den einzelnen Organismus die Netzwerkstruktur im Nervensystem offenbar eine Repräsentation des, während der Ontogenese erworbenen, Wissens ist. Die Regeln und Gesetzmäßigkeiten für diese aktivitäts- und somit auch erfahrungsabhängige Dynamik der Netzstruktur scheinen jedoch genetisch angelegt zu sein. Die genaue Balance zwischen Lernen des Individuums vs. genetische Prägung sind Gegenstand fachwissenschaftlicher Diskussionen („nature vs. nurture“). Festzuhalten ist jedoch die interessante Beobachtung, dass die Gesetzmäßigkeiten für das Lernen und den Wissenserwerb des Individuums zumindest teilweise evolutionär bestimmt sind. Eine Erklärung von Wissensrepräsentationen und des Erwerbs von Wissen muss also auch evolutionär artikuliert werden.

<sup>33</sup> *GoodOD – Ontologien des Wissens* → S. 59

<sup>34</sup> *Logische und metaphysische Grundlagen des Wissens* → S. 149

*Informationsverarbeitung in neuronalen Systemen*

Ein attraktiver theoretischer Ansatz in der Modellierung und Theoriebildung ist es, zunächst nach optimalen Strategien für eine bestimmte Aufgabe zu fragen und dann Modelle für ein neuronales Korrelat dieser Strategie herzuleiten, wobei die biologischen Randbedingungen beachtet werden. Dazu zählen zum Beispiel die anatomisch vorgefundene Verbindungsarchitektur oder physiologische Eigenschaften wie die Zuverlässigkeit und Dauer der Signalweiterleitung. Für Entscheidungen unter Unsicherheit – und dies kann als der Regelfall betrachtet werden – haben sich dabei die Paradigmen der Entscheidungs- und Spieltheorie sowie das Schlussfolgern nach Bayes'scher Logik empfohlen und in der Literatur durchgesetzt. Der Mehrwert einer Kombination solcher Ansätze mit Anatomie und Physiologie ist es, dass so die Beschreibung der neuronalen Dynamik angereichert wird um eine mathematisierte, funktionale Beschreibung der Dynamik kognitiver Systeme. Dieser Ansatz kann auf neuronale Systeme auf unterschiedlichen Ebenen angewendet werden, beispielsweise auf der Ebene einzelner Zellen und Verbänden von Zellen, größeren neuronalen Strukturen, dem Hirn und dem Organismus als Gesamtsystem.

*Kognition in neuronalen Systemen*

Zahlreiche Experimente deuten darauf hin, dass kognitive Phänomene beim Menschen (Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Imagination etc.) mit elektrischer Aktivität im Nervensystem korreliert sind. Dies wird als Rechtfertigung dafür genommen, Gesetzmäßigkeiten auf subjektiver Ebene (beispielsweise aus der Gestaltpsychologie) mit Gesetzmäßigkeiten auf der neuronalen Ebene in Beziehung zu setzen. Aber welche Konzepte der Kognitionswissenschaft lassen sich anwenden, um Dynamik und Reorganisation neuronaler Systeme jenseits einer reinen Beschreibung der physiologischen und biophysikalischen Prozesse zu erklären? Es ist nicht klar, ob sich jede Form der Kognition über Begriffe aus der Entscheidungs- und Spieltheorie erklären lässt. Hier setzt das interdisziplinäre Forschungsfonds-MV Projekt *Transformation wissenschaftlichen Wissens in den Lebenswissenschaften: Morphologie und Neurowissenschaften im Wandel* an.<sup>35</sup> Zunächst wird die Geschichte des Begriffs der Kognition beleuchtet und dann wissenschaftstheoretisch danach gefragt, inwiefern dieser Begriff Theorien und Experimente in den Neurowissenschaften geleitet hat bzw. derzeit leitet. Die Theoriebeladenheit von Beob-

<sup>35</sup>*Morphologie und Neurowissenschaften im Wandel* → S. 21



Fig. 24: Naive Vorstellung der Phrenologie vom Zusammenhang zwischen Kognition und Gehirn (© *People's Cyclopaedia of Universal Knowledge*. New York, 1882)

achtungen und die Technologieabhängigkeit wird dort ebenfalls untersucht. Das langfristige fachwissenschaftliche Ziel in der kognitiven Neurowissenschaft ist es, neuronale Systeme bezüglich ihrer Struktur, Dynamik und Funktion zu betrachten, um Phänomene auf der subjektiven Erfahrungsebene durch neuronale Prozesse und Strukturen zu erklären. Die Struktur solcher Erklärungen und die damit verbundenen logischen und onto-

logischen Zugeständnisse zu klären, ist dagegen Ziel der interdisziplinären Arbeit im Forschungsfonds-MV Projekt.

#### *Die Beschreibung der neuronalen Korrelate sozialer Funktionen*

Neben der Untersuchung von Konzepten in der Neurowissenschaft, wie Aufmerksamkeit oder Gedächtnis, die vermeintlich auch ohne Referenz auf



mehrere Artgenossen verwendet werden können, wurden in letzter Zeit insbesondere soziale Aspekte der Kognition untersucht. Einige neuronale Korrelate sozialer Funktionen im Gehirn konnten beschrieben werden. Bis jetzt ist jedoch nicht klar, wie diese Daten im Rahmen von Modellen zu interpretieren sind. Die sogenannten *Spiegelneurone* sind hier zu nennen: Dies sind Nervenzellen, die bei der Durchführung motorischer Akte und bei der visuellen Beobachtung der Durchführung solcher Akte elektrische Entladungen aussenden. Es wurde die Idee formuliert, dass diese Spiegelneurone eine Grundlage für ein „Verstehen“ von Artgenossen seien, weil die von Artgenosse A visuell beobachteten motorischen Akte von Artgenosse B solche Nervenzellen im Hirn von Artgenosse A aktivieren, die auch bei A's Durchführung dieses motorischen Akts aktiv sind. Ein Beispiel für einen solchen motorischen Akt wäre das Winken.

Obwohl diese Befunde eindrucksvoll sind, müssen sie bezüglich ihrer potentiellen Grundlage für gegenseitiges Verstehen in mindestens zweierlei Hinsicht genauer betrachtet werden:

1) Die elementaren Antworteigenschaften der Spiegelneurone sind nur scheinbar einfach. Es ist aus technischer Sicht ganz und gar nicht trivial, ein System zu konstruieren und zu bauen, das die Eigenschaften der Spiegelneurone

hat. Dies legt nahe, dass hier noch weitere und grundlegendere Prozesse zu betrachten sind, insbesondere die sensorische Wahrnehmung.

2) Die Antworteigenschaften der Spiegelneurone als Grundlage für gegenseitiges Verstehen zu postulieren, ist ein Kategorienfehler, weil Verstehen zunächst nicht auf der Ebene neuronaler Prozesse zu betrachten ist. Die Präzisierung der jeweils verwendeten Begriffe und eine klare Unterscheidung in unterschiedliche Sphären (neurophysiologische Sphäre, Sphäre der kognitiven Modelle und eine dritte Sphäre der interagierenden Subjekte) ist ein erster Schritt, um die neurowissenschaftlichen Befunde für andere Wissenschaftsbereiche fruchtbar zu machen.

*Neurowissenschaft als  
sozio-kognitive Grundlage der  
Wissenschaftstheorie?*

Nehmen wir als Gedankenexperiment an, dass die Relation zwischen Befunden aus der Neurowissenschaft und Phänomenen in der Sphäre der interagierenden Subjekte unter Einbezug kognitiver Modelle zu einer empirisch überprüften und bewährten Theorie geführt hat, die, jenseits einer Beschreibung der Korrelationen, diese auch erklärt. Unabhängig davon, wie genau eine solche Theorie aussieht,

muss sie angeben, unter welchen Bedingungen Prozesse in den beiden Sphären (Neurophysiologie und interagierende Subjekte) covariieren. Würde in diesem Fall der kognitiven Neurowissenschaft die Rolle einer neuen prima philosophia zukommen, die auch die Wissenschaftstheorie informieren könnte?

Es ist verlockend zu argumentieren, dass eine empirische Wissenschaft dies prinzipiell nicht leisten kann. Beachtenswert ist jedoch, dass wissenschaftstheoretische Untersuchungen sich in zweierlei Hinsicht mit empirischen Befunden auseinandersetzen müssen, und zwar sind sie 1) als empirische Befunde in den Einzelwissenschaften Gegenstand der Wissenschaftstheorie und 2) informieren sie die Wissenschaftstheorie über Zuliefererdisziplinen wie Wissenschaftssoziologie. Inwieweit sich Wissenschaftstheorie davon leiten lässt, hängt von einzelnen Positionen ab. Als Beispiel sei hier die klassische Gegenüberstellung des ursprünglich eher normativen Ansatzes von Popper mit dem, in der Wissenschaftspraxis verwurzelten, Ansatz von Kuhn genannt. Insofern wissenschaftstheoretische Ansätze sich empirischen Befunden im zweiten Sinne öffnen, kann die kognitive Neurowissenschaft bereits jetzt sehr ergiebig sein.

*Beispiele für aus der kognitiven Neurowissenschaft ableitbaren Randbedingungen*

Warum wird Einfachheit für Theorien als Kriterium angeführt und meist hoch bewertet? Dies könnte sich über die limitierten kognitiven Verarbeitungsmechanismen erklären lassen: Menschen können im Arbeitsgedächtnis etwa sieben Einträge „zwischen speichern“. Dies wurde in einer Vielzahl psychologischer Experimente gezeigt und die Neurowissenschaft stellt Erklärungen in Form physiologischer Mechanismen hierfür bereit. Auch die Verarbeitung sensorischer Informationen ist limitiert. Aufmerksamkeit selektiert bestimmte relevante Signale für die weitere Verarbeitung, die dann im Lichte früherer Erfahrungen erfolgt. Dies kann als Erklärung für das Festhalten von Wissenschaftlern an geltende Paradigmen herangezogen werden, obwohl einige existierende empirische Befunde geltenden Paradigmen widersprechen. Die soziale Neurowissenschaft charakterisiert inzwischen die besonders bei Zuneigung, Misstrauen, Empathie und Lügen aktivierten Hirnbereiche. Eine Anwendung solcher Befunde in der Wissenschaftssoziologie ist offensichtlich.

### *Kognitive Modelle für die Wissenschaftstheorie*

Eine von den tatsächlichen Wissenschaften ausgehende und eher beschreibende Wissenschaftstheorie wird solche Befunde zur Kenntnis nehmen und verarbeiten müssen. Aber inwiefern kann eine eher normativ orientierte Wissenschaftstheorie von der kognitiven Neurowissenschaft profitieren, anstatt sie nur als Beispiel einer weiteren Einzelwissenschaft zu verstehen? Ich plädiere dafür, die vermittelnde Sphäre der kognitiven Modelle stärker zu betonen. Durch Vergleich kognitiver Modelle, die ohnehin mit empirischen Befunden kompatibel sein müssen, mit den Forderungen einer eher normativen Wissenschaftstheorie lassen sich unter Umständen neue Antworten auf die Frage „Was kann ich wissen?“ formulieren, weil in den Begründungen unter Rückgriff auf diese Modelle Stellung zu den normativen/formalen Ansprüchen zu beziehen ist. Dies wird auch die Wissenschaftstheorie fordern, weil sie oft implizite Annahmen zur Kognition explizit machen, beziehungsweise sich explizit in eine Tradition stellen muss.

#### *Beteiligte Wissenschaftler:*

Lars Schwabe, Mario Donick, Bastian Schwennigcke, Olaf Blanke, Anita Pacholik

#### *Literatur:*

- L. Schwabe und O. Blanke: *Phenomenology as a toolbox for neuroscientists?*. In: *Abstracta*. vol. 2, pp. 71-85, 2008.
- L. Schwabe und O. Blanke: *Cognitive neuroscience of ownership and agency*. In: *Conscious Cogn.* vol. 16, iss. 3, pp. 661-666, 2007.

## **GoodOD – Ontologien des Wissens**

Die Leitfrage des Projektes GoodOD lautet: *Können philosophisch fundierte Entwicklungsrichtlinien die Qualität wissenschaftlicher Ontologien verbessern?*

In den Bereichen Medizin, Gesundheitsversorgung und Lebenswissenschaften sehen sich Ärzte, Wissenschaftler und andere Akteure mit einer zunehmend unüberschaubaren Datenflut konfrontiert. Das reicht von den entschlüsselten Genomen unterschiedlicher Organismen über Patientendaten bis hin zu Fachpublikationen, die schneller erscheinen, als sie rezipiert werden können. Es ist daher wünschenswert, diese Informationsfülle so zu organisieren, dass Daten möglichst leicht automatisiert durchsucht, abgerufen, verglichen und ausgetauscht werden können. Durch *automated reasoning* können weiterhin von Hilfsprogrammen implizite Verbindungen offensichtlich gemacht und Korrelationen von Daten gefunden werden. Dieses Desideratum wird jedoch häufig nicht erreicht, da unterschiedliche Formate, Struk-

turen oder Versionen oft die Austauschbarkeit von Daten verhindern. Dadurch kommt es zum sogenannten *Silo-Effekt*: Viele große Wissensspeicher stehen unvernetzt und unverbunden nebeneinander, sodass die in ihnen enthaltenen Informationen nicht miteinander verknüpft werden können.

Als Lösung für dieses Problem spielen in den letzten Jahren formale Ontologien eine zentrale Rolle, die Informationen so strukturieren, dass ihre Austauschbarkeit und Zugänglichkeit erleichtert wird. In der philosophischen Tradition versteht man unter einer Ontologie eine systematische, theoretische Beschreibung der basalen und allgemeinsten Kategorien der Wirklichkeit, ihrer Abhängigkeiten und Relationen mit formallogischen Mitteln. Für die informationstechnische Umsetzung bedeutet dies, dass die Entitäten, die den Einträgen in einer Datenbank korrespondieren, formal möglichst vollständig definiert werden und die zwischen ihnen bestehenden Relationen, besonders die Taxonomie, d.h. die hierarchische Ordnung von Gattungen und Unterarten, so eindeutig gekennzeichnet werden, dass geeignete Computerprogramme automatische Subsumptionen vornehmen, komplexe Suchfragen beantworten oder die logische Konsistenz der gesamten Struktur prüfen können.

Die Schwierigkeiten, die sich beim ontologischen Modellieren ergeben, lassen sich gut am Beispiel von Teil-Ganzes-Relationen illustrieren. Man vergleiche etwa die beiden folgenden Aussagen:

- 1) Entzündung des Blinddarms ist eine Entzündung des Verdauungstrakts.
- 2) Entfernung des Blinddarms ist eine Entfernung des Verdauungstrakts.

Die Aussage 1) über die Blinddarmentzündung ist korrekt, denn jedes Mal, wenn der Blinddarm entzündet ist, ist ein Teil des Verdauungstrakts von der Entzündung betroffen. Eine Entzündung (ein Prozess oder eine Eigenschaft), die an einem Teil lokalisiert ist, ist also auch im Ganzen, dessen Ort den Ort des Teils enthält, lokalisiert. Die oberflächlich sehr ähnliche Aussage 2) ist dagegen, wie leicht zu erkennen ist, falsch, denn natürlich muss nicht das Ganze entfernt werden, wenn ein Teil entfernt wird. Das zeigt, dass, ontologisch gesehen, *Entfernung* und *Entzündung* unterschiedlich modelliert werden müssen. Bei einer Entfernung des Blinddarms ist der Blinddarm nicht der Ort der Entfernung, sondern dasjenige, was die Entfernung erleidet (das Patiens des Entfernungsprozesses). Anders als bei Lokalisationen, ist hier kein Schluss vom Teil auf das Ganze möglich: Ein Teil kann entfernt werden, ohne dass dadurch das Ganze



Fig. 25: Teilnehmer und Lehrende der Sommerschule 2011 in Freiburg im Breisgau (© ZLWWG )

entfernt wird.

Umstritten ist nun, inwiefern möglichst verbindliche, philosophisch und logisch fundierte Rahmenvorgaben von Vorteil beim Erstellen ontologischer Modelle sind oder ob der zusätzliche Aufwand, gegenüber weniger formellen Ansätzen, keinen entsprechenden Gewinn bringt.

Im DFG-Projekt GoodOD arbeiten Medizininformatiker der Universität Freiburg mit Philosophen des Rostocker Instituts für Philosophie zusammen, um zu untersuchen, welche Vorteile eine formallogische und philosophische Fundierung bei der Erstellung von Ontologien für den biomedizinischen Bereich hat.

Die zu prüfende Hypothese ist, dass logisch und philosophisch fundierte Prinzipien für die Entwicklung von biomedizinischen Ontologien deren Präzision, Reproduzierbarkeit und Wartbarkeit im Vergleich zu informellen Ansätzen verbessern. Das Ziel des Projekts ist somit die Erstellung von Richtlinien für Ontologie-Entwicklung (vor allem im biomedizinischen Bereich) und deren empirische Überprüfung. Dazu wurden im Projekt sowohl ein Curriculum zur Einführung in die Ontologie-Erstellung als auch ein Test-Szenario und Evaluationskriterien für die Evaluation des mit solchen Richtlinien verbundenen Nutzens entwickelt.

Während die Modellierungsprinzipien für einzelne, statische Gegenstände recht gut verstanden sind, stehen in letzter Zeit drei Problemfelder im Fokus der analytischen Ontologie fundamentaler biologischer und medizinischer Entitäten: Kollektive, Prozesse, Dispositionen und Funktionen. Diese Problemkomplexe sind Quellen für vielfältige Unsicherheiten und Fehler bei der Entwicklung biomedizinischer Ontologien und müssen bei der Entwicklung von Modellierungsrichtlinien berücksichtigt werden. Sie stellen daher auch einen Fokus der Grundlagenforschung im Projekt dar.

Zur Beschreibung von Wechselwirkungen und dynamischen Entwicklungen sind zum einen temporale Kategorien wie Prozesse und Ereignisse notwendig, welche die Veränderungen von Einzeldingen in der Zeit repräsentieren. Hier hat sich das Projekt insbesondere mit Fragen der Granularität und Mereologie von Prozessen, mit Kanonizität und Anomalität biologischer Prozesse sowie mit Problemen der Repräsentation von Prozessen in üblichen Ontologie-Beschreibungssprachen befasst. Zum anderen erfordert die korrekte Modellierung von Veränderungsvorgängen auch ein genaueres Verständnis von kausalen Eigenschaften, d.h. Dispositionen, Tendenzen und Funktionen, die Einzeldinge mit Ereignissen dynamisch verknüpfen. Ein Forschungsschwerpunkt ist hierbei insbesondere

die Frage, welche Rolle Dispositionen und Funktionen bei der Charakterisierung von biologischen Mechanismen, wie der Photosynthese oder der Zellteilung, spielen.

Um die Kernthese des Projekts zu überprüfen, wurden Richtlinien für systematische, logisch und philosophisch fundierte Ontologien entwickelt. Diese bestehen einerseits aus Grundprinzipien, andererseits in konkreten *Ontology Design Patterns* (ODP), d.h. in erprobten und wiederverwendbaren Modellierungsvorschlägen für bestimmte, immer wieder auftretende Probleme, bei denen es leicht zu Fehlern kommt. Sie sollen den Benutzern nicht nur das logisch-formale, sondern auch das philosophisch-begriffliche Handwerkszeug vermitteln, das nötig ist, um bei der Erstellung von Ontologien auf systematische und zielgerichtete Weise zu einer adäquaten Repräsentation eines Wirklichkeitsausschnitts zu gelangen. Besonderes Gewicht wird hierbei sowohl auf die Grundlagen der Modellierung als auch auf die im Projekt im Speziellen behandelten Problembereiche gelegt.

#### *Summer School Freiburg 2011*

Zur experimentellen Überprüfung der Wirksamkeit der in den Guidelines formulierten Handlungsanweisungen wurde Anfang September 2011 an der Universität Freiburg eine *Summer*



Fig. 26: Während der Sommerschule erhielten die Teilnehmer intensiven theoretischen und praktischen Unterricht in Ontologie-Entwicklung, um sie auf die Studienteilnahme vorzubereiten. (© ZLWWG )

*School* mit integrierter Studie durchgeführt. 24 Studierende aus Deutschland, Österreich und Slowenien nahmen an dem Programm teil, das etwa 40 Unterrichtsstunden an zehn Tagen umfasste.

Das Programm gliederte sich in drei Teile: Zunächst erhielten die Studierenden, aus den Bereichen Medizin, Biologie und Informatik, eine gemeinsame Schulung zu den folgenden Themen:

- Grundprinzipien der Ontologie
- Praktische Ontologie-Entwicklung
- Verwendung von (philosophisch fundierten) Top-Level-Ontologien

- Konkrete Modellierungsstrategien (den schon erwähnten *Ontology Design Patterns*)

Diese Schulung erfolgte überwiegend anhand praktisch am Computer zu lösender Übungen. Anschließend wurde die Gruppe aufgeteilt und die zwei Teilgruppen wurden separat mit unterschiedlichem Material geschult, das jeweils nur bestimmte Prinzipien und Modellierungsstrategien der Richtlinien präsentierte, andere dagegen vorenthielt. Dadurch sollte es möglich werden, den jeweiligen Einfluss einzelner Teile der Guidelines auf das Modellierungsergebnis zu be-

stimmen. Schließlich bearbeiteten die Probanden 13 Testaufgaben, zu deren Bearbeitung Elemente der Richtlinien relevant waren, die allerdings je Aufgabe nur eine der Gruppen explizit gelernt hatte. Die für diese Aufgaben von den Teilnehmern erstellten Ontologien bilden die Datenbasis für die Evaluation der Wirksamkeit der unterschiedlichen Bereiche der Entwicklungsrichtlinien.

Die Auswertung der im Rahmen der Studie erhobenen Daten erfolgt mit Hilfe unterschiedlicher Methoden: Zum einen werden *qualitative* Analysen der von den Studienteilnehmern erstellten Ontologien durchgeführt. Dafür werden diese manuell gesichtet und ihre ontologische sowie pragmatische Adäquatheit anhand eines Kriterienkataloges bewertet. Dazu gehört neben der Feststellung charakteristischer Fehlermuster insbesondere die Überprüfung, ob die Ontologien ausdrucksstark und strukturiert genug sind, um bestimmte Kompetenzfragen aus dem zu modellierenden Bereich zu beantworten.

Zum anderen werden *quantitative* Abschätzungen der Ähnlichkeit der während der Studie erstellten Ontologien vorgenommen. Für diese automatisierten Vergleiche werden, neben den Ontologien der Studienteilnehmer, auch „Gold-Standard-Modelle“ des zu modellierenden Problemereichs verwendet. Dadurch sollen insbesondere folgende Fragen beantwor-

tet werden:

- Wie nahe kommen die von den Teilnehmern erstellten Ontologien einer kanonischen Modellierung des Problemfelds?
- Wie groß sind die Übereinstimmungen zwischen den verschiedenen Ontologien innerhalb einer Gruppe?
- Gibt es große Unterschiede zwischen den Ontologien, die von den Teilnehmern unterschiedlicher Gruppen produziert wurden?

Derartige quantitative Analysen stellen eine große Herausforderung dar: Zum einen war es wegen des Mangels an Standardsoftware für solche Anwendungen nötig, eine eigene Evaluations-Software zu entwickeln. Zum anderen erwiesen sich bestehende Algorithmen und Methoden zur Ähnlichkeitsmessung von Ontologien als weitgehend ungeeignet für die Zwecke des Projekts, da sie zu sehr auf den Vergleich von automatisch erzeugten Ontologien ausgerichtet sind und zudem im wesentlichen syntaktische Ähnlichkeiten messen. Daher hat das GoodOD Projekt Messinstrumente erarbeitet, welche die Semantik der Ontologien in größerem Maße berücksichtigen und spezifisch auf das Design der Studie zugeschnitten sind. Die Ergebnisse dieses Teils des Projekts werden voraussichtlich in der zweiten Hälfte des Jahres 2012 vorliegen.



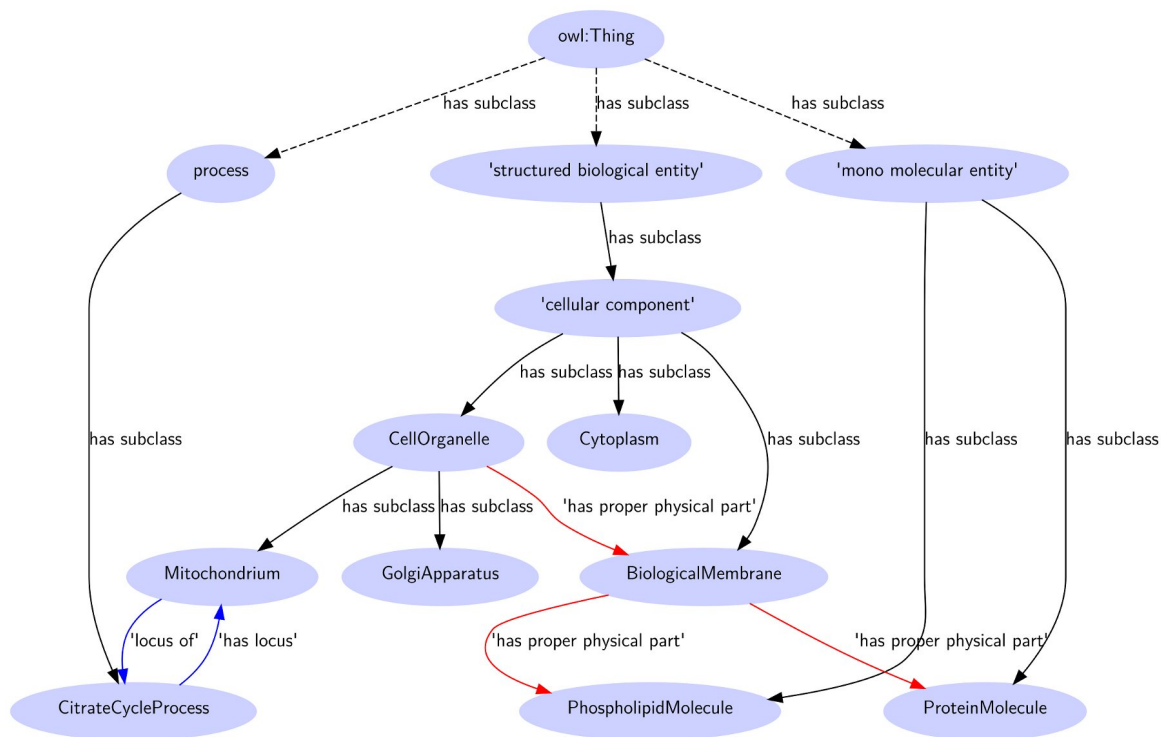


Fig. 27: Beispiel eines ontologischen Modells, wie es von den Studienteilnehmern erstellt werden sollte. Aufgabenstellung war, einen Teil der Struktur biologischer Zellen so zu modellieren, dass sowohl Subsumptionen (schwarz) als auch Teil-Ganzes-Beziehungen (rot) hinreichend genau angegeben werden, um sicherzustellen, dass die biochemischen Prozesse in ihren entsprechenden Zellkompartimenten lokalisiert werden (blau). (© ZLWWG )

### Ausblick

Ein aktuelles Problem, das in Zukunft im Fokus der Projektgruppe stehen soll, ist die Frage, wie bereits bestehende Ontologien so erweitert werden können, dass auch Attribute von Prozessen (z.B. „beschleunigte Herzfrequenz“) und zeitabhängige Eigenschaftszuschreibungen und Teilbeziehungen (z.B. Milchzähne, die nur eine begrenzte Zeit Teile des menschlichen Körpers sind) abgebildet werden können, die in dem bisherigen formalen Rahmen nicht ohne weiteres möglich

sind. Zum anderen soll eine Klassifizierung typischer Modellierungsfehler auf der Basis der erhobenen Daten vorgenommen werden, um damit die Richtlinien und die didaktischen Konzepte weiter zu verbessern und ergänzende Werkzeuge zur Ontologieentwicklung bereitzustellen.

*Beteiligte Wissenschaftler::*

Ludger Jansen (Rostock/Aachen), Stefan Schulz (Graz/Freiburg; 2010-2011), Martin Boeker (Freiburg; ab 2012), Niels Grewe (Rostock), Djamila Raufie (Freiburg), Daniel Schober (Freiburg), Johannes Röhl (Rostock)

*Literatur:*

- Jansen, L., Smith, B.: *Biomedizinische Ontologie. Wissen repräsentieren für den Informatik-Einsatz*. Zürich vdf. 2008.
- Jansen, L., Schulz, S.: *Grains, components and mixtures in biomedical ontologies*. In: *Journal of Biomedical Semantics*. (2) 2011.
- Röhl, J., Jansen, L.: *Representing dispositions*. In: *Journal of Biomedical Semantics*. (2) 2011.
- Grewe, N.: *Relating Processes and Events for Granularity-neutral Modeling*. In: *Proceedings of the 14th Annual Bio-Ontologies Meeting*. 2011. S. 62–67.
- Hastings, J., Jansen, L., Steinbeck, C. und Schulz, S.: *Modelling Threshold Phenomena*. In: *Metabolite Concentrations as Evidence For Disorders*. Proc. of 8th International Workshop on OWL: Experiences and Directions (OWLED2011). San Francisco, USA. June 5-6 2011.
- Jansen, L., Schulz, S.: *GoodOD: Ontology, empirically tested, 2010-2012*. In: *The Reasoner*. (4) 2010. S. 58-59.

*URL:*

<http://www.iph.uni-rostock.de/Good-Ontology-Design.902.0.html>

## Schwerpunktaufsätze

### Mechanisms, Mechanistic Explanations, and Mechanistic Models

von Michael Pohl

In this paper, I will try to give a brief introduction into mechanistic philosophy. That means, I am going to elucidate the concepts of *mechanism*, *mechanistic explanation*, and *mechanistic model*. During the last two decades, these concepts attracted more and more attention within the philosophy of science, especially within the philosophy of biology, because they seem to be more adequate to capture the scientific practice of biologists. I hope that, at the end of my paper, it will be clear why this is so.

#### *Mechanisms*

Our first question is: What is a mechanism? I think that most philosophers in the field agree on the following points:<sup>36</sup>

#### *A mechanism*

- is a real system in the world.
- contains a number of parts, i. e. is a complex system.

<sup>36</sup>Bechtel: *Discovering Cell Mechanism*, Bechtel & Abrahamsen: *Explanation: A Mechanist Alternative*, Machamer, Darden & Craver: *Thinking About Mechanisms*, Glennan: *Rethinking Mechanistic Explanation and Modeling Mechanisms*, Craver: *When Mechanistic Models Explain*

- parts are not arranged arbitrarily, but organized in a certain way.
- produces some regular behavior or phenomena. Therefore, each mechanism is a mechanism for something.
- produces the behavior or phenomenon it produces in virtue of its component parts and their organization.
- is hierarchical, i.e. the parts of a mechanism can themselves be mechanisms.
- could be artificial as well as natural. Artificial mechanisms are mechanisms that have been designed by humans, natural mechanisms are mechanisms that have not been designed by humans.

Let us take a look at two examples from the literature to illustrate these points: A coke machine is a typical example for an artificial mechanism.<sup>37</sup> It is a real system in the world, and the behavior it regularly produces is that, of dispensing a coke-bottle, if you insert a coin of the right value – that is why it is called a coke-machine. The machine contains parts that are not randomly scattered inside the machine, but are organized in a certain way, and it produces its characteristic behavior in virtue of its parts and their organization. The coke machine has a hi-

<sup>37</sup>The example derives from Glennan: *Modeling Mechanisms*

erarchical structure in the sense that each part of it is in itself a mechanism. There is a cooling-mechanism, a coin-counter-mechanism, a dispensation-mechanism, and so on.

The human heart is a typical example for a natural mechanism.<sup>38</sup> Hearts are also real systems in the world, and the behavior they regularly produced is pumping blood – that is what hearts are for. It contains a number of parts like right and left atrium, right and left ventricle, and valves. These parts are not arranged arbitrarily, but are so organized that they produce the behavior of pumping blood through the human body. It is hierarchically structured because the parts it contains are made out of cells, which are mechanisms themselves. After these two examples, we can define a mechanism as follows:

*A mechanism is a real, complex, hierarchical system of organized parts that produces some regular behavior in virtue of its parts and their organization.*

This already comes close to the definitions one finds in the literature, but one important point is missing: What about the behavior of the parts of a mechanism? Mechanisms are not static things, their parts are closely re-

lated and influence each other in many ways. Therefore, a good definition of the concept „mechanism“ should include a characterization of the behavior of its parts. Two alternative characterizations of the behavior of the parts of a mechanism are mentioned in the literature.

*Interactionism:*

„The parts of a mechanism interact with each other. An interaction is an occasion, on which a property change in one part brings about a property change in another part. Interactions can be characterized by direct, invariant, change-relating generalizations.“<sup>39</sup>

That the interaction can be covered by a direct, invariant, change-relating generalization means that (i) there is generalization relating property-changes in one part to property changes in another part, (ii) the generalization continues to hold, even if various conditions change, and (iii) the property-change in one part directly brings about a property change in another part, i. e. there are no intervening parts. Let us now look at the second characterization of the behaviour of the parts of a mechanism.

*Dualism:*

„The parts of a mechanism are engaged in activities and operations. Property changes in parts of mechanisms are brought about via activities

<sup>38</sup>The example derives from Bechtel / Abrahamsen: *Explanation: A Mechanist Alternative*. I simply ignore the possibility of artificial hearts.

<sup>39</sup>cf. Glennan: *Modeling Mechanisms*, p. 445

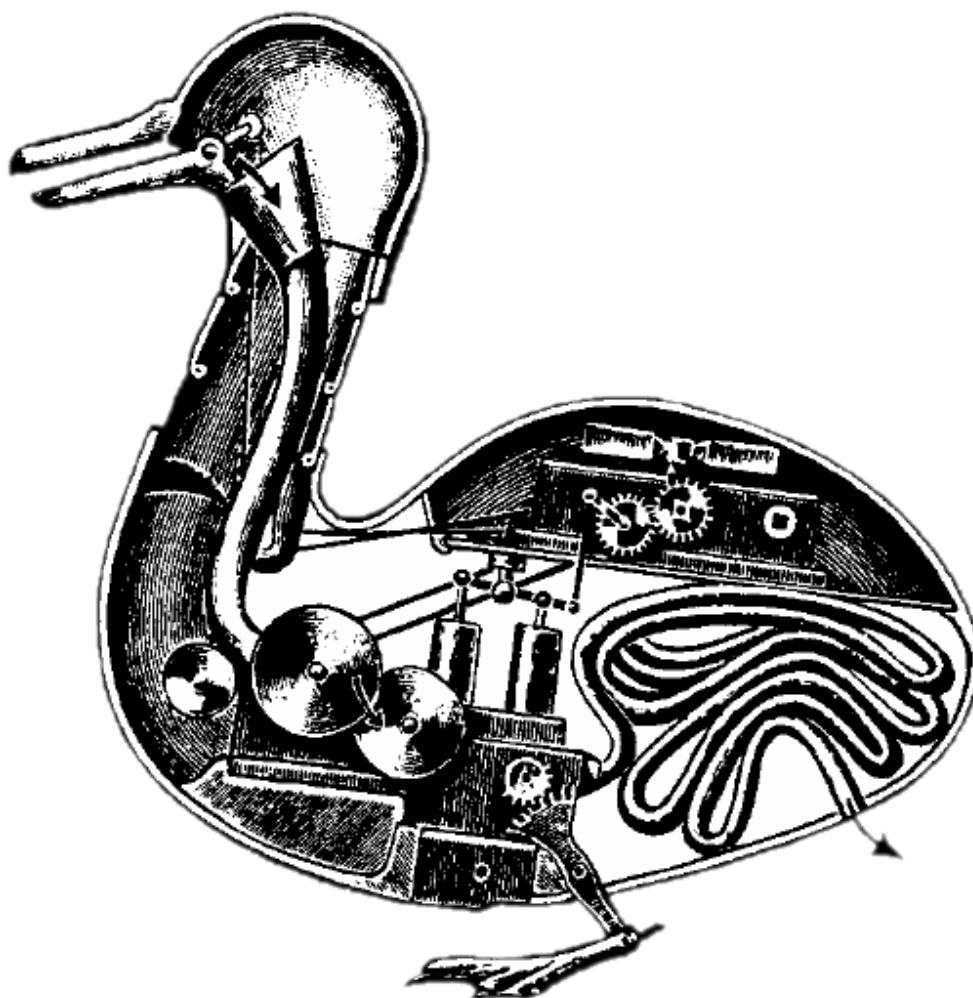


Figure 28: Mechanical duck (©Wikimedia)

and operations executed by other parts of the mechanism.<sup>40</sup>

The main difference between the two positions is an ontological one. According to interactionists, the only entities we need to postulate, when we describe mechanisms, are parts and their properties. Interactionists believe that talk about activities of and relations between parts can be

reduced to talk about generalizable property changes. On the contrary, dualists claim that we also need to postulate activities or operations when we describe mechanisms. According to them, the parts of a given mechanism are not themselves the producers of change, but its activities and operations are. To give an example: Dualists would claim that it is not the Aspirin that makes the headache disappear, but what the Aspirin does, its

<sup>40</sup>cf. Bechtel: *Discovering Cell Mechanism*

activity.<sup>41</sup> Interactionists would claim that there is a invariant generalization covering the event of taking an Aspirin and the event of the headache disappearing. Although I do not want to discuss these two positions in detail here, I think that it was important to mention the controversy between interactionists and dualists to complete my first part about the definition of the concept „mechanism“.

### *Mechanistic explanations and models*

Surprisingly, to explain a phenomena or a behavior mechanistically does *not* mean to explain it via a mechanism. The reason is that mechanisms are things in the world, and as such they cannot perform any explanatory work. As Alan Chalmers once put it:

„Knowledge about the moon’s surface is not based on and derived from mountains and craters.“<sup>42</sup>

Accordingly, we can say that the behavior of dispensing coke bottles or pumping blood is not explained by their underlying mechanisms, i. e. by the coke machine, respectively the heart. So the question is: What does the explanatory work within a mechanistic explanation?

The answer is that mechanistic *models* do the explanatory work, so

the next question is: What is a mechanistic model? Stuart Glennan defines a mechanistic model as follows:

„A mechanical model is a description of a mechanism, including (i) a description of the mechanism’s behavior (the behavioral description); and (ii) a description of the mechanism which accounts for that behavior (the mechanical description).“<sup>43</sup>

If we define a mechanistic model like this, we immediately see how mechanistic models do the explanatory work: Mechanistic models just *are* mechanistic explanations.<sup>44</sup> An explanation usually consists of an explanans (that which needs explanation) and an explanandum (that which explains). On Glennan’s account, the behavioral description of a mechanistic model equates the explanandum, and likewise the mechanical description equates the explanans of the explanation. A mechanistic model, according to Glennan’s definition, almost has the structure of an argument involving different statements. What irritates me is that Glennan says that „the explanation lies not in the logical relation between these descriptions, but in the causal relationships between the parts of the mechanism that

<sup>41</sup>cf. Machamer, Darden & Craver: *Thinking About Mechanisms*, p. 18

<sup>42</sup>Chalmers: *What is this thing called Science?*, p. 10, also cf. Bechtel: *Discovering Cell Mechanism*, p. 33–34

<sup>43</sup>Glennan: *Modeling Mechanisms*, p. 446, also cf. Glennan: *Rethinking Mechanistic Explanation*, p. 347

<sup>44</sup>cf. Glennan: *Rethinking Mechanistic Explanation*, p. 347

produce the behavior described."<sup>45</sup> But how can *causal relations* in themselves be explanatory?

Glennan's definition is quite elegant, because it immediately shows the connection between models and explanations in mechanistic philosophy. There are just two minor problems with his terminology: First, the behavior of the mechanism is not part of the mechanism itself, but its product. Therefore, it seems a little bit odd that description of the behavior of a mechanism should be part of a model for the mechanism underlying a specific behavior. Second, I would prefer the term *representation* instead of *description*, because linguistic descriptions are just one form mechanistic models can take. Very often mechanistic models have the form of diagrams, drawings and schemes, and the term „descriptions“ does not really capture this.<sup>46</sup> But, as I already said, these are mere terminological issues.

More important is the question, what exactly it means that a description or representation of a mechanism accounts for the mechanisms behavior. In other words: What are the conditions, a mechanical model has to fulfill to be a good explanation? In this context, Carl Craver writes: „The core normative requirement

on mechanistic explanations [i. e. a mechanistic model in Glennan's sense, M. P.] is that they must account fully for the explanandum phenomenon."<sup>47</sup>

To fully account for the explanandum phenomenon, a mechanistic model has not only to account for the behavior of a mechanism under standard conditions, but also for the behavior of a mechanism under non-standard conditions, for example when its inner or outer environment, or even the mechanism itself is manipulated.<sup>48</sup> For example, a good mechanistic model of the heart should not only explain why the heart pumps blood under normal conditions, but why certain attitudes like smoking cigarettes can, in the long run, cause heart-diseases and make the heart stop to pump blood.

Craver mentions a few more important points about mechanistic models:<sup>49</sup>

- It is bad to have black boxes in your model. They should only be part of a first sketch of the mechanism and disappear during research.
- It is bad to use filler terms in mechanistic schemes (for example when labeling arrows in diagrams). Typical filler terms are „causes“, „brings about“, „activates“ or „pro-

<sup>45</sup>Glennan: *Rethinking Mechanistic Explanation*, p. 348

<sup>46</sup>cf. Bechtel: *Discovering Cell Mechanism*, p. 34

<sup>47</sup>Craver: *When Mechanistic Models Explain*, p. 368

<sup>48</sup>cf. *ibid.* p. 368–369

<sup>49</sup>cf. *ibid.* p. 357–362 and p. 357–362

duces“. So, you should be able to (mechanically) explain what you mean by these terms or just leave them out.

- Phenomenal adequacy is not enough for a good mechanistic model. If your model only describes regularities without explaining, why these regularities obtain, it does not really explain much.
- How-possible models are not good enough, what you want is How-actual models. A How-actual model describes, how the mechanism actually produces the behavior you want to explain. A how-possible model just describes a possible mechanism that could produce the behavior you want to explain.

After these short remarks about what makes a good mechanistic model, respectively a good mechanistic explanation, the question remains how we practically construct and evaluate mechanical models. To the first question, Bechtel and Abrahamsen give the following answer:

„The very conception of a mechanism lays out the task involved: the scientist must identify the working parts of the mechanism, determine what operations they perform, and figure out how they are organized so as to generate the phenomenon. This requires taking the mechanism apart, either physically or conceptually, a process

called decomposition.“<sup>50</sup>

According to Bechtel and Abrahamsen, one can distinguish between structural and functional decomposition.<sup>51</sup> Structural decomposition is executed to identify the parts of a mechanism, functional decomposition is executed to identify its operations. But the main task of the scientist is to bring the two together, i. e. to assign parts to operations and vice versa. This process is called localization.

Our second question was how we can test mechanical models. I will just mention two possible methods to do this:

1. On the basis of our model, we can make predictions about the mechanisms behavior (especially in non-standard conditions) and test them.
2. We can use the model as a blueprint to reconstruct the mechanism, i. e. to build a physical model and test if it works, i. e. if it shows a similar behavior as the mechanism.

*What is it all good for?*

I tried to illuminate the concepts of mechanism, mechanistic explanation, and mechanistic models. We have

<sup>50</sup>Bechtel & Abrahamsen: *Explanation: A Mechanist Alternative*, p. 432

<sup>51</sup>cf. Bechtel & Abrahamsen: *Explanation: A Mechanist Alternative*, p. 433, also cf. Bechtel: *Discovering Cell Mechanism*, p. 54–61



seen that mechanisms are real, complex, hierarchical structures in the world that produce behavior and phenomena in virtue of the organized parts, and (perhaps) activities and operations they are composed of. A mechanistic model is a description or representation of a mechanism and the behavior or phenomena it produces that shows how the parts and operations within the mechanism work together, to produce the relevant behavior or phenomena. A good mechanistic model already is a mechanistic explanation, with the description of the mechanism as explanans and the description of the mechanisms behavior as explanandum.

Now, at the end of my short paper, I want to answer the question why mechanistic philosophy is important within the philosophy of biology. The main reasoning goes as follows:

1. Most accounts of scientific explanation have been developed on the basis of examples from physics and take explanations to be deductive-nomological explanations. On these accounts, to explain a phenomenon is to deduce a statement about the phenomenon from laws of nature and initial conditions.
2. There are no laws of nature in biology.
3. Therefore, deductive-nomological accounts of scientific explana-

tion do not work for biology.

4. That means that either there are no scientific explanations in biology, or we have to represent an account of scientific explanation that is not nomological.

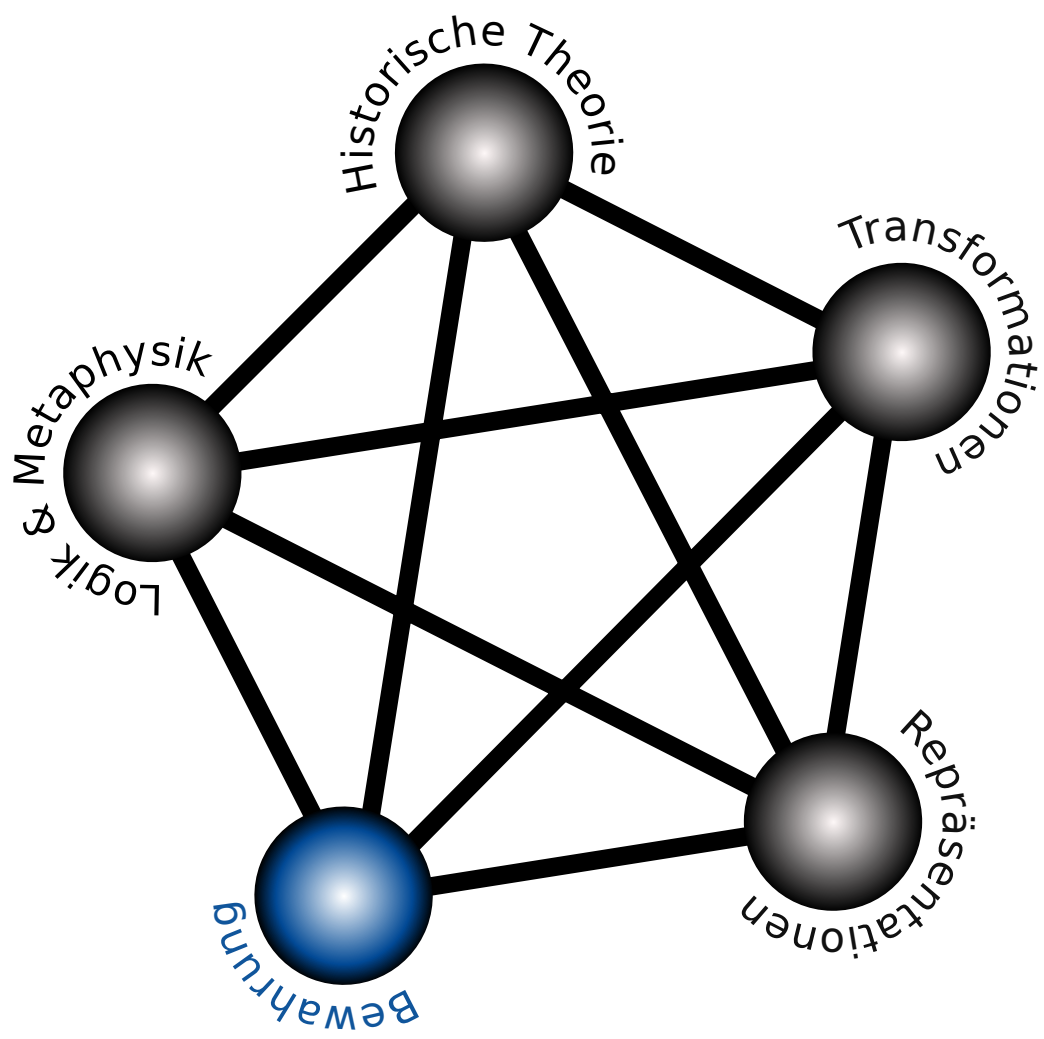
Mechanistic philosophy provides such an account. But although this is an important point, it is not the only reason why mechanistic philosophy plays a central role within the philosophy of biology. A further reason is that the identification of phenomena and the construction of mechanistic models to explain them seem to play a much greater role in biology than theories, laws and deductive explanations. Therefore, the actual research practice of biologist is more accurately described as a constructing and evaluating of models, than as a developing and evaluating of theories.

*Literatur:*

- Bechtel, W. and Abrahamsen, A.: *Explanation: A Mechanist Alternative*. In: Craver, C.F. and Darden, L. (Hrsg.): *Mechanisms in Biology. Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*. (36) 2005. S. 421–441.
- Bechtel, W.: *Discovering Cell Mechanism. The Creation of Modern Cell Biology*. Cambridge University Press. Cambridge 2006.
- Chalmers, A.: *What is this thing called Science?*. University of Queensland Press. Queensland 2007.
- Craver, C.: *When Mechanistic Models Explain*. In: *Synthesis*. (153) 2006. S. 355–376.
- Glennan, S.: *Rethinking Mechanistic Explanation*. In: *Philosophy of Science*. (69) 2002. S. 342–353.

- Glennan, S.: *Modeling Mechanisms*. In: Craver, C.F. and Darden, L. (Hrsg.): *Mechanism in Biology. Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*. (36) 2005. S. 443–464.
- Machamer, P., Darden, L. and Craver, C.: *Thinking About Mechanisms*. In: *Philosophy of Science*. (67) 2000. S. 1–25.





# Sammlung, Archivierung und Bewahrung des Wissens

## Fokus der Forschung

Die langfristige Geschichte des Wissens ist zumindest insofern kumulativ, dass sie immer weitere Materialien anhäuft. Die Magazine und Sammlungen reichern ihre Bestände ständig weiter an. So sammeln sie immer mehr Untersuchungsgegenstände, aber auch die Zahl der zugehörigen Geräte, Werkzeuge und Instrumente wächst zusehends. Die Bibliotheken und Archive füllen sich mit Texten, Bildern und anderen Repräsentationsformen von Wissen. Diese Neigung zum Sammeln und Bewahren ist womöglich dem Verlust der Materialien geschuldet, der die Antike von der Moderne abschneidet und deswegen nur eine unüberbrückbar lückenhafte Rezeption ermöglicht.

Bewahrung ohne Bewertung ist sinnlos. Dies meint mehr als nur die triviale Tatsache, dass Bestände geordnet werden müssen. Sie müssen auch in einer Geschichte verbunden,

kommentiert und immer wieder neu reflektiert werden.

Beispielsweise machen Editionsprojekte den Nachlass vor dem Problemhorizont der Zeit zugänglich. Der Text erscheint in der Ausgabe nicht nur nach formalen Kriterien textkritisch aufbereitet, sondern auch sachdienlich kommentiert in seine Zeit gesetzt.<sup>52</sup>Eine bestimmte Repräsentationsform, wie zum Beispiel ein Mikroskopbild, ist nur dann verständlich, wenn sie mit dem Mikroskop, das sie erzeugte, und dem dargestellten Objekt zusammen untersucht wird.<sup>53</sup>

Die Geschichte der Wissenschaft ist nicht nur die Geschichte der Sieger. Auch heute nicht mehr verfolgte Ansätze und Lösungen, ihre Überwindung oder manchmal nur ihr Vergessen werden erforscht. Die Philosophie des Wissens muss sich immer wieder reflektierend auf ihre gesam-

---

<sup>52</sup>*Philosophische Editionen* → S. 78

<sup>53</sup>*Technikgeschichte* → S. 91

te Geschichte beziehen.<sup>54</sup> Damit ist Bewertung aber nur durch Reflektion über Maßstäbe und Kriterien möglich. Das führt wiederum zur bereits mehrfach aufgeworfenen Frage, ob sich an die Bestände, trotz aller Verschiedenheit, zumindest ein Kernbestand stabiler, rationaler Maßstäbe anlegen lässt oder nicht.

## Projekte

### Philosophische Editionen

#### Moritz Schlick Gesamtausgabe

Die Aufarbeitung von Leben, Werk und Wirkung des Philosophen und Physikers Moritz Schlick (1882–1936) im Kontext zeitgenössischer und aktueller erkenntnistheoretischer, wissenschaftsphilosophischer, ethischer sowie ästhetischer Debatten steht im Mittelpunkt der Arbeiten an der im Jahre 1998 gegründeten Moritz-Schlick-Forschungsstelle.<sup>55</sup> Seit 2002 wird hier eine Kritische Gesamtausgabe der Werke des Begründers des „Wiener Kreises“, die *Moritz Schlick Gesamtausgabe* (MS-GA), erarbeitet. Die in der Gesamtausgabe versammelten Werke, Schriften und Briefe vermitteln ein umfassendes und repräsentatives Bild eines der prägenden Philosophen des

20. Jahrhunderts und einer der Leitfiguren des „Wiener Kreises“. Damit wird aber zugleich auch ein wichtiger und bleibender Beitrag zu der lange Zeit vernachlässigten und vielfach vergessenen deutsch-österreichischen Philosophie- und Wissenschaftsgeschichte geleistet.

#### *Zur Person*

Moritz Schlick war einer der bedeutenden Philosophen des 20. Jahrhunderts. Als Vertreter der aufklärerischen Bewegung der wissenschaftlichen Philosophie und Begründer des „Wiener Kreises“ hat er, neben Rudolf Carnap und Otto Neurath, entscheidende Impulse für die moderne analytische Philosophie und Wissenschaftstheorie gegeben.<sup>56</sup> Daneben lieferte er wichtige Beiträge zu einer naturalistischen Ethik sowie zur Ästhetik und Kulturphilosophie.

Zeit seines Lebens stand Schlick mit zentralen Figuren der Wissenschaft und Philosophie der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, wie Albert Einstein, Ernst Cassirer, Bertrand Russell oder Ludwig Wittgenstein, in einem intensiven Gedankenaustausch. Daneben hat er sich mit philosophiehistorisch bedeutsamen Figuren wie Immanuel Kant, David Hume, Friedrich Nietzsche und Arthur Schopenhauer beschäftigt und ihre Rezeptionsgeschichte mit bestimmt.

<sup>54</sup>Literatur als codierte Philosophie → S. 108

<sup>55</sup>Der Philosophie in der Wissenschaft auf der Spur → S. 100

<sup>56</sup>Die aufklärerische Bewegung der wissenschaftlichen Philosophie → S. 28

Schlicks nachhaltige Bedeutung für die Philosophie ist insbesondere darin zu sehen, dass er die zu Beginn des 20. Jahrhunderts vor sich gehenden revolutionären Umbrüche in den Wissenschaften und die sich daraus ableitenden Erkenntnisse, insbesondere in der Physik und experimentellen Psychologie, aber auch in der Mathematik und Logik, zu nutzen wusste, um mit seinen Schriften philosophische Traditionen aufzubrechen und Wege in die Moderne zu ebneten.

#### *Die Edition*

Die *Moritz Schlick Gesamtausgabe* ist das Resultat einer mehrjährigen nationalen und internationalen Kooperation zwischen der Rostocker Forschungsstelle und dem Institut Wiener Kreis an der Universität Wien sowie der Grazer Forschungsstelle für Österreichische Philosophie (FDÖP). In dankenswerter Weise wird die Arbeit dabei seit Beginn durch die Vienna Circle Foundation und das im niederländischen Haarlem beheimatete Noordhollands-Archief unterstützt.

Zu Beginn des Jahres 2011 wurde mit den Vorbereitungen für die Edition von Schlicks umfangreichem wissenschaftlichen Erbe begonnen. Unter dem Titel *Moritz Schlick Gesamtausgabe. Nachlass und Korrespondenz* wird diese Aufgabe als ein Langzeitvorhaben der Akademie der Wissenschaften in Hamburg, in Kooperation mit der Moritz-

Schlick-Forschungsstelle, durchgeführt und im Rahmen des Akademienprogramms von der Bundesrepublik Deutschland und dem Land Mecklenburg-Vorpommern gefördert. Die editorische Arbeit an der Gesamtausgabe wird begleitet und ergänzt durch die im Springer-Verlag erscheinenden *Schlick-Studien* sowie durch die von der Forschungsstelle herausgegebenen *Schlickiana*.

Ziel des auf zwanzig Jahre angelegten Forschungsprojektes ist es, die bereits vorliegenden Bände mit den zu Lebzeiten veröffentlichten Schriften von Schlick durch eine Edition seines Nachlasses zu einer vollumfassenden, auf 30 Bände angelegten Ausgabe zu komplettieren. So wird der internationalen Forschung erstmals im Rahmen einer editionswissenschaftlich anspruchsvollen, textkritisch aufbereiteten und kommentierten Edition das vollständige Werk, d. h. vor allem jedoch der unveröffentlichte und deshalb bislang nur sehr partiell berücksichtigte umfangreiche Nachlass Schlicks, in seiner ganzen Breite in einer geschlossenen Ausgabe systematisch zugänglich gemacht. Vervollständigt wird diese Ausgabe durch die Veröffentlichung der gesamten überlieferten, bisher ebenfalls unerschlossenen, für das Verständnis und die Entwicklung von Schlicks Denken grundlegenden wissenschaftlichen und privaten Korrespondenz.

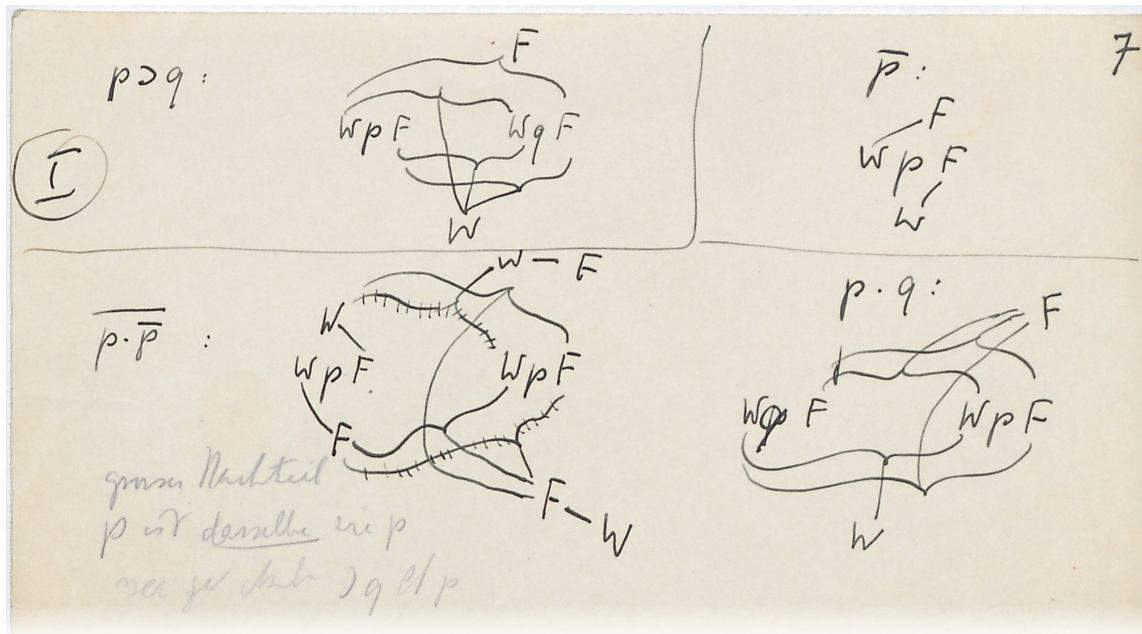


Fig. 29: Ausschnitt aus einer Handschrift von Moritz Schlick zur Logik (© ZLWWG A48, Blatt 7)

#### Gefördert durch:

Akademienprogramm von der Bundesrepublik Deutschland und dem Land Mecklenburg-Vorpommern, Laufzeit: 01/2011–12/2030

#### Beteiligte Wissenschaftler:

Hans Jürgen Wendel, Olaf Engler, Mathias Iven, Tobias Breidenmoser, Martin Lemke, Michael Pohl, Jendrik Stelling, Christian Hildebrandt, Nicole Kutzner

#### Literatur:

Unter Herausgeberschaft von Prof. Dr. Hans Jürgen Wendel und Prof. Dr. Friedrich Stadler sind im Springer Verlag bereits folgende Bände der Moritz-Schlick-Gesamtausgabe (MSG) erschienen:

- MSGA, I, 1-1: *Allgemeine Erkenntnislehre*.
- MSGA, I, 2: *Über die Reflektion des Lichts in einer inhomogenen Schicht. – Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik*.
- MSGA, I, 3: *Lebensweisheit. Versuch einer Glückseligkeitslehre – Fragen der Ethik*.

- MSGA, I, 5: *Rostock, Kiel, Wien. Aufsätze, Beiträge, Rezensionen (1919–1925)*.
- MSGA, I, 6: *Die Wiener Zeit. Aufsätze, Beiträge, Rezensionen (1926–1936)*.
- MSGA, II, 1.2: *Erkenntnistheoretische Schriften (1926 bis 1936)*.

In den *Schlickstudien* sind ebenfalls im Springer Verlag erschienen:

- Bd.1 *Stationen. Dem Philosophen und Physiker Moritz Schlick zum 125. Geburtstag*
- Bd.2 *Die Grenzen des Revisionismus. Schlick, Cassirer und das Raumproblem*
- Bd.3 *Konsequenter Empirismus. Die Entwicklung von Moritz Schlicks Erkenntnistheorie im Wiener Kreis*

Unter Herausgeberschaft von Mathias Iven und Fynn Ole Engler sind folgende Bände der *Schlickiana* im Parerga Verlag erschienen:

- Bd.1 *Moritz Schlick. Leben, Werk und Wirkung*
- Bd.2 *Moritz Schlick. Die frühen Jahre (1882-1907)*
- Bd.3 *Wittgenstein und Schlick*



- Bd.5 Moritz Schlick. *Ursprünge und Entwicklungen seines Denkens*
- Bd.6 Moritz Schlick. *Die Rostocker Jahre und ihre Einfluss auf die Wiener Zeit*

### Hans Reichenbach Ausgabe

Mit der Herausgabe der *Gesammelten Werke* von Hans Reichenbach wurde unter der Leitung von Maria Reichenbach und Andreas Kamlah am Ende der 70er Jahre begonnen. Am ZLWWG werden in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin zwei Bände mit Aufsätzen Hans Reichenbachs aus seiner gesamten Schaffenszeit ediert. Damit wird die Reichenbach Ausgabe komplettiert. Ergänzt wird diese durch eine Edition der Briefe Hans Reichenbachs, die in der „Edition Open Access“ am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte erscheinen.

#### *Beteiligte Wissenschaftler:*

Olaf Engler, Julia Lippmann, Effi Sternkiker; Kooperationspartner: Dieter Hoffmann, Georg Pflanz (MPIWG Berlin), „Edition Open Access“ und Andreas Kamlah (Universität Osnabrück)

#### *Literatur:*

Unter Herausgeberschaft von Andreas Kamlah und Maria Reichenbach sind im Vieweg Verlag bereits folgende Bände der *Gesammelten Werke* von Hans Reichenbach erschienen:

- *Gesammelte Werke Band 1: Der Aufstieg der wissenschaftlichen Philosophie*
- *Gesammelte Werke Band 2: Philosophie der Raum-Zeit-Lehre*
- *Gesammelte Werke Band 3: Die philosophische Bedeutung der Relativitätstheorie*

- *Gesammelte Werke Band 4: Erfahrung und Prognose*
- *Gesammelte Werke Band 5: Philosophische Grundlagen der Quantenmechanik und Wahrscheinlichkeit*
- *Gesammelte Werke Band 6: Grundzüge der symbolischen Logik*
- *Gesammelte Werke Band 7: Wahrscheinlichkeitslehre*
- *Gesammelte Werke Band 8: Kausalität und Zeitrichtung*
- *Gesammelte Werke Band 9: Wissenschaft und logischer Empirismus*

### Digitale Aufbereitung von historischen Quellen und deren weltweite Zugänglichkeit

Die Digitalisierung ist zu einem wichtigen Instrument für die Erschließung wissenschaftlicher Information, sowohl der gedruckten als auch der handschriftlichen, geworden. Ehemals schwer zugängliche oder konservatorisch heikle Dokumente und Materialien lassen sich über das Internet so bequem von jedem PC aus nutzen. Die direkte Forschung mit den Quellen hat sich dadurch erheblich erleichtert – bei gleichzeitiger Schonung der kostbaren, bisweilen fragilen Originale. Mit der Digitalisierung von Archivbeständen werden aber nicht nur leicht verfügbare „Kopien“ ins Netz gestellt, sondern es entsteht darüber hinaus eine Infrastruktur, die das Internet zu einem integralen Forschungsraum auch und gerade für die geistes- und kulturwissenschaftliche Forschung macht. Erst die Verbin-

dung mit anderen online verfügbaren Ressourcen, mit Datenbanken, Katalogen, Lexika, Bibliographien, Editionen, Sekundärliteratur usw. nutzt das volle Potential des Netzes aus. Ziel ist also nicht nur das Bereitstellen, sondern auch und vor allem das Vernetzen. Im Zusammenhang eines längerfristigen Projektes ist beabsichtigt, den rund 20.000 Seiten umfassenden Nachlass von Moritz Schlick, entsprechend der von der DFG ausgegebenen Richtlinien, für die langfristige Verfügbarkeit elektronischer Ressourcen („Praxisregeln Digitalisierung“ vom April 2009) vollständig zu digitalisieren und parallel auf Mikrofilm auszubelichten. Diese Aufgabe stellt sich nicht nur im Zusammenhang mit dem archivalisch-konservatorischen Zustand des Nachlasses. Mit der Digitalisierung würde sich erstmals die Möglichkeit eröffnen, dass die nachgelassenen Manuskripte und Korrespondenzen von Schlick weltweit frei verfügbar und der Forschung somit allgemein zugänglich gemacht werden könnten. Da der Nachlass im Rahmen der an der Moritz-Schlick-Forschungsstelle entstehenden *Moritz Schlick Gesamtausgabe* (MSGGA) in den kommenden Jahren auch möglichst umfassend erschlossen in Buchform vorgelegt werden soll, bieten sich mindestens zwei, von ihren Möglichkeiten her zu kombinierende, Open-Access-Formen an:

Neben dem gedruckten Text der MSGGA können die Digitalisate über eine entsprechende XML-basierte Internetplattform für den Abruf aufbereitet werden (bspw. mittels DFG-Viewer). Dabei wird eine Vernetzung mit bestehenden gleichgearteten Plattformen angestrebt (z. B. ECHO des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte, Berlin). Über den sogenannten „Springer Link“ sind die bisher erschienenen Bände der MSGGA schon jetzt weltweit und zu jeder Zeit über das Internet im PDF-Format abrufbar. Hier sollte geprüft werden, inwieweit eine „Vernetzung“ zwischen den PDF-Dateien und den Digitalisaten realisiert werden kann bzw. wie sich die Kommentare der MSGGA mit den Bilddateien der Originaldokumente verbinden lassen.

Durch die Kombination von Buch, Digitalisat und PDF/A im Rahmen eines barrierefreien und für die Nutzer kostenneutralen „Open Access“ würde die *Moritz Schlick Gesamtausgabe* eine entscheidende Aufwertung erfahren und als eine der ersten Ausgaben den Anspruch einer auf Nachhaltigkeit und Innovation angelegten Forschungs- und Standardedition erfüllen können. Derzeit beschäftigen sich an der Moritz-Schlick-Forschungsstelle zwei Projekte mit inhaltlich-systematischen Problemen von Schlicks Philosophie. Dabei handelt es sich um das DFG-Projekt *Ursprünge und Entwicklung der wissen-*

*schaftlichen Philosophie in den frühen Schriften von Moritz Schlick und Hans Reichenbach* sowie um das von der Fritz-Thyssen-Stiftung geförderte Vorhaben *Moritz Schlick und Friedrich Nietzsche. Zu den Quellen und der Entwicklung einer unbekanntenen Rezeptionsgeschichte*.

### **Moritz Schlick und Friedrich Nietzsche. Zu den Quellen und der Entwicklung einer unbekanntenen Rezeptionsgeschichte**

Das Forschungsvorhaben hatte zum Ziel, die in der jüngeren Zeit begonnene Rekonstruktion und Neubewertung des Werkes von Moritz Schlick (1882–1936) im Kontext der Entwicklung der wissenschaftlichen Philosophie fortzusetzen. Erstmals sollte dabei auf der Grundlage bisher nicht veröffentlichter Dokumente aus Schlicks Nachlass untersucht werden, in welchem Umfang sich Schlick, neben seinen vorrangig auf erkenntnistheoretische und naturphilosophische Themenstellungen gerichteten Überlegungen, auch Fragen der Kulturkritik und der Anthropologie, und damit verbunden der jüngeren Geschichte der Philosophie, zugewandt hat. Beispielhaft hierfür sind seine zwischen 1912 und 1923 in Rostock und Wien gehaltenen Vorlesungen zu Friedrich Nietzsche.

In der derzeitigen Forschungslandschaft hat die Auseinandersetzung mit der Philosophie von Moritz Schlick und, damit einhergehend, die Untersuchung der an den Ergebnissen der empirischen Wissenschaften orientierten wissenschaftlichen Philosophie erst in den letzten beiden Jahrzehnten verstärkt eingesetzt. Mehr und mehr wird Schlick seitdem als ein einflussreicher Denker der Philosophie des 20. und 21. Jahrhunderts entdeckt. Dabei konzentrierte man sich bis jetzt im Wesentlichen auf die zu seinen Lebzeiten veröffentlichten Schriften, die, beginnend im Jahre 2006, im Rahmen der ersten Abteilung der *Moritz Schlick Gesamtausgabe* neu ediert wurden. Im Besonderen sind dies seine in den Rostocker Jahren entstandenen Werke: *Die Allgemeine Erkenntnislehre* (1918, 2. Aufl. 1925), das erkenntnistheoretische Hauptwerk Schlicks, sowie der naturphilosophische, sich mit der Einstein'schen Relativitätstheorie befassende Text *Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik* (1917, 1924). Hinzu kommt sein letztes, in Wien veröffentlichtes Buch, die moralphilosophische Studie *Fragen der Ethik* (1930).

Der für eine systematische Bewertung der Schlick'schen Philosophie im Speziellen und der Epoche der wissenschaftlichen Philosophie und ihrer Entwicklung hin zum Logischen Empirismus im Allgemeinen unentbehrliche Nachlass Schlicks, der archi-

valisch erschlossen und katalogisiert im Noord-Hollands Archief in Haarlem aufbewahrt wird, ist von der Forschung bisher nur partiell herangezogen worden. Eine umfangreiche Berücksichtigung dieser Hinterlassenschaft ist jedoch für eine differenzierte Auseinandersetzung und die zukünftige Forschungsarbeit zu Schlick und seiner mittlerweile unbestrittenen Bedeutung im Kontext der wissenschaftlichen Philosophie und des Wiener Kreises unabdingbar.



Fig. 30: Moritz Schlick (1882–1936)  
(© Wikipedia)

Auf der Grundlage der in den nächsten Jahren in der zweiten Abteilung der *Moritz Schlick Gesamtausgabe* erscheinenden, bisher nicht veröffentlichten Dokumente und Kor-

respondenzen aus Schlicks Nachlass kann zum ersten Mal die Frage untersucht werden, in welchem Umfang sich Schlick Fragen der Kulturkritik, Anthropologie und, im Kontext damit, der jüngeren Philosophiegeschichte zugewandt hat. Exemplarisch hierfür stehen, neben seinen zahlreichen Vorlesungen und Vorträgen zur Ethik und dem in seinen letzten Lebensjahren entstandenen und nicht zum Abschluss gebrachten Manuskript *Natur, Kultur, Kunst*, die zwischen 1912 und 1923 an den Universitäten Rostock und Wien gehaltenen Vorlesungen zu Leben und Werk von Friedrich Nietzsche. Hatte doch gerade Schlicks Begegnung mit Nietzsches Schriften eine geistige Auseinandersetzung zur Folge, wie sie in dieser Form und in diesem Umfang in Schlicks Denken einmalig ist. Denn abgesehen von seiner Beschäftigung mit Kant hat sich Schlick mit keinem anderen Philosophen so intensiv über einen längeren Zeitraum hinweg auseinandergesetzt.

Die Bekanntschaft mit dem Werk von Friedrich Nietzsche, dessen *Zarathustra* er im Alter von 16 Jahren las, zählt zu den frühesten Lektüreerlebnissen Schlicks. Zwar erschloss er sich in den Jahren zwischen 1897 und 1900 auch Werke von Descartes, Schopenhauer, Platon oder Kant, doch kein Autor hatte in der Frühphase seiner Entwicklung solch einen Einfluss auf sein Denken wie Nietzsche. Be-

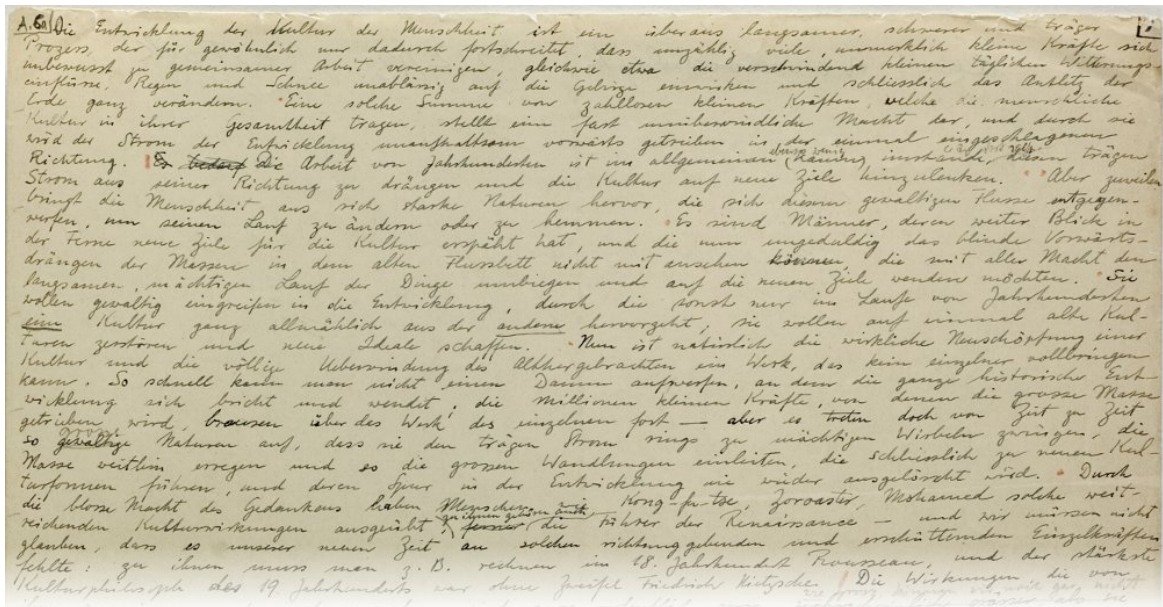


Fig. 31: Schlicks Vorlesung über Nietzsche (© ZLWWG A.6a/1)

reits in Schlicks erstem Buch, der Ende 1907 erschienenen *Lebensweisheit*, ist dieser Einfluss an zahlreichen Stellen offenkundig.

Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, dass Schlicks fast vier Jahrzehnte währende, und auf den ersten Blick für viele Interpreten durchaus immer noch überraschende, Beschäftigung mit Nietzsche, die auch seitens der Nietzsche-Forschung bisher keine weitergehende Beachtung gefunden hat, mit am Anfang der um die Wende zum 20. Jahrhundert einsetzenden universitären Nietzsche-Rezeption stand. Wandten sich zu dieser Zeit noch vorrangig Literaten oder bildende Künstler Nietzsches Werk zu, so wurde Schlick zuvorderst durch die kritisch-hinterfragende Lek-

türe der (damals) jüngeren Generation von Philosophen wie Alois Riehl, Raoul Richter, oder Hans Vaihinger beeinflusst.

So ging denn Schlick in seiner Nietzsche-Vorlesung nicht allein von der allgegenwärtigen Provokation durch Nietzsches Schriften aus, sondern wendete sich zudem der widersprüchlichen Einheit von dessen Leben und Werk zu. Damit hoben sich Schlicks Vorlesungen eindeutig von zahlreichen Darstellungen zeitgenössischer und späterer Interpreten ab, welche die für das Verständnis von Nietzsches Werk notwendigen lebensweltlichen Bezüge außer Acht ließen und sich auf die Exegese der Texte beschränkten.

Ausgehend von der Rezeptionsgeschichte, und den in diesem Zusam-

menhang entstandenen Aufzeichnungen und Vorlesungsskripten, wurde vor allem der weitergehende Einfluss Nietzsches in Schlicks frühen Arbeiten untersucht. Hierbei galt es herauszuarbeiten, in welchem Bereich seines Denkens (Erkenntnistheorie, Naturphilosophie, Ethik, Ästhetik oder Kulturphilosophie) dieser Einfluss am meisten zu spüren ist. Von einem systematischen Standpunkt aus betrachtet, wurde die Rezeptionsgeschichte dabei in Wechselwirkung mit den philosophischen und wissenschaftlichen Debatten der damaligen Zeit und unter Berücksichtigung der biographischen und soziokulturellen Hintergründe dokumentiert und diskutiert.

Entsprechend des begleitend zum Projektantrag eingereichten Arbeitsplanes wurde am 1. Oktober 2009 mit den Arbeiten begonnen und dabei wie folgt verfahren:

- Am Beginn stand die systematische Sichtung und Datierung aller in Frage kommenden Nachlasstexte. Als Vorbereitung für die spätere Kommentierung dieser Texte wurden parallel dazu zahlreiche Literaturrecherchen durchgeführt und entsprechende weiterführende Materialien zusammengetragen.
- Im Zusammenhang mit der Erfassung der Texte wurde ein Verzeichnis der von Schlick für seine Nietzsche-Vorlesung benutzten Literatur erstellt. Dabei zeigte sich, dass er bei der Ausarbeitung seiner



Fig. 32: Friedrich Nietzsche (1844–1900)  
(© ZLWWG)

Texte neben der damals vorliegenden Primärliteratur ausschließlich auf einige wenige Standardwerke der zeitgenössischen Sekundärliteratur zurückgriff (Drews, Richter und Förster-Nietzsche).

- In einem nächsten Schritt wurde der Frage nachgegangen, in welchem Kontext die Nietzsche betreffenden Nachlassstücke zu seinen zeitgleich entstandenen veröffentlichten Schriften bzw. zu anderen Nachlassstücken stehen. So war es möglich, grundlegende Entwicklungen in Schlicks Denken sichtbar zu machen und diese in Beziehung zu den zeitgenössischen phi-

losophiehistorischen und kulturphilosophischen Diskussionen zu setzen.

- Zunächst wurde der Einfluss der Nietzsche-Lektüre auf die vor der Rostocker Zeit entstandene *Lebensweisheit* (1907) untersucht. Dabei wurden auch die aus Schlicks Züricher Zeit (1907–1910) stammenden nachgelassenen Fragmente *Der neue Epikur* und *Die Philosophie der Jugend* berücksichtigt. Eine abschließende Beurteilung dieser, in der Tradition der großen Bildungsromane eines Rousseau oder Jean Paul stehenden, Texte steht hier allerdings noch aus. Die anschließende Betrachtung der während der Rostocker Zeit (1911–1921) entstandenen Schriften und Nachlassstücke zeigte, dass Schlick weniger in seinen veröffentlichten Schriften, sondern vor allem in seinen Vorlesungen immer wieder auf grundlegende Gedanken aus Nietzsches Werken zu sprechen kam.
- Im Anschluss an die Rostocker Zeit wurden Schlicks Wirken in Wien (1922–1936) und die in diesen Jahren veröffentlichten Werke näher betrachtet. Hier zeigte sich ein ähnliches Bild: Vor allem in seinen Vorlesungen und verstärkt in seinen öffentlichen Vorträgen, so in *Der Sinn des Lebens*, finden sich an zahlreichen Stellen Verweise auf Nietzsche, dabei wurden in erster Linie immer wieder der *Zarathu-*

*stra* bzw. *Die fröhliche Wissenschaft* von Schlick zitiert.

- Abschließend wurde begonnen, die 1930 in Wien veröffentlichten *Fragen der Ethik* einer tiefer gehenden Betrachtung zu unterziehen und den Einfluss von Nietzsche aufzuzeigen.

Das von der Fritz-Thyssen-Stiftung über 16 Monate hinweg geförderte Projekt wurde im Januar 2011 Teil des von der Akademie der Wissenschaften in Hamburg und der Moritz-Schlick Forschungsstelle der Universität Rostock gemeinsam durchgeführten Langzeitvorhabens *Moritz Schlick Gesamtausgabe. Nachlass und Korrespondenz*.<sup>57</sup> So wird es möglich, die begonnenen Arbeiten zu Ende zu führen und Eingang in die im Springer-Verlag erscheinende *Moritz Schlick Gesamtausgabe* finden zu lassen. Ein entsprechender textkritisch edierter und kommentierter Band soll im Jahre 2012 erscheinen. Neben Schlicks Nietzsche-Vorlesung und einer dazugehörigen, im Nachlass überlieferten Vorarbeit wird dieser Band auch den ersten Teil der zunächst im Sommersemester 1919 gehaltenen Vorlesung *Schopenhauer und Nietzsche* enthalten.

Erste Untersuchungsergebnisse konnten im Rahmen der von der Moritz-Schlick-Forschungsstelle gemeinsam mit der Rostocker Universitätsbuch-

<sup>57</sup>MSGGA → S. 78

handlung Weiland im Winter 2010/2011 veranstalteten Vorlesungsreihe „Natur & Geist“<sup>58</sup> einer breiteren Öffentlichkeit vor- und damit zur Diskussion gestellt werden. Der Vortrag, der am 25. Januar 2011 stattfand, rückte dabei vor allem die Berührungspunkte zwischen Schlicks und Nietzsches Verständnis von Wissen und Wahrheit in den Mittelpunkt.

Ein im Zusammenhang mit dem Projekt noch zu erwähnendes „Nebenprodukt“ ganz anderer Art ist der Anfang Februar 2011 bei der Berliner Edition AB Fischer erschienene, kleine Band *Lebenswege des Friedrich Nietzsche*. Dabei handelt es sich um einen Text, der sich über das unmittelbare Forschungsziel des Projektes hinaus mit Nietzsches Leben auseinandersetzt (Besprechungen dazu erschienen u.a. in der *Frankfurter Allgemeinen Zeitung*, in der *Ostthüringer Zeitung* sowie in der *Mitteldeutschen Zeitung*).

*Beteiligte Wissenschaftler:*

Mathias Iven, Christian Kobsda

*Literatur:*

- Förster-Nietzsche, E.: *Das Nietzsche-Archiv, seine Freunde und Feinde*. Marquardt&Co. Berlin 1907.
- Förster-Nietzsche, E.: *Das Leben Friedrich Nietzsches*. In zwei Bänden. Kröner. Leipzig 1912 und 1914.
- Förster-Nietzsche, E.: *Nietzsche und sein Werk*. Reissner. Dresden 1928.
- Iven, M.: *Lebenswege des Friedrich Nietzsche*. Fischer. Berlin 2011.

<sup>58</sup>Vortragsreihe „Natur & Geist“ → S. 177

- Richter, R.: *Nietzsche Aufsätze*. Meiner. Leipzig 1918.
- Riehl, A.: *Friedrich Nietzsche. Der Künstler und der Denker*. Frommann. Stuttgart 1897.
- Vaihinger, H.: *Nietzsche als Philosoph*. Reuter&Reichard. Berlin 1902.
- MSGA, I, 1-1: *Allgemeine Erkenntnislehre*.
- MSGA, I, 2: *Über die Reflektion des Lichts in einer inhomogenen Schicht. – Raum und Zeit in der gegenwärtigen Physik*.
- MSGA, I, 3: *Lebensweisheit. Versuch einer Glückseligkeitslehre – Fragen der Ethik*.

## Universitätsgeschichte

### Von der Entstehung bis 1990

von Kersten Krüger

Das Vorhaben, Wissen zu finden, Kenntnisse zu mehren und zu vermitteln, bedarf einer Kontinuität sichernden, institutionellen Gehäuses sowie sicherer Finanzierung. In der abendländischen Tradition wird dies durch die Universität geleistet. Ein wesentlicher Teil der Geschichte unserer eigenen Universität widmet sich ihren Teil-Institutionen. Ihre klassische Gliederung erhielt sie mit ihrer Gründung 1419 in Fakultäten: Zunächst drei (Jura, Medizin, Artes). 1433 kam als Krönung die vierte hinzu, die Theologie. Heute sind es neun Fakultäten.

Die schon hieran ablesbare Expansion des Wissens erreichten Forscher innerhalb ihrer Fakultäten, aus denen sich – den Erkenntnisfortschritten entsprechend – neue Fakultäten ausgliederten, insbesondere aus den



Artes. Die sprunghafte Entwicklung der Wissenschaften im 19. Jahrhundert führte zu spezialisierten Unterabteilungen der Fakultäten in Institute bzw. in der Medizin in Kliniken. Eine lückenlose Systematik der Fakultäten und ihrer Institute – einschließlich moderner Versuche ihrer Bündelung in Sektionen oder Profillinien – gehört zu den vorrangigen Aufgaben der Universitätsgeschichte.

Die Universitas der Lehrenden und Lernenden bildete einen Personenverband eigenen Rechts und eigener Rechtsprechung, ausgestattet mit alteuropäisch-republikanisch geprägter Selbstverwaltung mit Universitätskonzil und Fakultätsversammlungen, welche Rektoren und Dekane wählten und wählen, Recht setzten und setzen und ebenso – bis zur Reichsgründung 1871 – Recht sprachen. Die Rolle der Träger der Universität – Stadt und Staat – wandelte sich im Lauf der Jahrhunderte, doch blieb die Grundstruktur universitärer Selbstverwaltung erhalten.

Mit Recht und Verfassung der Universität Rostock befasst sich ein weiteres Projekt der Universitätsgeschichte. Das institutionelle Gehäuse kommt nicht ohne Regeln aus, in der Forschung sind das wissensleitende Wertsetzungen. Zunächst zog die katholische Kirche hier einen engen Rahmen der Rechtgläubigkeit, der – aus Furcht vor häretischen Lehrinhalten – auch die späte Zulassung der

Theologischen Fakultät erklärt. Mit der Reformation wurde der lutherische Glaube verbindlich, der sich zum orthodoxen Luthertum verfestigte und von 1760 bis 1789 zur Spaltung der Universität in einen lutherischen Teil in Rostock und einen pietistischen in Bützow führte. Das formierte Neu-Luthertum des 19. Jahrhunderts behinderte zwar nicht den Aufstieg der Wissenschaften, insbesondere der Naturwissenschaften und der Medizin, blieb aber politisch lange Zeit bestimmend.

Nach dem Versuch einer Revolution 1848/49 wurden liberale Professoren der Universität Rostock verhaftet, aus dem Dienst entlassen und zu Gefängnisstrafen verurteilt – ohne erkennbares Widerstreben der Universität. Nach der Revolution von 1918 blieb die Universität Rostock republikfern, verharrte vielmehr in monarchischem Konservatismus und setzte völkisch-nationalsozialistischer Orientierung keinen Widerstand entgegen. Das katastrophale Ende des Zweiten Weltkriegs ließ für einige Jahre die Hoffnung auf Freiheit von Forschung und Lehre aufkommen, aber mit der Zweiten, endgültig mit der Dritten Hochschulreform der DDR – 1952 und 1968 – wurde die Universität in die engen Grenzen des Marxismus-Leninismus eingewiesen, die zu verlassen härteste Strafen nach sich zog. Eifersüchtig bewachten Partei- und Staatsmacht die Uni-

versität, die sich zu einer, wenn noch nicht sozialistischen, so doch zu einer Hochschule im Sozialismus wandelte. Erst die friedliche Revolution von 1989 setzte die Hochschulerneuerung in Gang, die Freiheit von Forschung und Lehre – wiewohl in knappem finanziellen Rahmen – als Perspektive für Gegenwart und Zukunft brachte.

Der „Wechsel der leitenden Ideen“ (Ranke) lässt sich auch an den Wahlsprüchen unserer Universität ablesen. Der aus dem späten 19. Jahrhundert stammende und 1994 wieder aufgenommene Spruch „Theoria multiplex – Veritas una“ räumt Pluralität und Freiheit der Forschung ein, enthält zugleich jedoch die philosophische Setzung, dass es eine einheitliche Wahrheit gibt und dass sie erkennbar ist. Unter dem Dach des Marxismus-Leninismus galt als Leitsatz „Theoria cum Praxi“, um Wissenschaft vom Kopf auf die Füße zu stellen und an kurzfristig erkennbaren Nutzen für Ökonomie und Gesellschaft zu binden. Griff die Universität 1990 zunächst auf „Theoria multiplex - Veritas una“ zurück, verfolgt sie heute stärker den etwas später geprägten Wahlspruch „Traditio et Innovatio“, der auf Erkenntnisfortschritt bei Achtung auch älterer Erkenntnis setzt und damit dem Reformkonzept des Kritischen Rationalismus folgt. Wissen ohne aus der Philosophie bezogene Form ist nicht möglich. Das wird näher zu erforschen sein.

### **Zur Geschichte der Philosophie an der Universität Rostock in den Jahren 1898 bis 1948**

Die Philosophie wurde an der Rostocker Universität in den ersten zweieinhalb Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts von drei Persönlichkeiten bestimmt: Von Franz Erhardt (1864–1930), der hier von 1898 bis 1929 wirkte und sich hauptsächlich mit Spinoza und Kant beschäftigte, von Emil Utitz (1883–1956), der in seinem umfangreichen Werk neben Problemen der Ästhetik und Kunstwissenschaft vorrangig Fragen der Charakterologie behandelte und nicht zuletzt von Moritz Schlick (1882–1936), dem Begründer des „Wiener Kreises“.

In der fast unmittelbar daran anschließenden Zeit des Nationalsozialismus wirkte hier Wilhelm Burkamp (1879–1939), der sich bereits 1922 in Rostock habilitierte und bis zum April 1939 an der Universität lehrte. Parallel zu ihm hatte der, vor allem durch seine Arbeiten zu Hegel und Kant bekannt gewordene, Julius Ebbinghaus (1885–1981) von 1930 bis 1940 den Lehrstuhl für historische und systematische Philosophie inne. Ihm folgte schließlich der Heidegger-Schüler Walter Bröcker (1902–1992), der erst im April 1948 aus dem Dienst der Universität Rostock entpflichtet wurde. Von all den genannten liegen bis heute keine einschlägigen Biographien oder gar übergreifend verglei-

chende Arbeiten vor.

Ziel des Projektes wird es sein, neben den Einträgen für den *Catalogus Professorum Rostochiensium*, vor allem weitere bio- und bibliographische Daten und Materialien zusammenzutragen, die als Grundlage für zukünftige Untersuchungen dienen sollen.

*Beteiligte Wissenschaftler:*

Mathias Iven; Kooperationspartner: Angela Hartwig (Universitätsarchiv), Karsten Labahn (Forschungsstelle für Universitätsgeschichte)

*Literatur:*

- Buddrus, M., Fritzlar, S.: *Die Professoren der Universität Rostock im Dritten Reich. Ein biographisches Lexikon*. K. G. Saur. München 2007.
- Engler, F.O., Iven, M.: *Moritz Schlick in Rostock*. Weiland. Rostock 2007.
- Goldmund, M., Erhardt, F.: *Leben und Werke*. Adler. Greifswald 1937.
- Herbig, G.: *Die Fünfhundertjahrfeier der Universität Rostock 1419–1919*. Selbstverlag der Universität. Rostock 1920.
- Heidorn, G., Heitz, G u.a. (Hrsg.): *Geschichte der Universität Rostock 1419–1969. Festschrift zur Fünfhundertfünfzig-Jahr-Feier der Universität*. (2 Bände). Deutscher Verlag der Wissenschaften. Berlin 1969.
- Iven, M.: *Moritz Schlick. Die frühen Jahre (1882–1907)*. Parerga. Berlin 2008.
- Iven, M.: *Moritz Schlick und Emil Utitz. Projekte zur Geschichte der Philosophie an der Universität Rostock von 1898 bis 1948*. In: *Traditio et Innovatio. Forschungs-Magazin der Universität Rostock*. 15 (2010). Nr. 2. S. 66-68.
- Jungius, J., Schlick, M.: *Zur Funktion der Philosophie bei der Grundlegung und Entwicklung naturwissenschaftlicher Forschung*. In: *Rostocker Philosophische Manuskripte*. Heft 8 (Teil 1 u. 2). Universität Rostock. Rostock 1970.
- Meyer, R.: *Emil Utitz (1883–1956) – Zu Leben und Werk eines halleschen Gelehrten*. In: *Mitteldeutsches Jahrbuch für Kultur und Geschichte*. Band 13. Stekovics. Halle 2006. S. 127-138.
- Streibhardt, U.: *Emil Utitz (1883–1956) – Einblicke in Leben und Werk*. In: *Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Rostock*. 39 (1990). Nr. 4. S. 43-46.

## Technikgeschichte

### „Mikrowelten-Bilderwelten“ Die Renaissance der Lichtmikroskopie und ihre epistemischen Objekte

Die Biologie, Leitwissenschaft unseres Jahrhunderts, zeigt die raschesten Fortschritte auf der Ebene der molekularen und zellulären Prozesse. Zur Erforschung dieser Vorgänge dienen als wichtigste Methoden die verschiedenen mikroskopischen Verfahren. Diese führen zu Darstellungen der Untersuchungsobjekte selbst, aber auch zu Darstellungen der in den Zellen und Geweben stattfindenden Prozesse wie Bewegungen, Zellteilung, Wachstum, Stoffwechsel-Regelkreise und Zell-Zell-Interaktionen. Diese Darstellungen können Bilder, Filme und abgeleitete Graphen sein.

Nach einer Ära der Biologie, die durch die elektronenmikroskopische Analyse toter, chemisch fixierter und dehydrierter Zellen dominiert war und folgerichtig ein starres, vom Strukturaspekt dominiertes Bild der Zelle

zeichnete, wurde durch die Kombination von Bildverarbeitungsrechnern und Lichtmikroskopen etwa ab 1980 die „dynamische“ Zelle (wieder) entdeckt.<sup>59</sup>

Durch die Möglichkeit, bildgebende und bildverarbeitende elektronische Techniken mit den klassischen Verfahren der Lichtmikroskopie zu kombinieren, wurde es nämlich möglich, die Analyse der *lebenden* Zelle vom lichtmikroskopischen Bereich (bis  $2000\times$  Vergrößerung) in den bis dahin nur der Elektronenmikroskopie vorbehaltenen Vergrößerungsbereich auszudehnen (bis  $10000\times$ ). Das Dogma, mit sichtbarem Licht ( $400 - 800\text{ nm}$  Wellenlänge) könne man nur Objekte bis zur Größe der halben Wellenlänge mikroskopieren, war hinfällig geworden. Aufbauend auf den Pionierarbeiten von R.D. Allen ( $\rightarrow$  Fig. 33) und S. Inoue am Marine Biological Laboratory Woods Hole/Mass, erfolgten weitere revolutionäre technische Verbesserungen, nach der analogen Videomikroskopie später die digitalen Verfahren und die konfokale Laser-Rastermikroskopie. So wurde die echte Auflösung von Objektabständen unter  $100\text{ nm}$ , die Sichtbarmachung von Objekten bis  $5\text{ nm}$ , die Verfolgung von Bewegungen in lebenden Zellen mit einer Ortsauflösung von  $1\text{ nm}$  und die dreidimensionale Rekonstruktion der Zellen

möglich.<sup>60</sup>

Die digitale Revolution der Lichtmikroskopie hat auch zu einem Paradigmenwechsel in der Zellbiologie geführt.<sup>61</sup> Durch sie wurde das seit den fünfziger Jahren durch die Elektronenmikroskopie dominierte, statische Bild der Zelle durch eine völlig neue, dynamische Sicht der Bewegungen der Zellen selbst und der geordneten Bewegungsprozesse in den Zellen abgelöst. Dies führte zur Etablierung eines neuen Verständnisses der Dynamik der Zellstrukturen, zur Entdeckung der dafür verantwortlichen Motorenzyme, zur Messung der Makromoleküldynamik, zur quantitativen Darstellung und Verfolgung von einzelnen Proteinmolekülen in der lebenden Zelle, zur Sichtbarmachung physikalisch-chemischer Eigenschaften in der Zelle (pH, Membranpotential), zur Messung von Kräften und Elastizitäten in mikroskopischen Dimensionen und zur zwei-, drei-, vier-, und fünfdimensionalen Erfassung zellulärer Prozesse ( $x, y, z$  des Raumes, Zeit, Konzentration und spektrale Zusammensetzung).

Die bisher fehlende historische Bearbeitung dieser Renaissance der Lichtmikroskopie wird in diesem Projekt bearbeitet, ebenso wie die Fragen nach den Auswirkungen auf unser heutiges Bild von der lebenden

<sup>59</sup>Breidenmoser et al. 2010

<sup>60</sup>Weiss et al. 1989

<sup>61</sup>Aufsatz „Zellbiologie und Mikroskopie“  
 $\rightarrow$  S. 33

Zelle und die Fortsetzung der zellulären Prozesse in den Simulationen und Modellen der Bioinformatik. Am Ende sollte die Antwort auf folgende Fragen stehen: Wie und mit welcher Technik hat die digitale Revolution der Mikroskopie den Weg von der sichtbaren Welt über die Mikro- und Nano-Welt bis in die Welt des „artificial life“ geebnet?

Da der Fortschritt in der Biologie sehr eng mit der Mikroskoptechnik verknüpft ist und viele Entdeckungen überhaupt nicht ohne Kenntnis der Technik verstanden werden können, ist die Dokumentation und Bewahrung der Technik sehr wichtig.

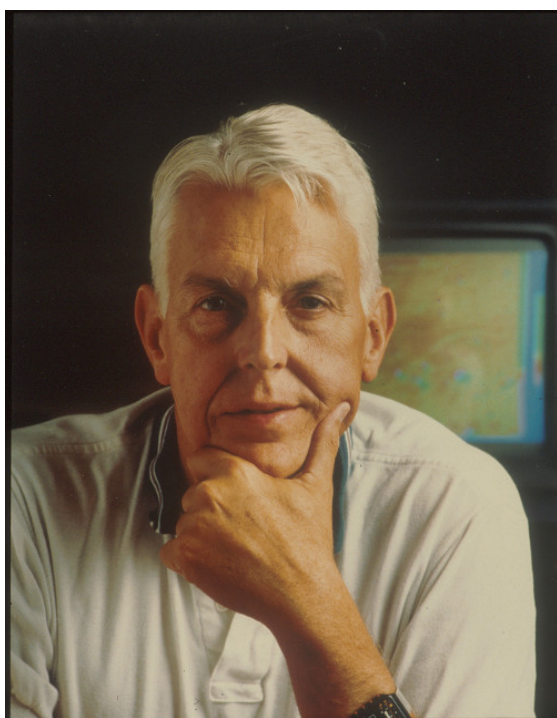


Fig. 33: Robert D. Allen (1927–1986), „Entdecker“ der Videomikroskopie (© R. D. Allen)

Gleichzeitig mit der historischen Betrachtung wurde deshalb in zwei Projekten des ZLWWG auch den epistemischen Objekten selbst große Aufmerksamkeit gewidmet.<sup>62</sup> So wurde eine große Sammlung von Gebrauchsanleitungen und anderen Druckschriften aller Mikroskophersteller zusammengetragen, aus denen nicht nur die Entwicklung der Arbeitsweise zur Herstellung der Bilder, sondern auch die Veränderungen im Bau der Geräte abgeleitet werden können. Flankierend dazu haben wir Bilder der zwischen 1900 und heute verwendeten Mikroskope und ihrer Zusatzeinrichtungen in einem Bildarchiv erfasst. Dies wird ergänzt durch eine Sammlung von Interviews mit Zeitzeugen des Wechsels von der klassischen zur elektronischen Lichtmikroskopie („digital turn“), die in Audio-Dokumenten archiviert sind.

Aber nicht nur die Darstellungen, die die Mikroskoptechnik erzeugt, sondern auch die Geräte selbst sollen erhalten werden. Die Aussagekraft, das Problempotential und die Reichweite einer wissenschaftlichen Darstellung können nur dann richtig eingeschätzt werden, wenn bekannt ist, mit welchen Mechanismen und durch welche Technik sie entstanden ist. Die Entstehung eines Bildes kann ihm aber nur höchst selten angesehen

<sup>62</sup> *Wissenstransformationen in den Lebens- und kognitiven Neurowissenschaften* → S. 18

werden. Zu einer historisch reflektierenden Beschäftigung mit der Wissenschaft gehören eben nicht nur ihre Ergebnisse, sondern auch das historische und das technische Umfeld.

Die Geräte im Lichtmikroskopiezentrum der Universität Rostock (Live Cell Imaging Center), die Geräte des Institut für Zelltechnologie e.V. und die Privatsammlung D.G. Weiss mit ihrer insgesamt sehr großen Breite verschiedenster Mikroskope und Verfahren sowie die einmalige Sammlung von Vitalfarbstoffen, die der Zoologe Josef Spek (→ Fig. 34) zusammengetragen hat, ermöglichen eine technikhistorische, mit der Wissenschaftstheorie verzahnte Dokumentation der neueren Entwicklungen der Lichtmikroskopie.

Neben diesem virtuellen und realen Technik-Museum der Lebenswissenschaften wird, in Zusammenarbeit mit dem Lichtmikroskopiezentrum der Universität, auch die Gründung eines Wissenschafts-, Erlebnis- und Bildungszentrums vorbereitet. Darin sollen die Ergebnisse des Verbundes der Öffentlichkeit sowohl für Forschung und Lehre, aber auch für die Erwachsenenbildung und als Wissenschaftserlebnis für alle Altersklassen zugänglich gemacht werden.

Es gibt bislang keine großen Dokumentationen zur jüngeren Mikroskopiegeschichte in gedruckter oder digitaler Form. Im Internet findet man zur Mikroskop-Technologie vorwiegend

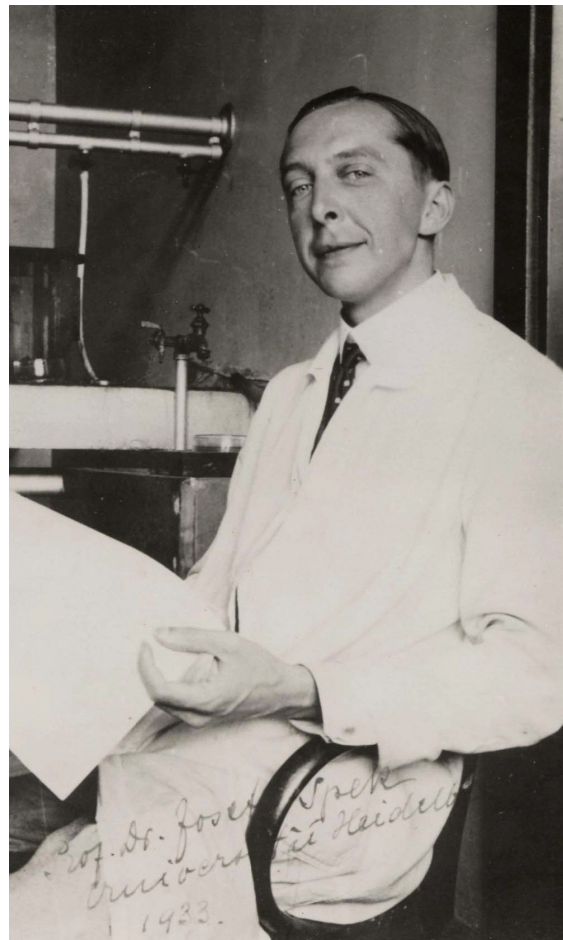


Fig. 34: Josef Spek (1933 in Neapel), Direktor des Zoologischen Instituts Rostock von 1947–1956

(© Archivio Stazione Zoologica Napoli)

private, eindrucksvolle Bildersammlungen der älteren historischen Geräte, allerdings vor allem von denen, die vor 1900 gebaut wurden.<sup>63</sup> Eine wissenschaftstheoretische Einordnung und Bewertung fehlt ganz. Das Virtual Laboratory-Projekt des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte Berlin ist eine sehr gute Dokumentation der Mikroskope des 19.

<sup>63</sup>z.B. [www.antique-microscopes.com](http://www.antique-microscopes.com)

Jahrhunderts.<sup>64</sup> Zur Mikroskopie gibt es zwar Museen, die aber die Entwicklung der letzten 100 Jahre meist nur kurz streifen und die digitale Revolution der letzten Jahrzehnte und ihre Auswirkungen auf die Biologie völlig ausklammern.

Diese Lücke soll durch das Dokumentationszentrum geschlossen werden. Es konzentriert sich auf Vitalmikroskopie, quantitative Mikroskopie und die elektronische Revolution mit den Protagonisten Nobert, Spek und Allen. Die Projektleiter Kuznetsov und Weiss waren in die Entwicklung der elektronischen Mikroskopie involviert, so dass auch die historischen Geräte und Materialien noch vorhanden sind. Im Folgenden werden die Haupttätigkeitsgebiete dargestellt.

*Erschließung von Quellen und Materialien:* Dazu gehören die Dokumentation von Bildern, Fotos, Videos, technischen Dokumenten, Gebrauchsanleitungen und wissenschaftlichen Publikationen. Die wissenschaftliche Praxis wird durch Gespräche mit Zeitzeugen, früheren Praktikern und Theoretikern dokumentiert werden. In diese Arbeiten fließen aber auch Informationen von den wichtigsten Geräteherstellern sowie aus den historischen Abteilungen der, für die Entwicklung der Mikroskopie und der Lebenswissenschaften besonders wichtigen, Meeresstationen Woods Ho-

le/Mass (J. Maienschein) und Statione Zoologica Neapel (C. Groeben) ein.

*Erstellung einer virtuellen Repräsentation des Dokumentationszentrums:* Das so gesammelte Material wird in digitalisierter Form für Forschung, Lehre und Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Dazu werden die Materialien zurzeit für die Repräsentation an zwei Nutzerterminals vorbereitet.

Das Dokumentationszentrum umfasst aktuell folgendes Archivmaterial:

- ca. 13.000 digitale Bilder von Mikroskopen und Zubehör aller Hersteller von 1900 bis heute, Bilder der ca. 100 eigenen Mikroskope, Bilder der Mikroskopausstattung führender internationaler Zentren, deren Leiter als Zeitzeugen interviewt wurden sowie Bilder aus anderen Mikroskopsammlungen
- ca. 1300 Gebrauchsanleitungen, Preislisten und Broschüren der Hersteller liegen in digitalisierter Form vor (ca. 500 zusätzliche Originale sind noch nicht digitalisiert)
- ca. 1100 Bilder von damit aufgenommenen Mikroorganismen und Zellen aus verschiedenen Forschungslabors
- ca. 250 Bücher befinden sich in einer Handbibliothek zur Mikroskopie und zu mikroskopischen Objekten
- ca. 300 Stunden digitalisierte Film-

<sup>64</sup>vlp.mpiwg-berlin.mpg.de

und Videosequenzen aus den Jahren 1950 bis 2000, ein Drittel davon mit Forschungsergebnissen, die von D.G. Weiss gemeinsam mit R.D. Allen 1984–1986 in Woods Hole USA entstanden sind, z.T. mit Originalton, aus der frühen Zeit der Videomikroskopie

- ca. 500 Stunden Tondokumente mit Interviews und Vorträgen von Zeitzeugen und dem Videomikroskopie-Kurs in Woods Hole Massachusetts von 1988, mit Vorträgen von Robert Allen, Shinja Inoue und namhaften Fachleuten sowie weitere Kongressbeiträge und Rundfunkmitschnitte
- Unterlagen zu den bahnbrechenden vitalmikroskopischen Arbeiten von Josef Spek (1895–1964), ehem. Direktor des Zoologischen Instituts der Universität Rostock, über seine Versuche zu Lebendzell-Färbungen sowie seine ca. 200 originalen Vital-Farbstoffe aus der Zeit von 1920 bis 1950 (→ Fig. 34)
- umfangreiche Unterlagen zu dem einzigen namhaften Mikroskophersteller und Pionier der wissenschaftlichen Mikroskopie aus unserer Region, Friedrich Adolph Nobert (1806–1881) aus Barth bei Stralsund (→ Fig. 35). Noberts Leistungen zunächst als Uhrmacher, dann als Universitäts-Mechanikus in Greifswald und schließlich als Schöpfer der Nobert'schen Testplatten, mit denen er wesentliche

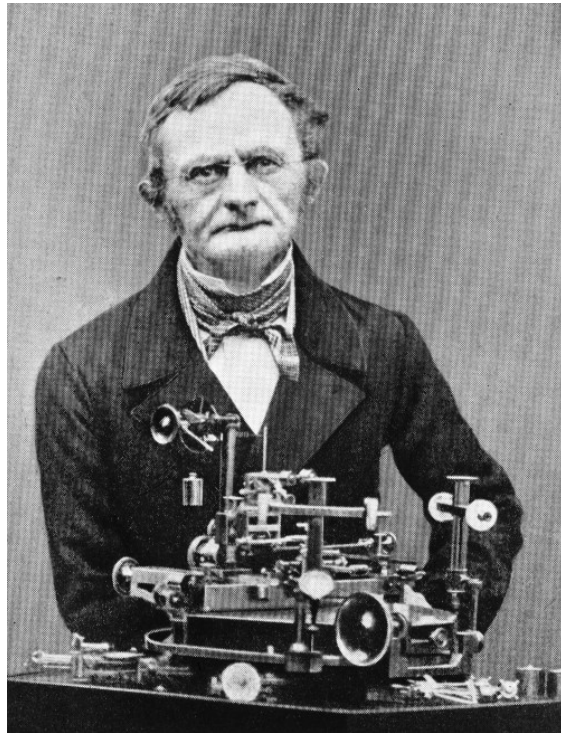


Fig. 35: Friedrich Adolph Nobert (1806 – 1881), Uhrmacher, Physiker und Mikroskopbauer in Barth und Greifswald (© Archiv der Stadt Barth und Deutsches Museum München)

Beiträge zur Entstehung des wissenschaftsbasierten Mikroskopbaus und zur Nanotechnologie leistete, werden für eine Monographie vorbereitet und eine erste kurze Würdigung seiner Leistung ist bereits erschienen.<sup>65</sup>

- Materialien zu anderen mikroskopisch arbeitenden, führenden Zoologen, Zell- und Entwicklungsbiologen mit Bezug zur Universität Rostock: Hermann Grenacher (1843–1923), Hans Spemann (1869–

<sup>65</sup>Engler und Weiss: *Friedrich Adolph Nobert (1806–1881)*



1941) und Johannes Holtfreter (1901–1992).

*Sicherung und Bewahrung historischer und neuzeitlicher Mikroskope:* Da das Lichtmikroskopiezentrum der Universität Rostock überregional sehr bekannt ist, konnte dort auch eine größere Zahl von z.T. ungewöhnlichen, aber funktionalen Geräten zusammengetragen werden, die die Leitlinien der Mikroskopentwicklung dokumentieren. Es sind zurzeit etwa 100 Forschungsmikroskope aus der Zeit zwischen 1930 und 2000 vorhanden. Die besonders rasche Entwicklung der elektronischen Zusatzausrüstungen (Kameras, Bildverarbeitungsrechner, Speichermedien, Videostudio) hat dazu geführt, dass diese Geräte besonders schnell als „veraltet“ gelten und üblicherweise entsorgt wurden (→ Fig. 36). In unserem Zentrum wurden aber die wesentlichen Etappen der Entwicklung der mikroskopischen Bildverarbeitungstechnik seit 1970 bewahrt.

Die Erhaltung von Mikroskopen als epistemischen Objekten erscheint uns eine wichtige Pflicht für die Arbeit im Rahmen unserer Forschungsprojekte zur Analyse der Rolle der Abbildungen in der Biologie. „Forschung braucht Sammlungen“, so überschreibt auch der Vorsitzende des Wissenschaftsrates Wolfgang Marquardt einen Aufsatz über die Empfehlungen des Wissenschaftsrates von 2011, in dem es weiter heißt:

„Wissenschaftliche Sammlungen sind in vielen Fachgebieten eine essentielle Grundlage für die Forschung. Als Forschungsinfrastrukturen haben objektbasierte Sammlungen einen Stellenwert vergleichbar dem von Bibliotheken, Archiven und Datenbanken, und ihre Pflege und Erhaltung gehört als Infrastrukturleistung zu den Kernaufgaben wissenschaftlicher Einrichtungen, vor allem Hochschulen, die neben außeruniversitären Museen wichtige Träger von Sammlungen sind.“<sup>66</sup>

Das gut ausgestattete Lichtmikroskopiezentrum/Live Cell Imaging Center der Universität Rostock war die Grundlage für die Einwerbung umfangreicher Drittmittel zu zellbiologischen Themen, wie z. B. Zellsensorik, Biosystemtechnik oder Functional Life Science. In einer besonderen Studie soll daher die Rolle solcher Gerätezentren für die Profil- und Schwerpunktbildung am Beispiel der Universität Rostock untersucht werden (DFG-Innovationskolleg, Landes- und Universitäts-Forschungsschwerpunkt „Biosystemtechnik“, Profillinie Life Light and Matter, Vorbereitung zur Bundesexzellenzinitiative).

Die Geräte und Archivmaterialien sind zurzeit am Lehrstuhl für Tierphysiologie (Prof. emer. Dieter G. Weiss) untergebracht, können dort aber wegen der bevorstehenden Neubeset-

<sup>66</sup>Marquardt: *Wissenschaft braucht Sammlungen*



Fig. 36: Größere Mikroskope wie dieses Ultra-Mikrospektralphotometer UMSP I von Zeiss Oberkochen von 1962 wurden wahrscheinlich an allen anderen Orten „entsorgt“.  
(© D.G. Weiss)

zung des Lehrstuhls nicht bleiben. Es ist daher geplant, sie in Zusammenarbeit mit der Universität Rostock an einem geeigneten Ort in physischer und virtueller Form als „Science Center Verborgene Welten“ zugänglich zu machen. Das Dokumentationszentrum soll dann in dieses Wissenschaftszentrum eingliedert werden.

*Erstellung des Konzepts für ein Wissenschaftszentrum „Verborgene Welten“:* Unter Beteiligung des ZLWWG wird auf der Grundlage

der gesamten Breite epistemischer Materialien in Print-, Audio- und Videoform sowie der Färbemittel-, Präparate- und Gerätesammlung ein Konzept erstellt, um eine zentrale Stelle zur Dokumentation der Technikgeschichte der bildgebenden Verfahren in den Lebenswissenschaften zu schaffen. Zurzeit wird das Konzept erarbeitet, erste interaktive Stationen aufgebaut und erprobt sowie mit einem professionellen Ausstatter von Science Centers die Gründung vorbereitet.

*Beteiligte Wissenschaftler:*

Thomas Borowitz, Fynn Ole Engler, Thomas Hübner, Sergei A. Kuznetsov, Dieter G. Weiss; externe Partner: Jürgen Renn (Berlin), Christiane Groeben (Neapel)

*Gefördert durch:*

Exzellenz-Förderprogramm Mecklenburg-Vorpommern, Forschungsfonds Mecklenburg-Vorpommern

*Literatur:*

- Breidenmoser, T., Drack, M., Engler, F.O., Pohl, M. und Weiss, D.G.: *Transformation of Scientific Knowledge in Biology. Changes in our Understanding of the Living Cell through Microscopic Imaging*. In: *Preprint Series of the Max Planck Institute for the History of Science*. Berlin 2010. No. 408. S. 1–89.
- Engler, F.O. und Weiss D.G.: *Friedrich Adolph Nobert (1806–1881) – Ein Wegbereiter der modernen Mikroskopie*. In: Ernst-Abbe-Stiftung (Hrsg.): *Schatzkammer der Optik – Die Sammlungen des Optischen Museums Jena*. Jena 2013. S. 159–168
- Marquardt, W.: *Wissenschaft braucht Sammlungen – Die Entdeckung des Werts von Objekten als Forschungsinfrastrukturen*. In: *Forschung und Lehre*. (4) 2012. S. 268–269.
- Weiss, D.G.: *Das neue Bild der Zelle. Wechsel der Sichtweisen in der Zellbiologie durch neue Mikroskopieverfahren*. In: Liebsch, D. und Mößner, N. (Hrsg.): *Visualisierung und Erkenntnis – Bildverstehen und Bildverwenden in Natur- und Geisteswissenschaften*. Herbert von Halem Verlag. Köln 2012. S. 295–328.
- Weiss, D.G., Maile, W. and Wick, R.A.: *Chapter 8. Video Microscopy*. In: Lacey, A.J. (ed.): *Light Microscopy in Biology. A Practical Approach*. IRL Press. Oxford 1989. S. 221-278.

## Schwerpunktaufsätze

### **Der Philosophie in der Wissenschaft auf der Spur – Bemerkungen zur kritischen Edition der Schriften von Moritz Schlick**

von Hans Jürgen Wendel

Die philosophische Entwicklung im 20. Jahrhundert ist grundlegend durch die Strömung des logischen Empirismus geprägt worden, der in den zwanziger Jahren von Mitgliedern des „Wiener Kreises“ initiiert wurde. Der führende Kopf und Begründer des „Wiener Kreises“ war der Philosoph und Physiker Moritz Schlick (1882–1936), der in der Zeit von 1911 bis 1921 an der Rostocker Universität tätig war. Hier hatte er sich habilitiert und auch sein Hauptwerk, die *Allgemeine Erkenntnislehre* in dieser Zeit verfasst.

Als Begründer des „Wiener Kreises“ wird Schlick in der philosophischen Öffentlichkeit zumeist nur im Blick auf seine Wirksamkeit in der Wiener Zeit bewertet; die Werke und Positionen seiner frühen Jahre in Rostock werden demgegenüber gewöhnlich als Vorstufen betrachtet, die er später hinter sich gelassen habe. Diese Betrachtungsweise greift jedoch zu kurz. Ein Blick auf sein frühes Denken verdeutlicht, wie die Beschäftigung mit seinem Werk und seiner Entwicklung für die Entwicklung von Erkenntnis- und Wissenschaftstheo-

rie nach wie vor auch für uns heute fruchtbare Ergebnisse erwarten lässt.

*Erkenntnistheorie ist immer Reflexion der wissenschaftlichen Erkenntnis*

Die Beschäftigung mit den neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der Physik und der Mathematik veranlasste Schlick, Gedanken von Hermann von Helmholtz und Henri Poincaré aufgreifend, die Position von Kant zu verwerfen, wonach die Grundlagen der Mathematik und der Physik Newtons, die Kant als Inbegriff von Naturerkenntnis ansah, auf Vernunfteseinsichten, d. h. philosophischer Erkenntnis, beruhen. Im Resultat gelangte Schlick zu der, für den gesamten logischen Positivismus und die sich daraus entwickelnde analytische Philosophie prägenden, Einsicht, dass nur Sätze der Naturwissenschaft erkenntniserweiternd – synthetisch – sein könnten, während die Grundlagen der Mathematik und der Logik auf rein begrifflichen – analytischen – Zusammenhängen beruhen. Für die Philosophie bleibe damit nur noch eine explikative Erkenntnisaufgabe, nämlich die Voraussetzungen, die im Wege der wissenschaftlichen Erkenntnis und mittels wissenschaftlicher Theorien gemacht werden, zu klären. Später, in seiner Wiener Zeit, wollten Schlick und die anderen Mitglieder des „Wiener Kreises“ unter dem nachhaltigen Einfluss des Philosophen Ludwig Wittgenstein

die klärende Aufgabe der Philosophie auf die Aufklärung der logischen und begrifflichen Mittel empirischer Erkenntnis beschränken. Wissenschaftliche Erkenntnis sollte die einzige Form von Tatsachenerkenntnis darstellen.

Mit dieser grundsätzlichen Identifizierung von *naturwissenschaftlicher Erkenntnis* mit *Erkenntnis schlechthin* müssen sich Fragestellungen, die bislang als philosophische angesehen wurden, entweder als solche erweisen, die mit Mitteln der Naturwissenschaft oder Mathematik angegangen und gelöst werden können oder sie haben als Scheinprobleme zu gelten, die als solche enttarnt werden müssen.

Mit anderen Worten: Die Überzeugung von der Bedeutsamkeit der Erfahrung – insbesondere im Gegensatz zur Vernunft – für die Erkenntnis ist eine sehr weitreichende philosophische Hypothese, die zumeist nur stillschweigend als Voraussetzung in solche Überlegungen eingeht. Philosophisch daran ist also gerade dasjenige Moment, welches Erkenntnis mit wissenschaftlicher Erkenntnis identifiziert. Ein radikales Infragestellen philosophischer Erkenntnisansprüche gegenüber denen der empirischen Wissenschaft wirft jedoch immer schon, auch wenn es nicht bemerkt wird, zutiefst philosophische Probleme auf, die es gar nicht mehr beantworten kann. Es führt nämlich dazu, dass gar nicht mehr geklärt wer-

den kann, was empirische Erkenntnis eigentlich ist und welches deren Bedingungen und Grenzen sind.

Die Alternative zu einer philosophischen Verabsolutierung wissenschaftlicher Forschung ist jedoch nicht umgekehrt die Verabsolutierung philosophischer Spekulation und die Rückkehr zu einer reinen Erkenntnistheorie und spekulativen Naturphilosophie der Vergangenheit fernab der Wissenschaft. Die Alternative ist vielmehr eine Auffassung von der Erkenntnis, welche die Ergebnisse der Wissenschaft zwar ernst nimmt, den Blick auf deren Voraussetzungen richtet, sie reflektiert, aber nicht verabsolutiert.

Moritz Schlick hat interessanterweise gerade in seinen frühen Jahren in Rostock eine solche Reflexion wissenschaftlicher Ergebnisse auf ihre philosophischen Voraussetzungen hin betrieben. In seinem Hauptwerk, der *Allgemeinen Erkenntnistheorie* (1. Aufl. 1918), argumentiert er überzeugend für einen Empirismus, wobei er den Begriff des *Erkennens* scharf von dem des *Erlebens* abgrenzt, wodurch er sich gegenüber sensualistischen Interpretationen der Erfahrung, wie sie etwa der Philosoph und Physiker Ernst Mach, dessen Lehrstuhl er später in Wien übernimmt, vertreten hat, absetzt und eine realistische Perspektive der Ergebnisse der Wissenschaft möglich macht: Beim Erkennen komme es nicht auf einen Erlebnisge-

halt an, sondern auf eine eindeutige begriffliche Bestimmung einer Beziehung zwischen Gegenständen. Urteile, die eine Erkenntnis zum Ausdruck bringen, seien dementsprechend genau dann wahr, wenn die in ihnen ausgedrückte Beziehung zwischen Gegenständen einer Tatsache der subjektunabhängigen Wirklichkeit zugeordnet werden könne. Schließlich ist er der Auffassung, dass empirische Phänomene durch Gesetzesaussagen in raum-zeitlicher Form dargestellt werden müssten, denn nur dann erlauben sie Messungen und die Anwendung mathematischer Methoden. In der mathematischen Struktur der Gesetzmäßigkeiten der Natur sieht er das Grundgerüst ihrer empirischen Interpretation.

Dieses Instrumentarium seiner frühen Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie entwickelt Schlick in enger Tuchfühlung und Auseinandersetzung mit den Ergebnissen der Wissenschaft seiner Zeit – allen voran der theoretischen Physik, die für ihn Inbegriff und Vorbild einer exakten Naturwissenschaft darstellt. Bereits früh befasst er sich intensiv mit der Relativitätstheorie Einsteins, deren philosophische Bedeutung er, nach Einsteins eigenem Urteil, als erster in ihrer ganzen Tragweite erkannt hat. Es entwickelt sich bald ein reger Briefwechsel mit Einstein. Auch wenn dies nicht mehr zu recherchieren ist, hatte Schlick wahrscheinlich zumin-

dest Anteil am Zustandekommen der Verleihung der Ehrendoktorwürde an Einstein durch die Universität Rostock.

Schlick macht deutlich, warum er der Theorie Einsteins den Vorzug gibt gegenüber den physikalischen Auffassungen von Hendrik Antoon Lorentz, dessen Theorie im Grunde dieselbe mathematische Form wie die Einsteins hat: Albert Einstein lieferte die philosophisch einleuchtenderen Gründe. So überzeugte Schlick besonders die These Einsteins, dass in der Naturwissenschaft nur etwas wirklich Beobachtbares als Erklärungsgrund eingeführt werden dürfe. Bei gleicher Erfahrungsgrundlage und gleicher mathematischer Struktur müsse derjenigen philosophischen Deutung der Vorzug gegeben werden, die keine unbeobachtbaren Entitäten postuliere. Da Lorentz im Gegensatz zu Einstein durch die Annahme einer Bewegung von Körpern relativ zum Äther mit solchen unbeobachtbaren Entitäten operiert, müsse der Theorie Einsteins der Vorrang eingeräumt werden.

Dieses Beispiel verdeutlicht, wie Schlicks methodische Reflexion der Entwicklungen in den Wissenschaften immer wieder zeigt, dass philosophische Forschung im Grunde von Problemen und Resultaten der Wissenschaft ihren Impuls erhält. Dabei komme es darauf an, bei der philosophischen Analyse des Erkenntnisphä-

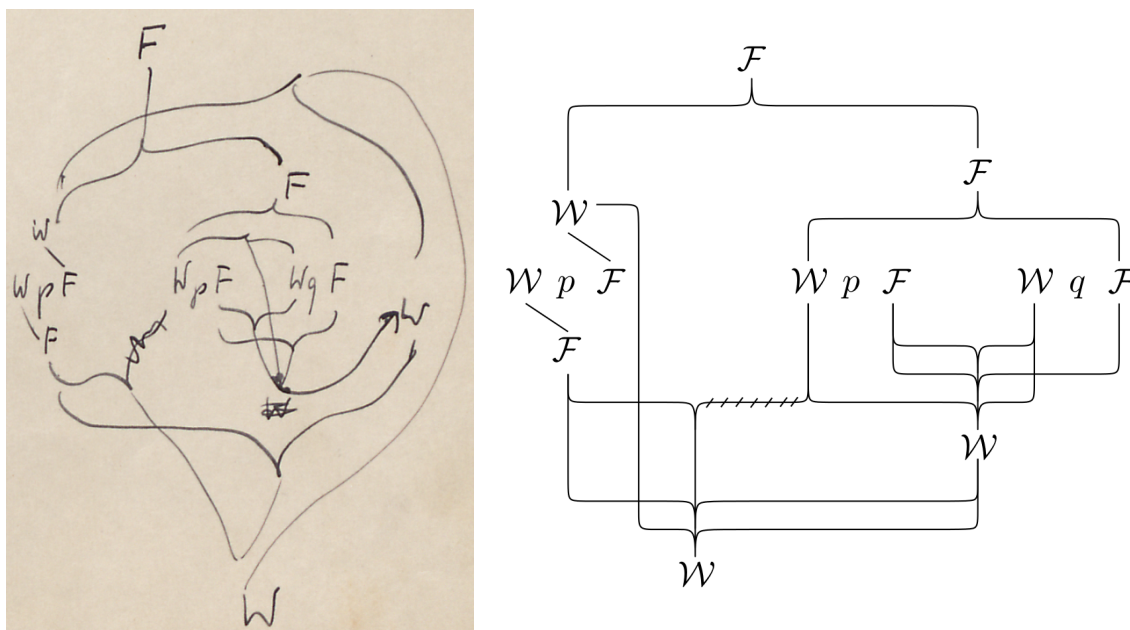
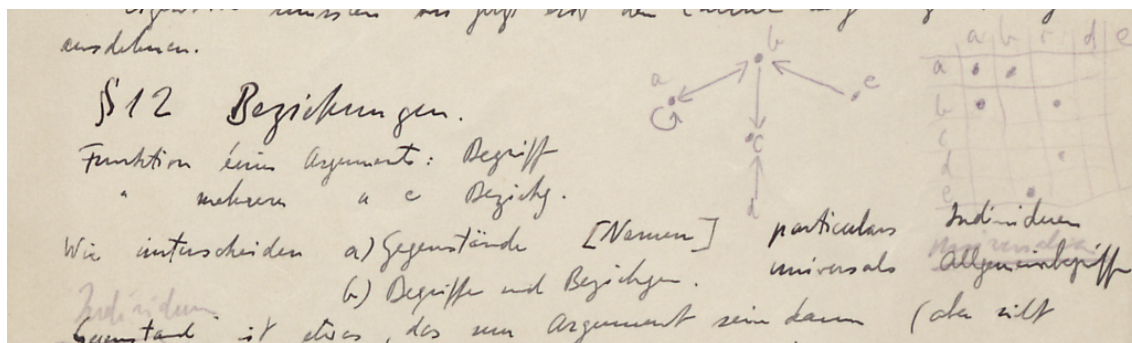


Fig. 37: Umsetzung einer Skizze für die Gesamtausgabe, in der sich Schlick mit der Aussagenlogik von Wittgensteins *Tractatus logico-philosophicus* befasst (© ZLWWG)

nomens methodische Strenge zu erreichen und zu versuchen, nur das „Minimum an Metaphysik“, also das Minimum an notwendigen vorempirischen Annahmen, zur Behandlung der auftauchenden Probleme herauszuarbeiten.

Wie der Naturwissenschaftler den Blick auf die Elemente der Natur richtet, um durch deren Kenntnis und deren Zusammenhang zum Verständnis des Ganzen zu gelangen, so richtet Schlick den Blick auf die Elemente der Naturerkenntnis, um deren Struktur auf den Grund zu gehen und so zu einem Verständnis der Natur der Erkenntnis zu kommen.

Er hat damit in der Erkenntnistheorie seiner frühen Jahre in Rostock konsequent die methodologische Haltung, die Ergebnisse der Wissenschaft kritisch zur Kenntnis zu nehmen und die Untersuchung der Erkenntnis als ein Gemeinschaftsprojekt von Philosophie und Wissenschaft anzugehen, in die Erkenntnistheorie eingeführt, ohne damit den Erkenntniswert philosophischer Annahmen explizit zu bestreiten. Es zeigt sich aber bereits hier eine Spannung, die dann schließlich zu einem strikten Empirismus unter dem Einfluss Ludwig Wittgensteins führt.



(65)

**§ 12 Beziehungen:**

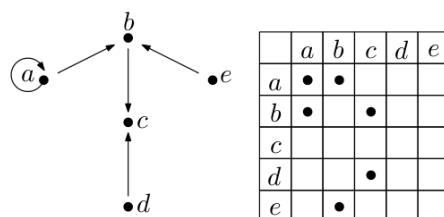
Funktion [mit] einem Argument: Begriff

Funktionen [mit] mehreren Argumenten: Beziehung

Wir unterscheiden:

- a) Gegenstände (Namen) particulars Individuen
- b) Begriffe und Beziehungen. universals Allgemeinbegriff

<sup>a</sup> (66)



a Mit Kopierstift am Rand

Fig. 38: Ausschnitt aus Schlicks logische Studien im Original und in der Gesamtausgabe (© ZLWWG)

Mittlerweile haben sich immer mehr Philosophen und philosophisch interessierte Wissenschaftler gemeinsam philosophischen Fragen, die durch die Entwicklung der Wissenschaften neu aufgeworfen werden, gewidmet. So wird etwa nach wie vor kontrovers über die inhaltliche Deutung des Formalismus der Quantentheorie diskutiert. Gerade die phi-

losophischen Fragen, die die Quantentheorie aufwirft, zeigen deutlich, dass diese nicht nur den umfassendsten Umbruch in der Physik darstellt, sondern seit ihrer Entstehung ungebrochen von genauso großem philosophischem Interesse ist. So wurde sie argumentativ immer wieder gegen den erkenntnistheoretischen Realismus, die Auffassung, dass wir in



unserer Erkenntnis eine Darstellung der subjektunabhängigen Wirklichkeit geben, ins Feld geführt und als Beleg für eine antirealistische, insbesondere instrumentalistische Deutung menschlicher Erkenntnis herangezogen. Auch das Ausmaß, in dem innerhalb der Physik etwa über kosmologische Fragen diskutiert – um nicht zu sagen spekuliert – wird, zeigt das Bedürfnis nach philosophischer Auslegung dessen, was die Wissenschaft an Neuem über die Welt bietet. Auch die biologischen Forschungen, insbesondere neuerdings in der Systembiologie, werfen neue wissenschaftstheoretisch bedeutsame Fragestellungen auf. Eine akzeptable Erkenntnistheorie wird daher solche Ergebnisse der Wissenschaften berücksichtigen, ohne zu ihr in Konkurrenz zu treten, wie umgekehrt Wissenschaft nicht einfach philosophische Reflexion ersetzen kann. Andererseits sollte es aber kein unkritisches philosophisches Verabsolutieren wissenschaftlicher Ergebnisse geben, was zu einer Philosophie führt, die nicht bemerken würde, dass sie Philosophie ist.

Es ist daher fruchtbar, im Einklang mit Schlick das Ziel erkenntnistheoretischer philosophischer Forschung darin zu sehen, diejenigen Prinzipien, die in allen Formen der Erkenntnisleistung, in der Erkenntnis der Natur und in der Untersuchung der Natur der Erkenntnis, vorausgesetzt werden, gewissermaßen mit dem Seziermes-

ser herauszupräparieren und als Voraussetzungen sichtbar zu machen. Die Wissenschaft bedarf nicht der philosophischen Anleitung für ihre Arbeit; aber wenn sich umgekehrt philosophische Fragen aus den Resultaten der wissenschaftlichen Praxis ergeben, so müssen sie doch als philosophische erkannt und behandelt werden, wenn sich wissenschaftliches Denken nicht philosophischen Fehldeutungen ausliefern will. Welchen Erkenntnisstatus philosophischen Überlegungen dabei beizumessen ist, ist nach wie vor ein wichtiger, kontrovers diskutierter Gegenstand philosophischer Diskussionen. Gerade das Schwanken Schlicks in dieser Frage und die mutmaßlichen Gründe dafür sind nach wie vor von sachlichem Interesse.

*Kritische Editionen: Der Blick in die Werkstatt*

Moritz Schlick ist geradezu ein Musterbeispiel dafür, wie leicht man auf philosophische Irrwege geraten kann. In seinen späteren Jahren, unter dem Einfluss Wittgensteins, radikalisiert er seine früheren Auffassungen und überbewertet den Erkenntnisanspruch der Wissenschaft zu Lasten der Philosophie. Aber gerade dies ist eine Entwicklung, die nachzuzeichnen und nachzuvollziehen sich lohnt, indem die Bruchstellen aufgesucht werden, die nicht nur ihn zu Übertreibungen verleiten. Die historische und biographische Betrachtung kann uns

hier Antworten auf Fragen geben, die uns auch heute noch philosophisch bewegen. Die Kritische Ausgabe der Schriften von Schlick lässt hier interessante Ergebnisse erwarten.

Bisher lag nur ein Teil des Werkes von Schlick veröffentlicht vor. Unveröffentlicht sind insbesondere der umfangreiche Briefwechsel mit den führenden Köpfen in Philosophie und Wissenschaft der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts, wie Albert Einstein, Ludwig Wittgenstein, Hans Vaihinger, Heinrich Scholz, Bertrand Russell, Max Planck, Max von Laue, Wolfgang Köhler, David Katz oder Max Born, in dem zu vielen der angesprochenen Fragen ausführlich Stellung genommen und diskutiert wird. Ebenfalls unveröffentlicht sind auch viele Kommentare Schlicks zu eigenen Veröffentlichungen sowie Manuskripte zu vielen Spezialfragen und Vorlesungskonzepte, die in vieler Hinsicht die Entwicklung seines Denkens, die Einflüsse denen er unterlag und die Art, wie er sie verarbeitete dokumentieren.

In der Philosophie spielt, anders als in den empirischen Wissenschaften, die Tradition deshalb eine so große Rolle, weil die einzigen Prüfinstanzen philosophischer Arbeit die Beurteilung von Argumenten im Hinblick auf ihre Gültigkeit und die Akzeptabilität ihrer Voraussetzungen sind. Um Gegensätze produktiv ausdiskutieren zu können, bedarf es daher ge-

nauer Kenntnis der Positionen und ihrer Implikationen, zumal es keine einheitliche, sachliche Problemstellung der Philosophie gibt, insofern Problemstellungen hier wesentlich durch Grundpositionen gelenkt sind. Die Differenzen zwischen Grundpositionen fordern immer wieder die Besinnung auf Probleme und Positionen heraus, für die gerade einzelne paradigmatische Denker als Bezugspunkte stehen. Die Verschiedenheit weckt gerade das Interesse an der Frage, wie es dazu kommt. Die Entwicklung des Denkens eines Philosophen wie Schlick nachzuvollziehen, heißt zugleich, in bestimmter Weise philosophieren zu lernen.

Kritische Werkeditionen machen nicht nur Unveröffentlichtes zugänglich, sie gewähren auch Einblick in die Entstehungszusammenhänge und Einflüsse, denen ein Autor ausgesetzt ist. Eine Kritische Edition gewährt gewissermaßen den Blick in die Werkstatt eines Autors und zeigt, im Rahmen welcher Problemsichten, unter Kenntnis und Unkenntnis welcher philosophischen und wissenschaftlichen Entwicklungen er seine Überlegungen weiterentwickelt und verändert, und schließlich Lösungen für Probleme konzipiert. Die Aktualität Schlicks ist darin zu sehen, dass er in seinen Stärken nach wie vor richtungsweisend ist, auf der anderen Seite die Fehlentwicklungen seines Denkens gewissermaßen Fehlentwicklungen

gen eines an sich fruchtbaren Ansatzes sind, die sich ihrer Art nach auch in der Gegenwart finden. Die nunmehr in Angriff genommene Nachlassedition wird es erlauben, die Veränderungen im Denken und die Gründe für die Spannung, die sich im Denken Schlicks im Verhältnis von Philosophie und Wissenschaft zeigt, nachzuvollziehen, zu beurteilen und damit auch für uns der Sache nach zur Klärung dieses Verhältnisses beizutragen.

## Literatur als codierte Philosophie? – Zur platonisierenden Allegorie in der Spätantike

von Wolfgang Bernard

Das Problem des Erkennens und das Problem des Kommunizierens sind in der Philosophie schon früh erkannt worden, thematisiert sind sie etwa bei Platon in der sogenannten „Schriftkritik“ im *Phaidros* (274–78) und in Bemerkungen in Platons 7. Brief (341b–c).<sup>67</sup> Stark vereinfacht kann man Platons Position so beschreiben: Sprache ist nur ein Zeichen, das auf einen erkannten Unterschied verweist (so dargelegt im Dialog *Kratylos*). Wenn man über etwas sprechen will, muss man daher vorgängig die Begriffe klären. So will z. B. im *Menon* der junge Menon mit Sokrates klären, ob Tugend lehrbar sei. Sokrates versucht vergeblich dagegen geltend zu machen, dass man erst einmal klären müsse, was man unter „Tugend“ verstehe, bevor man entscheiden könne, ob sie lehrbar sei.

Besonders bei philosophischen und theologischen Grundfragen kommt man, nach Platon, in der Bereich von nicht nur schwer erkennbaren, sondern auch nur grenzwertig mit Sprache adäquat wiederzugebenden Unterscheidungen. Platons *Parmenides* wird im spätantiken Platonismus theologisch interpretiert als ein Versuch,

<sup>67</sup>Die Echtheit dieses Briefes wird allerdings in der Forschung teilweise angezweifelt.



Fig. 39: William Adolphe Bouguereau: *Homer and his Guide*  
(© Milwaukee Art Museum)

Unsagbares indirekt doch zu sagen (so von Proklos und Damaskios in ihren Parmenideskommentaren und von letzterem in *De principiis*). Unabhängig davon, ob man dies für eine korrekte Platoninterpretation hält, haben diese Interpretationen zur Begründung der sogenannten *negativen Theologie* geführt, in der Negationen als Chiffre für ein Positives, das jenseits der Sagbarkeit liegt, verwendet werden. Insbesondere wird hier Gott als ein schlechthin Eines/Einer gesehen, an den man keinerlei Vielheit, auch keine relationale herantra-

gen darf. Er kann daher als vom Anderen, d. i. seiner Schöpfung, weder verschieden noch nicht verschieden, aber auch als mit dem Anderen (der Schöpfung) weder identisch noch nicht identisch gedacht werden, weil jeder dieser Gedanken Vielheit an das Eine herantrüge.

Auf der Ebene der ratio wäre hier ein Widerspruch zu konstatieren, aber im Sinne der negativen Theologie ist in dem Problem vielmehr ein Zeichen dafür zu sehen, dass man dabei ist, sich denkend dem Prinzip allen Erkennens, der letzten Voraussetzung, ja dem eigentlichen Urheber des Widerspruchsaxioms zu nähern. Unser menschliches Denken beruht auf dem unterscheidenden Erfassen einer sachlichen Einheit als das was sie ist, unterschieden von dem, was sie nicht ist. Wir denken jedes Erkannte als ein Definiertes (ὁρισμένον τι horisménon ti), als ein „Be-“ oder „Um-Grenz-tes“ (finis definire ὄρος ὁρίζω hóros horízo).

Ein schlechterdings und unteilbar Eines ist noch nicht „de-finier-t“ bzw. „de-finier-bar“, es ist vor der Unterscheidung eines Einen von einem anderen Einen und also vor Selbigkeit und Verschiedenheit. Auch ist es mit sich selbst nicht identisch, aber auch nicht von sich verschieden, weil völlig relationslos, so dass es auch zu sich selbst nicht in Relation gesetzt werden darf. Daraus resultiert Spracharmut: Positive Theologie stößt an Grenzen,

kann nur versuchen, mit Hilfe von Analogie aus Bekanntem zu extrapolieren, hin zu dem Unbekannten. Sagt man z. B. „Gott ist groß“, so muss dabei „groß“ anders verstanden werden als sonst. Wenn man sonst von etwas oder jemandem sagt, er, sie, es sei groß, meint man, er, sie, es überrage in einer bestimmten Hinsicht anderes. Groß ist also ein Relationsbegriff, das höchste Eine darf man aber gerade nicht in Relation zu etwas, auch nicht sich selbst, setzen. Mit „Gott ist groß“ ist gerade die Einzigartigkeit und Unvergleichlichkeit gemeint, ein Übertragen jenseits des Überragens, weil nichts genannt werden kann, das der Überragende überragt.

Positive Theologie muss also mit Sonderbedeutungen arbeiten und strapaziert so auf ihre Weise die Sprache nicht minder. Negative Theologie spricht Gott umgekehrt alles „Landläufige“ ab. Sie nimmt die Negation als Chiffre eines unsagbaren Positiven, kein Prädikat ist für Gott gut genug, jedes verletzt seine Relationslosigkeit und absolute Einheit. Positive und negative Theologie ergänzen sich, sind aber beide inadäquate Hilfsmittel, um von etwas zu sprechen, das sich als letzte Voraussetzung menschlichen Denkens und Unterscheidens dem direkten Zugriff menschlichen Erkennens entzieht. Ebenso richtig im Sinne des Platonismus, ja theologisch richtiger, wäre es zu sagen: Positive und negative Theologie ergänzen sich,

sind aber beide inadäquate Hilfsmittel, um von jemandem zu sprechen, der sich als letzter Urheber menschlichen Denkens und Unterscheidens dem direkten Zugriff des menschlichen Erkennens entzieht.

Ein Mangel oder eine Gefahr der positiven wie der negativen Theologie ist, im Sinne des Platonismus, dass die Abstraktheit des Sprechens zu einer Unterschätzung der Lebendigkeit und Personalität Gottes/des Göttlichen führen kann. Man muss deshalb von Gott/dem Göttlichen Geschichten erzählen, die das Aktive, Lebendige, Personale erkennbar machen. Dies birgt aber auch wieder eine Gefahr, nämlich die der Herabziehung in unsere Vorstellungswelt (anthropomorphe Darstellung des Göttlichen usw.); diesen Vorwurf erhebt in der Antike schon Xenophanes gegen Homer und Hesiod.

Innerhalb des Erzählens von Geschichten ( $\mu\upsilon\theta\omicron\iota$  *mýthoi*) über das Göttliche gibt es ein Analogon zu positiver und negativer Theologie. Man kann nämlich Geschichten erzählen, die dem Göttlichen ähnlich sind und solche, die ihm unähnlich sind und insoweit der negativen Theologie analog sind. Trotz der Gefahren solcher unangemessener Bilder lässt der spätantike Platonismus, der nicht bilderstürmerisch ist und auch, anders als das Judentum mit seiner strikten Ablehnung des „goldenen Kalbs“, Darstellung des Göttlichen erlaubt, ja

im Sinne einer Erleichterung des Aufstiegs für den Menschen sogar gutheißt, selbst unangemessene Bilder vom Göttlichen, trotz der Gefahr der Missdeutung, ausdrücklich zu. Er betrachtet das unähnliche Bild als Chance, Seiten des Göttlichen erkennbar zu machen, die abstrakte Argumentationen nicht klarmachen können. Dabei sind übrigens in einer Geschichte verwendete sprachliche Bilder völlig analog zu den konkreten Bildern zu sehen, die in Ritus und Gottesdienst verwendet werden. Systematisch betrachtet liegt hier kein Unterschied vor.

Um noch einmal anders anzusetzen: Ein Bild ist platonisch immer Bild von etwas in etwas anderem. Bild ist ein Relationsbegriff, es stellt etwas in etwas anderem dar, enthält also auf komplexe Weise Relationalität, einmal zum Dargestellten oder Gemeinten, von dem es ein Bild ist, andererseits durch sein Dargestelltsein in einem Medium. Gleichgültig, ob man von einem sprachlichen Bild, einem gemalten oder einem von einem Bildhauer hergestellten (usw.) Bild spricht, ein Bild bezieht sich platonisch am Ende immer auf die Ebene unseres Vorstellungsvermögens. Bei der vergleichenden Analyse von Bildern ist daher die Grundfrage immer: Wovon wird das Vorstellungsvermögen gestaltet und bestimmt? Und zwar

- a) das Vorstellungsvermögen des Produzenten eines Bildes

b) das Vorstellungsvermögen der Rezipienten eines Bildes.

Auf der Basis dieser Unterscheidung, die schon im 10. Buch von Platons *Politeia* angelegt ist, differenziert Proklos in seinem Kommentar zu Platons *Politeia* (1,177,4 ff.) zwischen drei Dichtungsarten (In RemP Comm I, 177,4 ff.). Stark vereinfacht dargestellt unterscheidet er zwischen „Vorstellungsdichtung“, „diskursiver Erkenntnisdichtung“ und „intellektiver Erkenntnisdichtung“.

„Vorstellungsdichtung“ beruht im schlimmsten Fall auf beliebigem Assoziieren, sie ist sachlich ungeordnet, d. h. wir finden rein subjektiv gewählte Bilder. Demgegenüber ist „diskursive Erkenntnisdichtung“ von richtigen Meinungen und guten Argumenten bestimmt. Sie ist insofern gleichsam „berechenbar“, weil sie nach Ähnlichkeit gewählte Bilder verwendet, die den gemeinten Sachverhalt recht adäquat wiedergeben. Die „intellektive Erkenntnisdichtung“ hingegen erfasst die Sacheinheit in höherer, nicht-diskursiver Weise. Sie benutzt auch unähnliche Bilder (ein Beispiel folgt gleich). Hier gilt: Analogie schlägt Ähnlichkeit. Man könnte hier von einer Ästhetik des Unähnlichen sprechen.

Proklos' Unterscheidung der drei Dichtungsarten geschieht nach den Erkenntnisvermögen, die der Dichter beim Dichten betätigt und die bei ihm die Vorstellungen ordnen, aber auch

nach den Vermögen, die der Dichter bei seinem Publikum anzielt.

Ein Beispiel für „Vorstellungsdichtung“ in ihrer schlechtesten Form wäre eine reine „Phantasiegeschichte“, von der Art wie schlechte Kindergeschichten oder auch Romane sind. Die Bilder folgen auf eine beliebige, in nichts notwendige Weise. Ein Häschen verirrt sich im Wald, bekommt Angst, gerade als es sich verstecken will, taucht ein freundlicher alter Igel auf und so weiter und so weiter. Der Hase ist nur gewählt, weil Kinder Hasen niedlich finden, der freundliche alte Igel könnte ebensogut ein anderes Tier sein. Und nach dem großen Erfolg des ersten Bandes wird sich der Hase im zweiten sicher nicht im Wald verirren, sondern woanders, z.B. in der Stadt, wo er dann einem schlauen Kater begegnet.

Ein Beispiel für „diskursive Erkenntnisdichtung“ wäre etwa eine „moralisierende Geschichte“. Ein Häschen verirrt sich im Wald, bekommt Angst, gerade als es sich verstecken will, taucht ein sehr freundlicher Fuchs auf. Er bietet an, das Häschen sicher wieder zu seinen Eltern zurückzubringen. Der Weg führt dann aber immer weiter in den dunklen Wald hinein. Gerade noch rechtzeitig schöpft das Häschen Verdacht und läuft in einem unbeobachteten Moment davon. Diese Geschichte hat weniger Beliebbarkeit, weil hier Kinder davor gewarnt werden sollen, mit

Fremden mitzugehen. Der Held dieser Geschichte muss ein relativ schwaches, schutzloses, kleines Wesen sein, weil er einem Kind ähneln muss. Umgekehrt muss der sich freundlich gebende Fremde schlau und gefährlich sein, so dass ein Fuchs passt. Die Figuren und Umstände der Geschichte sind aufgrund ihrer Ähnlichkeit zum Gemeinten gewählt.

Für die „intellektive Erkenntnisdichtung“, die kraft Analogie auf eine Ästhetik des Unähnlichen setzt, ist als Beispiel eine „skandalöse Geschichte“ zu nehmen. Bleiben wir bei einem Beispiel, das Proklos selbst verwendet, es sei aber angemerkt, dass dieses aus Homer gezogene Beispiel heute nicht mehr so interpretiert wird wie im 5. Jhd. n. Chr. von Proklos. In Homers Odyssee (8,266 ff.) wird die Geschichte vom Ehebruch des Ares und der Aphrodite erzählt. Ares schläft mit Aphrodite heimlich vor Hephaist, der gemäß dem Willen des Zeus ihr eigentlicher Ehemann ist. Helios beobachtet das und teilt es Hephaist mit. Dieser schmiedet unsichtbare Bande, die sich, als das Paar sich das nächste Mal aufs Lager begibt, um beide legen. Die hinzutretenden Götter lachen, Poseidon bittet aber Hephaist, die Bande zu lösen, was dieser auch tut. Mindestens Ares und Aphrodite verhalten sich in dieser Geschichte moralisch zweifelhaft, die ganze Erzählung wirkt anthropomorph und dem Göttlichen unange-

messen. Nimmt man sie, wie wohl die meisten Römer und wir heute, mythologisch, so mag das angehen, aber wenn man die Beteiligten in vollem theologischen Sinn als Götter betrachtet, dann ist die Geschichte skandalös. Das Skandalon liegt hierbei darin, dass die vorkommenden Personen ja Götter sind. Das Göttliche ist aber, wie Platon in der *Politeia* erstmals klar dargelegt hat, gut und nur Ursache von Gutem, so etwas wie Ehebruch liegt ihm fern. Von Göttern dergleichen zu erzählen ist also theologisch anstößig. In seinem *Politeia*-kommentar bietet Proklos aber (In RemP I, 141 ff. ) eine Interpretation der Geschichte an, die das Skandalöse aufhebt.

Nach seiner Deutung sind Ares und Hephaist an der irdischen Schöpfung beteiligte Götter, ebenso Aphrodite, Poseidon und Helios, jeder hat aber unterschiedliche Funktionen in der Schöpfung: Ares ist ein Zerteiler, Hephaist ist der Schöpfer wahrnehmbarer Ordnung, Aphrodite verleiht dem Wahrnehmbaren Schönheit und Liebreiz, Poseidon hält den Kreislauf des Werdens aufrecht und Helios überwacht das Werden. Aus diesem Grunde ist Aphrodite nach dem Willen des Zeus mit Hephaist vermählt, weil der das Wahrnehmbare ordnende Gott Hephaist der ständigen Mitarbeit der Herrin der Schönheit Aphrodite bedarf. Ares hingegen benötigt Aphrodite, um seiner zerteilenden,





Fig. 40: Lovis Corinth: *Das homerische Gelächter* (© Bayerische Staatsgemaldesammlungen München)

auflösenden Tätigkeit eine Grenze zu setzen, insofern ist die Zusammenarbeit zweier so entgegengesetzter Wesen, die man so nicht erwarten würde, einem Ehebruch vergleichbar. In Wahrheit ist aber auch diese Zusammenarbeit Teil der Schöpfungsordnung, weswegen die beiden von Hephaist, dem Hauptordner, zusammengebunden werden, der durch Helios, dem Aufseher der Schöpfung, davon weiß. Poseidon als der, der den Zyklus des Werdens in Gang hält, sorgt

für die Auflösung dieses Bandes. So interpretiert, erklären sich die Bilder in dieser Geschichte und ihre Reihenfolge ebenfalls aus der Sache, aber in anderer Weise als bei der diskursiven Erkenntnisdichtung. Die Bilder sind nicht direkt entschlüsselbar, sondern nur, wenn man eine Analogie zu etwas dem Bild Unähnlichen erkennt. Nur wenn man im Ehebruch ein Analogon zu der gemeinsamen Aktivität zweier Wesen, die auf den ersten Blick nicht zusammengehören, erkennt, versteht

man die Geschichte richtig. Verheiratet sein nach dem Willen des Zeus bedeutet demgegenüber das gemeinsame Leben und Agieren zweier sich schon auf den ersten Blick nahestehender Wesen. Nicht nur der Dichter, auch der ihn verstehende Leser muss seinen Intellekt betätigen, um das „skandalöse“ Bild richtig zu verstehen, wer auf der Vorstellungsebene stehenbleibt, dem bleibt nichts als der Skandal.

Die dabei von den Platonikern verwendete Interpretationsmethode ist die komplementäre oder dihairretische Allegorese. Diese ist zu unterscheiden von der substitutiven Allegorese der Stoiker. Bei ihnen bedeutet die eben skizzierte Geschichte: das Feuer (Hephaist) verfertigt mit Hilfe der Schönheit (Aphrodite) eiserne Gegenstände (Ares).

Methodische Merkmale der komplementären/dihairretischen Allegorese der Platoniker sind:

- Umsetzung des Nacheinanders einer Geschichte in ein zeitloses Zugleich
- die Personalität der Handelnden bleibt erhalten
- Möglichkeit mehrerer Sinnebenen
- zur Ermittlung des Sinns werden präzise Analogien zu in der erzählten Geschichte enthaltenen Fakten, Relationen usw. hergestellt.

Um abschließend das Gesagte im Blick auf das Thema der Reihe zusammenzufassen: Die komplementär-

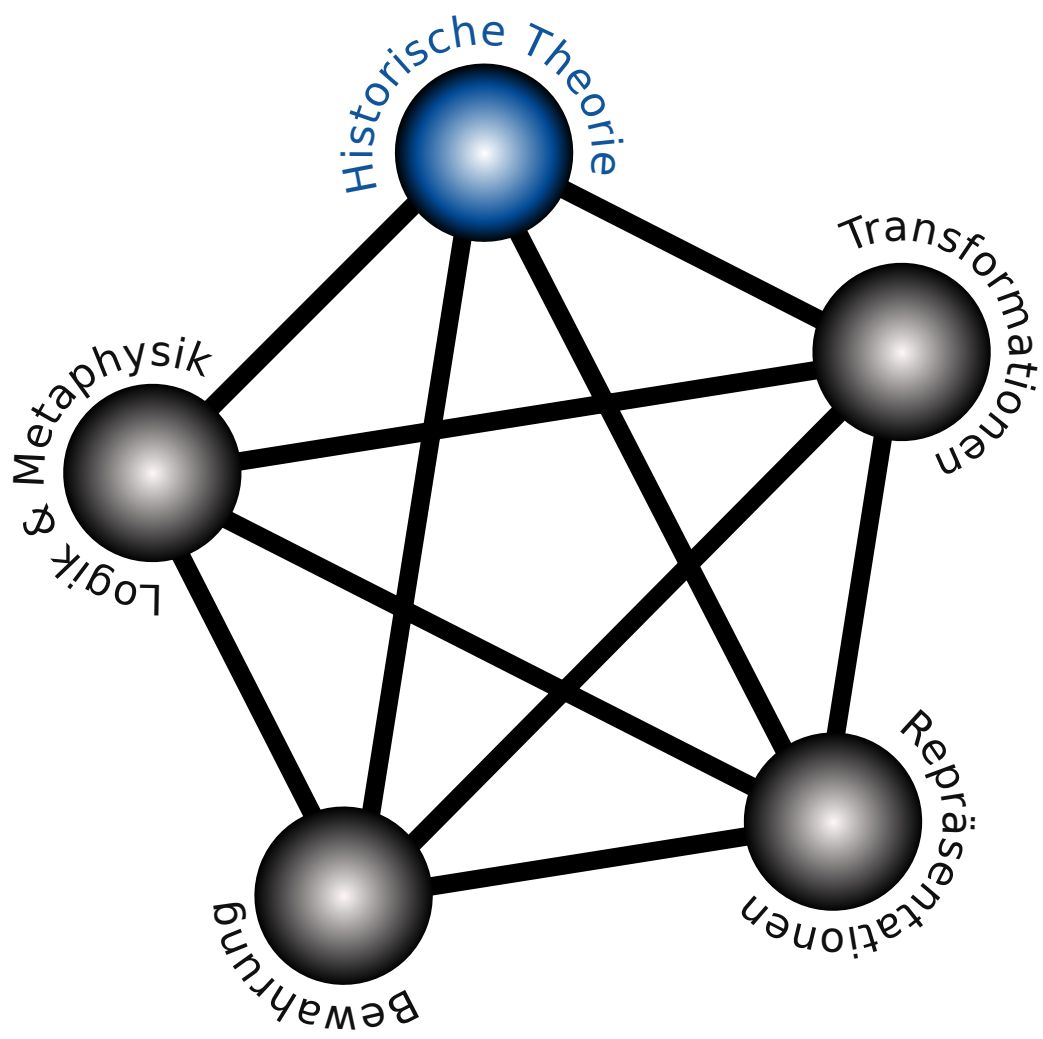
dihairretische Allegorese der spätantiken Platoniker beruht auf einer Theorie, die unterschiedliche Weisen unterscheidet, wie die Vorstellung eines Dichters beim Erzeugen von Vorstellungsketten bzw. Bilderketten geleitet werden kann. Insbesondere bei der diskursiven und der intellektiven Erkenntnisdichtung ist dabei Literatur als von (philosophischer) Erkenntnis geleitete und gestaltete Bilderkette aufgefasst. Die Gestaltung reicht vom, ob seiner Ähnlichkeit gewählten, Bild (analog der positiven Theologie) bis hin zum, der Funktion der Negation in der negativen Theologie entsprechenden, Einsatz des offensichtlich unangemessenen Bildes (Götter begehen Ehebruch), das durch indirekte Analogie auf etwas verweist, das, als abstrakte Einsicht formuliert, nicht dieselbe Verständlichkeit gewinnt. Der Gedanke einer anagogischen Wirkung von Bildern, die, wenn sie von einem Wissenden auf wissende Weise verwendet werden, auch beim Rezipienten auf eine verstehende Haltung stoßen, ist außer in Platons *Politeia* auch in seinem *Symposion* (211 ff.) in der berühmten Diotima-Rede, entwickelt, in der die Möglichkeit eines Aufstiegs von den schönen Körpern über viele Zwischenstufen zum Schönen selbst beschrieben ist. Die untersten Stufen sind dabei von Wahrnehmung und Vorstellung bestimmt. Der Mensch beginnt also nie im Intellekt, sondern muss erst aus der Vor-

stellungswelt herausgeführt werden. Bilder, die über sich hinaus verweisen, gelten hierfür als probates Mittel. In seiner Interpretation von Platons *Phaidros* sagt Plotin (περὶ τοῦ καλοῦ *perì tou̇ kaloû* „Über das Schöne“ 1,6,8):

„Denn wenn man das Schöne (pl.) in den Körpern sieht, darf man nicht darauf zulaufen, sondern man muss in der Erkenntnis, dass es Bilder, Spuren und Schatten sind, zu jenem seine Zuflucht nehmen, wovon dies (pl.) Bilder sind. Wenn man nämlich hinzuliege in dem Wunsch, es zu packen als ein wahres, wie wenn ein schönes Abbild (εἶδωλον *éidolon*) auf dem Wasser aufgetragen wäre und der, der es packen wollte, wie wohl eine Geschichte, so will mir scheinen, verrätselnd erzählt, tief hinab in den Strom tauchte und verschwand (ἀφανῆς ἐγένετο *aphanès egéneto*), auf dieselbe Weise wird der, der sich an die schönen Körper hält und nicht von ihnen ablässt, nicht mit dem Körper, sondern mit der Seele in dunkle und für das Denken unerfreuliche Tiefen hinabtauchen, da wird er blind im Hades wohnen und sowohl hier wie dort mit Schatten zusammensein.“

Derjenige, der ein Bild nicht als Bild erkennt, wird hier mit Narziss verglichen, der sein eigenes Bild weder als Bild noch als Bild seiner selbst erkennt und durch dieses Nichterkennen umkommt. Die Analogie Plotins beruht auf der Überzeugung, dass es

gerade Seelen sind, die Bilder herstellen und dass mithin ein Mensch, der ein Bild nicht als Bild erkennt, eine Seele ist, die ihre eigene Aktivität nicht mehr erkennt. Speziell auf das literarische Bild bezogen, können wir also abschließend sagen: Wir finden hier keine rationalistische Verkürzung des Literarischen, sondern der Literatur wird von der platonischen Philosophie ausdrücklich die Fähigkeit zuerkannt, Einsichten wirklich verständlich und lebenswirksam zu machen, die in argumentativer Darlegung abstrakt bleiben. Der jahrhundertelange Streit zwischen Dichtung und Philosophie bei den Griechen, wer denn der bessere Lehrer der Menschen sei, findet hier also eine überraschend salomonische Lösung.



# Historische Theorie des Wissens

## Fokus der Forschung

Wissen ist wahre, gerechtfertigte Meinung.<sup>68</sup> Diese Definition ist zwar 2400 Jahre alt, aber nicht veraltet. Das heißt aber auch nicht, dass die Theorie des Wissens seit Platon keinen Schritt nach vorne getan hätte. Platon hat mit Bedacht die Dialogform gewählt. Er war nämlich skeptisch gegenüber dem geschriebenen Text, da hier kein Geben und Nehmen von Begründung und Erwiderung möglich ist. Aber genau auf dieses Geben und Nehmen kommt es bei der Rechtfertigung von Wissen an. Es reicht nicht, die Wahrheit zu glauben, um zu wissen, denn wir könnten zufällig Wahres glauben. Wir könnten z. B. glauben, dass der Mount Everest dereinst mit Palmen bewachsen sein wird. Vielleicht trifft das sogar zu, aber erst dadurch, dass wir Gründe dafür geben und bereit sind, diese gegen Einwände zu verteidigen – oder kurz: Uns zu rechtferti-

gen – wird aus einer womöglich zufällig wahren Meinung Wissen.

Was wir als Begründung akzeptieren, hängt durchaus vom historischen Kontext ab. Die Durchführbarkeit einer mathematischen Konstruktion als anschauliche Zeichnung war z. B. lange ein ausreichender Grund für Mathematiker, geometrische Sätze als begründet anzunehmen. Heute akzeptieren Mathematiker nur noch logisch gültige Schlüsse als einziges Beweismittel. Die Anschauung schließen sie aus. Aber selbst hierbei herrscht keine Einigkeit. Intuitionistische Mathematiker akzeptieren den indirekten Beweis nicht, auch wenn dieser nur mit gültigen Schlussfolgerungen auskommt. Platons Definition lässt also immer noch Raum für eine Theorie des Wissens, die historische und soziale Zusammenhänge berücksichtigt. Die Transformation von Wissen kann als Veränderung dessen, was wir als Rechtfertigung zulassen, aufge-

---

<sup>68</sup>Platon: *Theaitetos*, 201a–d

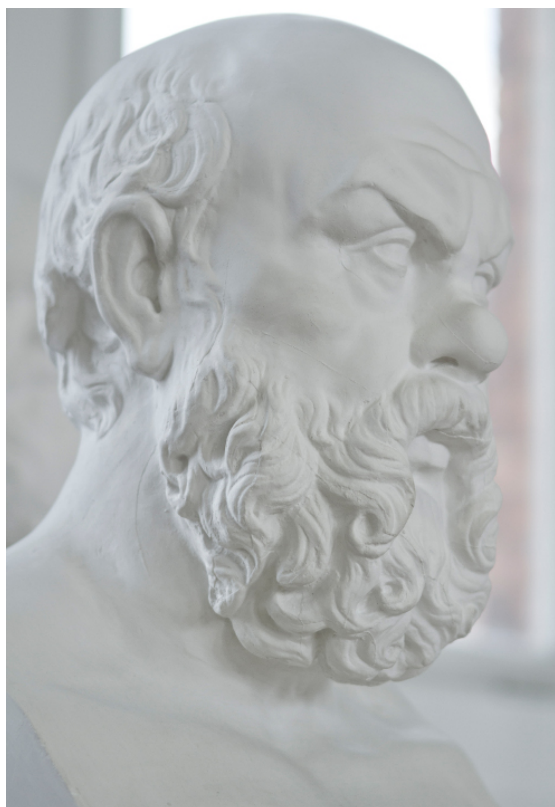


Fig. 41: Büste des Sokrates aus der Gipsabdrucksammlung des Heinrich-Schliemann-Instituts der Universität Rostock (© Ch. Hildebrandt)

fasst werden.<sup>69</sup>

Dass Wissen wahre, gerechtfertigte Meinung ist, wird von Platon zudem nicht als Dogma aufgestellt, sondern es ist der dritte Versuch des Theaitetos, zu sagen, was Wissen ist. Sokrates kritisiert auch diesen Vorschlag. Denn weder Theaitetos noch Sokrates vermögen anzugeben, was genau Rechtfertigung ist. Dass Wissen wahre gerechtfertigte Meinung ist, bedarf also selbst wieder einer Rechtferti-

gung. Es ist einer der tollsten Punkten in den platonischen Dialogen, dass Sokrates und Theaitetos diese Definition gegen sie selbst wenden, wenn sie eine Rechtfertigung dafür verlangen, dass Wissen wahre gerechtfertigte Meinung ist.

Was in einer Disziplin eine Rechtfertigung eines Lehrsatzes ist, kann nicht mit den Mitteln dieser Disziplin gerechtfertigt werden. Denn z. B. der Mathematiker müsste dann mathematisch beweisen, dass seine Beweise richtig bewiesen sind. Das wäre, als ob nur mit der Addition berechnet werden sollte, ob die Addition ein korrektes Rechenverfahren ist. Wer sich fragt, was in seiner Disziplin als Rechtfertigung zugelassen wird, stellt sich eine philosophische Frage, die über sein Fach hinausgeht. Deswegen gibt es das ZLWWG. Oder etwas überspitzt: Das ZLWWG verdankt seine Existenz dem offenen Ausgang von Platons *Theaitetos*.

## Projekte

### Historische Epistemologie

Am Anfang des 20. Jahrhunderts gab es ein enges Wechselverhältnis zwischen den Revolutionen in der Physik und den Umbrüchen in der Philosophie. Wissenschaftler-Philosophen wie Moritz Schlick und Physiker wie Albert Einstein standen in direktem

<sup>69</sup>*Transformationen des Wissens* → S. 17



Fig. 42: Drei Büsten des Platon aus der Gipsabdrucksammlung des Heinrich-Schliemann-Instituts der Universität Rostock (© Ch. Hildebrandt)

Austausch über die kritischen Momente beider Entwicklungen und deren Zusammenhänge.

Das Forschungsvorhaben will untersuchen, ob sich dieser Austausch einer einmaligen historischen Konstellation verdankte oder Teil einer noch heute wirksamen intellektuellen Verbindung zwischen Wissenschaft und Philosophie ist. Sind die damals begonnenen Revolutionen heute abgeschlossen? Was genau verbirgt sich hinter den Umbrüchen in der Philosophie im Ergebnis der wissenschaftlichen Revolutionen? Ist die moderne Physik dabei tatsächlich al-

lein ausschlaggebend gewesen für eine Neuausrichtung in der Philosophie? Um diesen Fragen nachzugehen, wird nicht nur ihr wissenschafts- und kulturhistorischer Kontext näher beleuchtet, sondern es wird auch untersucht, was die spätere Rezeption der Begegnung zwischen Physik und Philosophie ausgeblendet hat, insbesondere die wichtige Rolle der experimentellen Psychologie. Vor diesem Hintergrund eröffnen sich neue Perspektiven für eine historische Epistemologie als einer historischen Theorie des Wissens.

*Beteiligte Wissenschaftler:*

Olaf Engler, Kooperationspartner: Jürgen Renn (MPIWG Berlin)

*Literatur:*

- Engler, F.O. und Renn, J.: *Wissenschaftliche Philosophie, moderne Wissenschaft und Historische Epistemologie*. In: *Preprint Series of the Max Planck Institute for the History of Science*. No. 400. Berlin 2013. S. 106.

## Realismus und Relativismus

Die These, dass Wissen eine Kulturleistung sei, provoziert immer wieder solche Fragen wie „Hätte ein Wissen, das aus einer gegebenen Kultur stammt, auch von einer anderen Kultur hervorgebracht werden können?“ und „Kann Wissen, das aus einer gegebenen Kultur stammt, auch in anderen Kulturen als Wissen Bestand haben?“ Die in solchen Kontexten stets aufs neue aufgeworfenen, klärungsbedürftigen Fragen sind: Können in andersgearteten kulturellen und historischen Kontexten unterschiedliche Formen von Wissen und Wissenschaft entwickelt werden und welches ist dabei der Anteil des jeweils Kulturellen bzw. Historischen an diesen Unterschieden? Gibt es grundlegende Gemeinsamkeiten, kulturunabhängige Standards, Bedingungen und Voraussetzungen wissenschaftlichen Wissens, die alle Formen von Wissen und Wissenschaft teilen oder nicht?

Der Relativismus hat Philosophen, Historiker, Kulturwissenschaftler und

Soziologen immer wieder in seinen Bann gezogen, da er doch zu erlauben scheint, die Vielfalt und Verschiedenheit der Überzeugungen über die Beschaffenheit der Wirklichkeit zu erklären. Je nachdem, was dabei als prägend erachtet wird – das Individuum, ein Zeitalter, die Sprache oder der Horizont von Überzeugungen einer sozio-kulturelle Gemeinschaft – wird die dadurch gegebene Vielfalt verschiedener Ansichten herangezogen, um die Möglichkeit objektiver Gegenstände des Wissens in Zweifel zu ziehen. Stimmt es nicht, dass das, was dem einen warm erscheint, dem anderen kalt vorkommt? Erscheint nicht das, was für den im mittelalterlichen Weltbild befangenen Menschen Gültigkeit besitzt, dem Denker der Neuzeit schon als unsinnig? Oder besitzt das, was im bürgerlichen Denken zutreffend zu sein scheint, vom proletarischen Klassenstandpunkt aus vielleicht keinerlei Wahrheit mehr? Ist das, was in der Sprache der Hopi Wahrheit beanspruchen kann, in der unsrigen nicht vielleicht barer Unsinn?

So gesehen, scheinen Wahrheit und Erkenntnis mit dem Kontext zu variieren, in dem Aussagen gemacht werden. Dieser Wahrheitsrelativismus, also die Lehre, dass die Wahrheit im Hinblick auf die Beziehung zu Personen, Gruppen oder bestimmten anderen Kontexten, in denen Aussagen gemacht werden, zu variieren vermag,



gewinnt immer wieder neues Ansehen.

Je nachdem, ob wir die Auffassung vertreten, kulturübergreifend klären zu können, was Wissen charakterisiert und demnach kulturell verschiedene Wissensformen auf ihren Wissenscharakter hin beurteilen zu können oder ob wir der Auffassung sind, dass bereits der Begriff des Wissens nur kulturimmanent zu bestimmen sei, nehmen wir einen erkenntnistheoretisch realistische oder relativistische Position zum Gegenstand von Wissen und Wahrheit ein. Gründe hierfür finden wir in der unterschiedlichen Einschätzung der menschlichen Erkenntnissituation. Nach Ansicht der Anhänger relativistischer Positionen setzten kulturelle Rahmenbedingungen fest, was als Wissen anerkannt wird oder darüber hinaus auch, was Wissen ist. Von Anhängern eher realistischer Positionen wird hingegen die Auffassung vertreten, dass es kulturunabhängige Standards des Wissens gibt. Anhand des im Rahmen der verschiedenen Projekte diskutierten wissenschaftshistorischen Materials sollen die aufgeworfenen Fragen auf ihre wissenschaftstheoretischen Implikationen hin genauer untersucht und beantwortet werden.<sup>70</sup>

*Beteiligte Wissenschaftler:*

Olaf Engler, Hans Jürgen Wendel

*Literatur:*

- Wendel, H. J.: *Moderner Relativismus*. Mohr Siebeck Verlag. Tübingen 1990.
- Engler, F. O.: *Realismus und Wissenschaft*. Mohr Siebeck Verlag. Tübingen 2008.

## Physik und Biologie

Wenngleich die wissenschaftstheoretische und wissenschaftshistorische Beschäftigung mit den Lebenswissenschaften gegenüber der Beschäftigung mit der Physik mittlerweile deutlich zugenommen hat, orientiert sich die Wissenschaftstheorie, insbesondere die Methodologie, bis in die neueste Forschung hinein im Wesentlichen an der modernen Physik als Leitwissenschaft und hier im Besonderen an den revolutionären Umbrüchen, die durch die Relativitäts- und die Quantentheorie am Anfang des 20. Jahrhunderts ausgelöst wurden. Da die Lebenswissenschaften in diesen Debatten bislang nur wenig Beachtung fanden – auch einschlägige Studien bleiben auf die Beschreibung und Auswertung interner, und damit als wissenschaftsspezifisch erachteter, Aspekte und Strategien beschränkt – fehlt bis heute ein umfassender und überzeugender Ansatz zur historischen Rekonstruktion und methodologischen Beurteilung der langfristigen Entwicklungen in den Lebenswissenschaften, der mit den etablierten Ansätzen zur Physik vergleichbar wäre. Ein umfassender methodologischer Vergleich zwischen den

<sup>70</sup>Siehe auch die Projekte unter *Transformation des Wissens*

Lebenswissenschaften und der Physik betrifft, unter Berücksichtigung der langfristigen Entwicklungen beider Disziplinen seit der Antike, die folgenden Punkte:

- Vergleich der allgemeinen Strukturen wissenschaftlicher Theorien als Gegenüberstellung der Entwicklung universeller Naturgesetze in der Physik und der Beschreibung spezifischer Mechanismen und der Verwendung von speziellen Konzepten in den Lebenswissenschaften
- Forschungen zu kausalen Erklärungen in der Physik im Unterschied zu funktionalen und zweckgeleiteten Erklärungen in den Lebenswissenschaften
- Untersuchungen zur Anwendung mathematischer Methoden und abstrakter Modellbildungen in den Lebenswissenschaften (insbesondere der Systembiologie) und der Physik
- Forschungen zur Komplexität physikalischer und biologischer Systeme, das Problem emergenter Eigenschaften. Lassen sich neue Konzepte genügend scharf definieren, damit sie auch Eingang in die moderne Physik finden?
- Paradigmenwechsel, etwa bezüglich der Isolation eines Systems von seiner Umgebung und der prinzipiell immer vorhandenen Kopplung von System und Umgebung (z.B. Phänomen der Dekohärenz

in der Quantenphysik sowie der Verschränkung von Quantenzuständen), Eigenständigkeit der Lebenswissenschaften gegenüber reduktionistischen Tendenzen, welche die Konzepte der Lebenswissenschaften auf physikalische Gesetze zurückführen wollen

- Untersuchungen zur Rolle und Bedeutung des Experiments und der experimentellen Praktiken in den Lebenswissenschaften und der Physik, historische Analyse, inwiefern die Forschungen in der Physik und den Lebenswissenschaften eher theorie-, konzept- oder objektbestimmt sind (Fallbeispiele aus der modernen Physik und der Zellbiologie, Neurobiologie, Systembiologie und Evolutionsbiologie) sowie Rekonstruktion und Beurteilung der langfristigen Ausdifferenzierung unterschiedlicher Methoden in den Lebenswissenschaften und der Physik.

*Beteiligte Wissenschaftler:*

Wolfgang Bernard, Olaf Engler, Bertram Kienzle, Stefan Richter, Heinrich Stolz, Dieter G. Weiss

## Schwerpunktaufsätze

### Erkenntnisfortschritt

von Bertram Kienzle

Was ist eigentlich Erkenntnisfortschritt? Und wie ist er möglich? Wächst unser Wissen wie ein Schneeball, indem sich immer mehr von demselben um dasselbe herum anlagert? Gibt es daneben auch so etwas wie Erkenntnisrückschritte bzw. -rückschläge? Indes, ist es wirklich denkbar, dass man Wissen zurücknehmen muss? Wissen ist doch wahre, gerechtfertigte Meinung! Wieso sollte man Wahrheit zurücknehmen müssen? Hat Erkenntnisfortschritt nur etwas mit Rechtfertigung zu tun? Um diese Fragen zu beantworten, müssen wir uns zunächst über das, was Wissen ist, verständigen. Seit den Tagen Platons gilt Wissen als wahre Meinung, die gerechtfertigt ist. Edmund Gettier hat dieser sog. Standardanalyse die folgende Gestalt gegeben:<sup>71</sup>

#### Schema (a):

*S* weiß, dass *p*, gdw.:

- (1) *p* ist wahr,
- (2) *S* glaubt, dass *p*,
- (3) *S* glaubt gerechtfertigterweise, dass *p*.

Dieses Schema hat er dann mit zwei ausgeklügelten Argumenten angegriffen, die uns geradewegs ins Zen-

trum der Frage nach der Möglichkeit von Erkenntnisfortschritt führen. Gettier hat Recht, wenn er herausstreicht, dass man durchaus darin gerechtfertigt sein kann, etwas zu glauben, was in Wirklichkeit falsch ist. Weil das so ist, muss man sich hüten, eine Meinung, die man vor sich selbst gerechtfertigt hat oder doch rechtfertigen könnte, auch vor einem Dritten für gerechtfertigt zu halten, solange man es nicht mit ihm aufgenommen hat. Im Lichte dieser Überlegung entpuppt sich Wissen als etwas, das zu einem intellektuellen Kampfspiel gehört. Wissen, so könnten wir sagen, ist der Preis, um den es dabei geht.

Wer diese Konzeption von Wissen teilt, hat eingesehen, dass es bei der Rechtfertigung einer Meinung nicht nur darauf ankommt, was man für sie vorbringen kann, sondern auch, gegenüber wem man es tut. Rechtfertigen ist ein Sprachspiel, das man eben nicht nur allein, sondern auch mit anderen spielen kann. Das deutsche „Rede und Antwort stehen“ bringt dies nur unvollkommen zum Ausdruck. Es suggeriert eine einseitige Vernehmung, während doch Rechtfertigen kein ein-, sondern ein vielseitiges, multilaterales Sprachspiel ist. Wenn wir von jemandem Rechenschaft für seine Meinung(en) verlangen, dürfen wir ihn nicht für den alleinigen Rechenschaftsgeber und uns nicht für die alleinigen Rechenschaftsempfänger halten. Vielmehr müssen wir uns

<sup>71</sup>Gettier: *Is Justified True Belief Knowledge?*, S. 121–123

auf seine Gegenangriffe gefasst machen und bei jedem unserer Einwände nicht nur auf deren Entkräftung, sondern auch auf Gegeneinwände vorbereitet sein und damit rechnen, diese ausräumen zu müssen; kurz: Wir müssen uns auf Rede und Gegenrede einstellen. Dieses Hin und Her von Rede und Gegenrede meint das alte Wort „rechten“, das nicht von ungefähr in dem Adjektiv „gerechtfertigt“ enthalten ist. Gerechtfertigt, so könnte man mit einem Wortspiel sagen, ist, was als Meinung Bestand hat, nachdem man mit dem Rechten fertig ist. Wie dem auch sei, jedenfalls muss ein Erkenntnissubjekt nicht nur die Rolle desjenigen beherrschen, der Rechenschaft ablegt, sondern auch die Rolle desjenigen, der Rechenschaft fordert.

Nachdem wir uns über die kompetitive Natur des Wissens klar geworden sind, kommen wir nicht mehr ohne eine Unterscheidung zwischen zwei Perspektiven auf die Spiele um den Preis des Wissens aus: die Perspektive der Spieler und die der Unbeteiligten. Dieser Perspektivenunterschied erfordert eine entsprechende Anpassung von Gettiers ursprünglichem Schema. Wenn wir uns selbst am Rechtfertigungsspiel beteiligen, kann das am besten dadurch geschehen, dass die dritte Klausel seines Schemas den Wortlaut „*S* glaubt vor sich selbst und uns zu Recht, dass *p*“, oder „*S* hat für sich und uns gute Gründe dafür (zu glauben), dass *p*“ erhält. Damit kön-

nen wir Gettiers Schema (a) schließlich durch das folgende Schema (W1) ersetzen:

### **Schema der Wissenszuschreibung aus der Perspektive der 1. Person:**

*S* weiß, dass *p*, gdw.:

- (1) [ es ist wahr, dass ] *p*,
- (2) *S* glaubt, dass *p*,
- (3) *S* glaubt vor sich und uns zu Recht, dass *p*.

Das „und“ in „vor sich und uns“ hat es in sich. Es darf nicht als das „und“ der aussagenlogischen Konjunktion verstanden werden, so als besage Klausel (3) nichts anderes als „*S* glaubt vor sich zu Recht, dass *p*,  $\wedge$  *S* glaubt vor uns zu Recht, dass *p*“. Vielmehr muss es wie das „und“ in „Haydn, Mozart und Beethoven sind das Dreigestirn der Wiener Klassik“ verstanden werden. Dieses „und“ formt aus den Ausdrücken, die es verbindet, die Bezeichnung für eine Gruppe, ein Kollektiv.

Wie sieht nun eine Wissenszuschreibung aus der Perspektive der 3. Person aus? Aus dieser Perspektive gesehen, hat das Wissenssubjekt nicht mit uns, sondern mit einer Gruppe von Dritten über das, was es glaubt, gerechnet. Folglich dürfen wir ihm nicht ein Wissen für unsere Begriffe, sondern nur ein solches für die Begriffe jener Gruppe Dritter zuschreiben. Das kann mit Hilfe eines Satzoperators der Gestalt  $\ulcorner$ „Für die Begriffe von ... ist es der Fall, dass“ $\urcorner$  bzw. kurz:

「Für die Begriffe von ...」 geschehen. So erhalten wir Sätze wie „Für die Begriffe der Kreationisten ist es der Fall, dass sie wissen, dass Himmel und Erde, Fauna und Flora von Gott geschaffen sind“, oder kurz: „Für ihre Begriffe wissen die Kreationisten, dass Himmel und Erde, Fauna und Flora von Gott geschaffen sind“. Wenn wir nun auch noch Klausel (3) von Schema (W1) entsprechend anpassen, kommen wir schließlich zu folgendem Schema (W3):

**Schema der Wissenszuschreibung aus der Perspektive der 3. Person:**

*S* weiß, dass *p*, gdw.:

- (1) [ es ist wahr, dass ] *p*,
- (2) *S* glaubt, dass *p*,
- (3) *S* glaubt vor sich & ...  
zu Recht, dass *p*.

*Halten wir als ein erstes Ergebnis unserer Bemühungen, dem Erkenntnisfortschritt auf den Grund zu kommen, fest: Wissen ist wahre, gerechtfertigte Meinung. Über das Gerechtfertigtsein wird in einem entsprechenden Rechtfertigungs(sprach)spiel entschieden. So kommt es, dass man Wissen wie einen sportlichen Wettkampf gewinnen oder verlieren kann. Denn wie bei einem solchen, hängt auch der Ausgang eines Rechtfertigungsspiels davon ab, mit wem man es zu tun hat. Wenn ein Mitspieler bessere Informationen hat, kann sich etwas, das sich ein schlechter informierter Mitspieler als Wissen zuge-*



Fig. 43: Personifikation der Episteme in Ephesos (© Wikimedia)

schrieben hat, als Pseudowissen entpuppen. Doch die Erkenntnis, dass es sich um Pseudowissen handelt, ist der erste Schritt auf dem Weg zu echtem Wissen, wie Sokrates bzw. Platon nicht müde werden vorzuführen.

Nachdem wir die Standardanalyse des Wissens gegen Gettier verteidigt haben, wollen wir uns nun systematisch mit der Frage „Wie ist Erkenntnisfortschritt möglich?“ beschäftigen. Der Standardanalyse zufolge ist Wissen durch drei Komponenten bestimmt. Im Folgenden wollen wir diese drei Komponenten auf ihr Erkenntnisfortschrittpotenzial hin abklopfen (→ Fig. 44).

Wissen ist	
wahre Meinung, die gerechtfertigt ist.	objektive Komponente subjektive Komponente intersubjektive Komponente

Fig. 44: Drei Komponenten des Wissens

### *Das Erkenntnisfortschrittpotenzial der objektiven Komponente*

Wenn wir einer Wahrheit sprachlichen Ausdruck verleihen, so kleiden wir etwas, das bereits vorhanden ist, in Worte; wir präsentieren oder repräsentieren es. Letzteres in dem Fall, dass es uns nicht präsent bzw. gegenwärtig ist. Zu dem, was nicht gegenwärtig ist, gehört neben der Vergangenheit auch die Zukunft. Daher können wir nur dann über letztere sprechen, wenn wir sie repräsentieren, also wörtlich: „vergegenwärtigen“. Doch das ist leichter gesagt als getan. Denn da es die Zukunft noch gar nicht gibt, können wir sie nicht einfach in Worte kleiden, die ihr entsprechen.

Entsprechung, Korrespondenz, mag ja eine gute Bestimmung der Wahrheit über Vergangenheit und Gegenwart sein – aber wie kann die Repräsentation einer künftigen Episode mit dieser übereinstimmen und insofern wahr sein, wo es diese Episode doch noch gar nicht gibt? Kann man überhaupt etwas Wahres über die Zukunft sagen? Dieser Frage ist Immanuel Kant in seiner Schrift über den *Streit der Fakultäten* nachgegangen.

In seiner Betrachtung des Streits der philosophischen Fakultät mit der juristischen macht er sich Gedanken darüber, wie man etwas über die Zukunft wissen könne. Hier ist seine Antwort: „Als wahrsagende Geschichtserzählung des Bevorstehenden in der künftigen Zeit: mithin als eine *a priori* mögliche Darstellung der Begebenheiten, die da kommen sollen. – Wie ist aber eine Geschichte *a priori* möglich? – Antwort: wenn der Wahrsager die Begebenheiten selber *macht* und veranstaltet, die er zum Voraus verkündigt.“<sup>72</sup>

Wie Kant selbst klarstellt, geht es an dieser Stelle nicht um Aussagen über zukünftige Begebenheiten „nach bekannten Naturgesetzen (wie Sonnen- und Mondfinsternisse)“, sondern um Aussagen über „ein Stück von der Menschengeschichte und zwar nicht das von der vergangenen, sondern der künftigen Zeit“. Für seine Begriffe kann die Repräsentation einer zukünftigen Episode der – oder einer – Menschengeschichte nur dann wahr sein, wenn man den Versuch macht, die Zukunft mit

<sup>72</sup>Kant: *Der Streit der Fakultäten*, S.79f.

ihrer vorgängigen Repräsentation zur Deckung zu bringen. Eine Aussage über die Zukunft, so heißt das, ist genau dann wahr, wenn die Zukunft dieser Aussage entsprechen wird. Wohl-gemerkt: Nicht die Aussage über Zu-künftiges muss dem von ihr Repräsen-tierten entsprechen, um wahr zu sein, sondern umgekehrt, Letzteres muss dieser Aussage entsprechend geformt werden, wenn diese wahr sein soll.

Diese Konzeption der Wahrheit von Aussagen über die Zukunft ist für We-sen gemacht, die einer offenen Zu-kunft entgegengehen, einer Zukunft, in der sie Optionen haben, die sie ver-wirklichen können. Unserem Selbst-verständnis nach sind wir solche We-sen. Solange wir uns nicht für die ei-ne oder andere unsererer zukünftigen Optionen entschieden haben, gibt es diese Episoden zwar als Bestandtei-le einer möglichen, nicht aber als Be-standteile der wirklichen Zukunft. Die Wahrheit über die wirkliche Zukunft entspringt erst mit dem Augenblick, da wir die Option, für die wir uns ent-schieden haben, zu verwirklichen be-ginnen. So ist die Aussage „Wladi-mir Klitschko wird am 11. Dezember 2010 um die Weltmeisterschaft bo-xen“, spätestens seit dem Zeitpunkt wahr, zu dem der Termin des Kamp-fes vertraglich festgesetzt worden ist. So war sie etwa am 6., 7. und 8. De-zember 2010 wahr, obwohl der Kampf am 11. Dezember ausgefallen ist. In den Programmzeitschriften war noch

am 10. Dezember zu lesen, dass am Samstag, den 11. Dezember, um 22:45 Uhr der WM-Kampf zwischen Wladimir Klitschko und Dereck Chi-sora auf RTL übertragen würde. Diese Nachricht war jedoch am 9. Dezember obsolet geworden. Was wir aus die-sem Beispiel lernen können, ist, dass eine Aussage über die Zukunft nicht nur wahr sein kann, obwohl es die-se Zukunft noch gar nicht gibt, son-dern dass sie auch dann wahr *gewesen* sein kann, wenn die zukünftige Epi-sode, von der sie handelte, gar nicht stattgefunden hat.

*Halten wir fest:* Die Wahrheit der Aussage über eine zukünftige Hand-lung besteht darin, die Zukunft mit dieser Aussage, sprich: Mit ihrer vor-gängigen verbalen oder mentalen Re-präsentation, zur Deckung zu bringen. Das geschieht, indem diese Repräsen-tation dargestellt wird – „dargestellt“ ist in dem Sinne zu verstehen, wie die Rolle des Hamlet von Sir Laurence dargestellt wird. Wir können Wahr-heit nur erkennen, wenn sie vorhan-den ist; und vorhanden ist eine Wahr-heit über eine zukünftige Handlung erst dann, wenn diese Handlung nicht nur verbal oder mental repräsentiert, sondern darüber hinaus in der Wirk-lichkeit dargestellt wird, und zwar un-geachtet des Erfolgs, der dieser Dar-stellung beschieden sein mag. Inso-fern enthält Wahrheit ein Erkenntnis-fortschrittpotenzial.

*Das Erkenntnisfortschrittspotenzial  
der subjektiven Komponente*

Warum gehört zu den Komponenten von etwas, das jeglicher subjektiven Willkür so abhold zu sein scheint wie das Wissen, etwas derart durch und durch Subjektives wie eine Meinung? Nun, dass ich etwas meine, ist die einzige Komponente des Wissens, die es zu *meinem* Wissen machen kann. Die Wahrheit einer Meinung macht sie noch lange nicht zu *meiner* Meinung, geschweige denn zu *meinem* Wissen; und auch, dass sie gerechtfertigt ist, macht sie nicht dazu. Das einzige, was etwas zu *meiner* Meinung machen kann, ist, dass *ich* es meine, oder glaube oder davon überzeugt bin. Es kommt nicht darauf an, wie stark ich daran hänge, sondern dass ich es mir zueigen mache. Ohne die subjektive Komponente wäre eine Meinung und mithin auch ein Wissen ohne Subjekt.

Gegen dieses Argument könnte man einwenden, dass eine Meinung doch nichts sei, was irgendwo auf Halde liege und nur darauf warte, von jemandem gemeint und dadurch zu *seiner* Meinung zu werden. Das ist sicher richtig. Meinungen sind immer Meinungen dieser oder jener Person. Darin besteht ihre Subjektivität. Aber jede Meinung von NN ist eine Meinung, so wie jedes Kind von NN ein Kind ist. Und wie man fragen kann, was ein Kind zu einem solchen von

NN macht, so kann man auch fragen, was eine Meinung zu einer solchen von NN macht. Und hierauf lautet nun einmal die Antwort: „Dass NN sie hegt.“

*Halten wir fest:* Erkenntnisfortschritt ist, je nachdem, durch Aneignung oder Ablegung von Meinungen möglich. Das Erkenntnisfortschrittspotenzial einer Meinung besteht darin, dass sie es ist, die etwas zu dem Meinen macht. Denn ohne etwas zu meinen, kann ich nicht das Subjekt, nicht der Träger der betreffenden Meinung sein. Wenn ich aber nicht das Subjekt der Meinung, dass das und das der Fall ist, bin, kann ich auch nicht als das Subjekt des entsprechenden Wissens firmieren.

*Das Erkenntnisfortschrittspotenzial  
der intersubjektiven Komponente*

Damit kommen wir zur dritten Komponente des Wissens, zum Gerechtfertigtsein. Um zu erkennen, worin ihr Erkenntnisfortschrittspotenzial besteht, müssen wir uns klar machen, was es heißt, dass jemand etwas zu Recht meint. Nun, wer etwas vor sich und uns zu Recht glaubt, hat für sich und uns gute Gründe dafür. Ob die vorgebrachten Gründe gut genug sind, hängt davon ab, wer sich an dem Rechtfertigungsspiel beteiligt. Denn was für den einen ein guter Grund ist, muss es nicht unbedingt auch für den anderen sein.



Hieraus geht hervor, dass gute Gründe und logische Gründe nicht identisch sein müssen; denn logische Gründe sind begründerinvariant. Was für den einen ein logischer Grund ist, muss es auch für jeden anderen sein. Nun sind manche Gründe zwar logischer Natur, aber nicht gut. Da logische Gründe das Begründete implizieren, ist die Aussage  $\phi$  ein logischer Grund für die Aussage  $\phi$ . Da jedoch gute Gründe nicht zirkulär sein dürfen, ist die Aussage  $\phi$  kein guter Grund für die Aussage  $\phi$ . Und manche Gründe sind zwar gut, aber nicht logischer Natur. So ist die Wahrnehmung einer zwitschernden Amsel zwar ein guter, aber kein logischer Grund für die Behauptung „Da singt ein Vogel“. Denn anders, als es sich für einen logischen Grund gehört, hat eine Wahrnehmung nicht die propositionale Struktur einer Behauptung. Auf der Tatsache, dass gute Gründe nicht unbedingt logischer Natur sein müssen, beruht auch der sog. Tatbeweis. Wenn jemand behauptet, er könne schwimmen, so kann er diese Behauptung dadurch rechtfertigen, dass er zum Beweis ins Wasser springt und losschwimmt.

Um ein tieferes Verständnis von guten Gründen zu gewinnen, ist es erforderlich, einen Blick auf Syntax und Semantik des Wortes „gut“ zu werfen.<sup>73</sup> Legen wir es also einmal unter

die philosophische Lupe und betrachten wir die Behauptung „Gute Äpfel sind Äpfel“. Das ist natürlich richtig. Gute Äpfel bilden in der Tat einen Teil (der Gesamtheit) der Äpfel. Wenn wir diesen Befund verallgemeinern, können wir das, wofür das Adjektiv „gut“ steht, als das Verfahren bestimmen, das einer gegebenen Gesamtheit eine *Auswahl* aus ihr zuordnet. Kurzum, es steht für eine Auswahlfunktion.

Zwar wird man kaum bestreiten können, dass mit der Nominalphrase „gute Äpfel“ eine Auswahl aus der Klasse der Äpfel gemeint ist. Aber wieso sollte diese Auswahl eindeutig bestimmt sein, wie es sich für eine Funktion gehört? Muss man nicht zwischen guten Äpfeln und guten Äpfeln unterscheiden, je nachdem, in welcher Hinsicht die Auswahl getroffen wird? Warum sollten hinsichtlich ihres Aussehens gute Äpfel auch hinsichtlich ihres Geschmacks gute Äpfel sein? Doch auch mit der Nominalphrase „hinsichtlich ihres Geschmacks gute Äpfel“, bezieht man sich noch nicht auf eine eindeutig bestimmte Auswahl von Äpfeln. So könnte es ja einem Pomologen gelingen, eine Apfelsorte so zu verbessern, dass einige der neuen Exemplare alle Äpfel aus der Auswahl verdrängen, die ehemals hinsichtlich ihres Geschmacks als gute Exemplare dieser Sorte ausgewählt worden sind. So kommen wir zu dem Ergebnis, dass das Adjektiv „gut“ im Munde

<sup>73</sup>vgl. Kienzle: *Die Bestimmung des Janus*

einer gegebenen Person NN für eine dreistellige Auswahlfunktion steht, die von einer Zeitstelle  $t$ , einer Hinsicht  $H$  und einer Vergleichsklasse  $X$  abhängt.

Wenden wir diese Einsicht auf die Rede von guten Gründen an, so ergibt sich, dass diese Gründe von einer Zeitstelle  $t$ , einer Hinsicht  $H$  und einer Klasse  $X$  abhängen. Da der Begriff des guten Grundes in den des Wissens eingeht, folgt hieraus, dass Wissen historisch bedingt, an Hinsichten gebunden und von Alternativen abhängig ist. Als Hinsichten, unter denen ein guter Grund ausgewählt werden kann, kommen Überzeugungskraft und sachliche Triftigkeit in Frage. Legt man die Überzeugungskraft als Hinsicht zugrunde, hat man vor, Gründe für die Akzeptanz von etwas beizubringen. Will man sich dagegen für die Richtigkeit einer Behauptung stark machen, muss man seine Gründe hinsichtlich ihrer sachlichen Triftigkeit auswählen. Der Zeitpunkt, an dem ein guter Grund aus einer Menge von alternativen Gründen gewählt wird, die Hinsicht, unter der etwas als ein guter Grund gewählt wird und die Vergleichsklasse von Alternativen, der die guten Gründe entstammen, sorgen für die Vielfalt des Erkenntnisfortschrittpotenzials der intersubjektiven Komponente des Wissens.

Doch damit nicht genug. Nicht nur, dass das Wort „gut“ für eine Auswahlfunktion steht, es erlaubt uns auch,

eine Klasse von Alternativen in eine Ordnung im Sinne von „besser“ und „ebenso gut“ zu bringen. Mit anderen Worten, es erlaubt uns, einen semantischen Zusammenhang zwischen dem Positiv „gut“ und den Komparativen „besser“ und „ebenso gut“ herzustellen. Das tut es allerdings nur, wenn es eine Reihe von Verwendungsregeln erfüllt, zu denen u.a. auch die folgende Regel gehört: Wenn alle  $X$  auch  $Y$  sind und es an einer Zeitstelle  $t$  in der Hinsicht  $H$  gute Exemplare unter den  $X$  gibt, so gibt es an  $t$  in der Hinsicht  $H$  auch unter den  $Y$  gute Exemplare.

Erkenntnistheoretisch bedeutet dies, dass wir bei einer Ausweitung der Klasse von Gründen nicht befürchten müssen, dass uns die guten Gründe abhanden kommen, wenn es solche schon in der ursprünglichen Vergleichsklasse gab. Es bedeutet aber auch, dass wir damit rechnen müssen, dass das, was ehemals ein guter Grund war, nicht in alle Ewigkeit ein solcher bleiben muss. Es könnten sich im Laufe der Zeit neue Begründungsalternativen auftun, welche besser sind als die alten. Insofern muss Erkenntnisfortschritt nicht kumulativ sein.

Betrachten wir zur Illustration den Satz „Ledige Philosophen sind ledig“. Dieser Satz ist zweifellos wahr; und ebenso zweifellos ist es, dass er sich nicht falsifizieren lässt. Aber während Kant das damit begründet hätte, dass das Prädikat „ledig“ im Subjekt „ledige Philosophen“ gedacht werde, wür-

de man es heute damit begründen, dass der Satz „Ledige Philosophen sind ledig“ die Gestalt  $\lceil$  Für alle  $x$  gilt, wenn  $x$  sowohl  $F$  als auch  $G$  ist, so ist  $x F \rceil$  habe und jeder Satz dieser Gestalt allgemeingültig sei. Diese Begründung ist insofern besser als die Kantische, als Letztere aus dem Satz „Einige ledige Philosophen sind ledig“ einen ebenfalls wahren und unfalsifizierbaren Satz machen würde. Doch für heutige Begriffe hat dieser zweite Satz die Gestalt  $\lceil$  Für einige  $x$  gilt, dass  $x$  sowohl  $F$  als auch  $G$  und  $F$  ist  $\rceil$ , was offenbar mit einem Satz der Gestalt  $\lceil$  Für einige  $x$  gilt, dass  $x$  sowohl  $F$  als auch  $G$  ist  $\rceil$  äquivalent ist. Sätze dieser Gestalt sind freilich nicht gegen Falsifikation gefeit. Wenn wir „Fuchs“ an die Stelle von „ $F$ “ und „Giraffe“ an die Stelle von „ $G$ “ setzen, so erhalten wir mit „Einige Füchse sind Giraffen“ in der Tat einen falschen Satz.

Nun müssen wir damit rechnen, dass bei der Ausweitung der Klasse von Gründen nicht alle Personen, die aus der ursprünglichen Klasse gewisse Exemplare als gut ausgewählt hatten, einem Wechsel in dem, was als gute Gründe auszuwählen ist, aufgeschlossen gegenüberstehen. Es gibt ja auch epistemisch konservative Personen. Entsprechend müssen wir damit rechnen, dass die Auswahl, die eine Gruppe von epistemischen Subjekten aus einer Klasse von Gründen trifft, bei einer Ausweitung der Klasse von

Gründen heiß umstritten sein kann. Folglich haben wir in der Tatsache, dass Wissen von einer Gruppe epistemischer Subjekte abhängt, ein enormes Erkenntnisfortschrittspotenzial.

*Halten wir fest:* Wissen beruht auf guten Gründen. Welche Gründe aus einer Klasse von alternativen Gründen als gut ausgewählt werden, hängt von den wählenden Personen, dem Zeitpunkt der Wahl, der Hinsicht, unter der sie getroffen wird sowie vom Umfang besagter Vergleichsklasse ab. Ferner müssen wir damit rechnen, dass sich die Auswahl bei einer Ausweitung dieser Klasse ändert. Insofern besitzt die intersubjektive Komponente des Wissens das größte und vielfältigste Erkenntnisfortschrittspotenzial.

#### *Kurzes Resümee*

Der Erkenntnisfortschritt ist allgegenwärtig. Um zu verstehen, wie er möglich ist, haben wir untersucht, was Wissen ist. Wir haben gesehen, dass es sich aus drei Komponenten zusammensetzt: Aus einer objektiven Komponente, der Wahrheit, einer subjektiven Komponente, der Meinung, und einer intersubjektiven Komponente, dem Gerechtfertigt- bzw. Gutbegründet-Sein dieser Meinung. Jede dieser Komponenten besitzt ihr eigenes Erkenntnisfortschrittspotenzial. Die Wahrheit über die Zukunft gehört zu dem Stoff, aus dem neue Erkenntnisse gemacht sind. Meinungen

können unseren Erkenntnisstand verändern, indem wir sie uns, je nachdem, aneignen oder ablegen. Und im Forschungsprozess schließlich schreitet die Erkenntnis immer dann voran, wenn wahre, alte Meinungen mit besseren Begründungen und wahre, neue Meinungen überhaupt begründet werden. Wer sich nicht vor Entscheidungen über die Zukunft drückt oder wenigstens von der Lehre profitiert oder gar am Forschungsprozess teilnimmt bzw. ihm zumindest aufgeschlossen gegenübersteht, hat die besten Chancen, am Erkenntnisfortschritt teilzuhaben.

*Literatur:*

- Gettier, E.L.: *Is Justified True Belief Knowledge?*. In: *Analysis*. (23) 1963. S. 121–123.
- Kant, I.: *Der Streit der Fakultäten*. In: *Kants Werke*. Hrsg. von der Preußischen Akademie der Wissenschaften. Bd. VII. Berlin 1968.
- Kienzle, B.: *Die Bestimmung des Janus*. Ereignisontologische und ereignislogische Grundlagen des analytischen Existenzialismus. In: *Philosophische Untersuchungen*. Bd. 18. Tübingen 2007.

## Objectivity of Scientific Images: The Case of the Microscopists

von Dieter G. Weiss and Günther Jirkowski

Microscopic images are based on visual perception during observation and are intended to transmit scientific information for other observers' visual perception. Can such images at all be made objectively and perceived objectively?

### I. Visual perception

Visual perception is a cognitive process involving both eye and brain. Generally we receive through our senses, i.e. the respective receptor cells, the stimuli as physico-chemical information which is more or less objective and quantifiable (reception, sensation). However, the sensory process requires also perception which uses prior information and depends on actual mood states, individual life experience and knowledge or concepts of objects. The neurophysiologist R.L. Gregory puts it in the following way in his book *Seeing through Illusions*.<sup>74</sup>

„While simple creatures respond quite directly to stimuli, „higher“ animals see and behave in response to guessed *causes* of stimuli. This move from responding to stimuli, to planning beha-

viour from attributed causes, to anticipated results is, we may say, moving from primitive *reception* to full-blown cognitive *perception*. It is cognitive because perception requires knowledge, knowledge of the world of objects...We may define visual perception as *attributing objects to images*. Attributions are from knowledge, stored from past experience, with associated probabilities. It may be impossible to see anything that has zero probability. A baby inherits some knowledge, giving an essential start to perception.“

Gregory stated that the process starts with reception (i.e. *Sinneseindruck*), proceeds to perception (i.e. *Sinneswahrnehmung*) and ends with conception, i.e. establishing a concept or integrating the finding into an existing concept. Vision is, therefore, intrinsically subjective, even more so when we are looking at the previously completely unknown and therefore not intuitively classifiable microscopic objects.

Looking through a microscope or observing microscopic images on a computer screen exposes the observer to intended images. They are also artefacts, especially intended artefacts, as they are made artificially and in a certain context. They may also contain aspects of non-intended artefacts, which are erroneously arising during preparation or image formation (staining failure, shrinking and deforma-

<sup>74</sup>Gregory 2009: *Seeing through Illusions*, p. 12 and 14

tion artefacts, equipment imperfections, image processing errors). In the present article we will not deal with non-intended artefacts, because they can be largely avoided by state of the art microscopy and inter-laboratory comparisons. More interesting is the question if and how representations of microscopic objects, invisible to the naked eye, can be objective.

The process of vision in animals and man does not mirror the actual environment pixel by pixel into the brain but, by species-specific deemphasizing and emphasizing certain aspects, it creates a sensory world of the real world. This contains the information relevant for the survival of the species.<sup>75</sup> We are surprisingly unaware of the highly self-referential way in which our brain functions, and how strongly it relies on preexisting information.

How this can misguide the interpretation of optical information can be demonstrated by the common example of circular, spherical objects on a plane background. If the shadow is at the bottom of an object, it is erroneously perceived as convex (→ Fig. 45). This is due to the fact that our brain subconsciously assumes that the light is coming from above, which is mostly the case in a natural environment.

It would, however, be wrong to understand the vision process only as a plethora of errors and deceptions. The kind of subjectivity, which is learned from childhood on, is essential for efficient visual orientation in the visible world. Our brain extracts important, frequently appearing or exciting aspects from conscious and subconscious memory and experience and uses those to make visual perception faster, more efficient and more informative. The improvement of the visual information comprises various stages of neuronal processing including also the limbic system, where emotional memories may be associated, and the visual cortex, where the relevant and interpretable aspects are used to complete the visual impression that enters consciousness.

We must live with the situation that our brain may eliminate visual information that is too strange or improbable to be put in relation to known objects. But on the other side it will help us in preferably presenting „interesting“ or „important“ aspects of the seen scenes to our consciousness. It seems as if we would benefit much more from such „seeing through illusions“, than being deceived and falling victim to optical illusions that lead to erroneous information.<sup>76</sup>

We can trust that these advantages of a non-linear transfer of the physi-

<sup>75</sup>Singer 2009: *Das Bild in uns*; Barth et al. 2012: *Sensory Perception: Mind and Matter*

<sup>76</sup>Gregory 2009: *Seeing through Illusions*

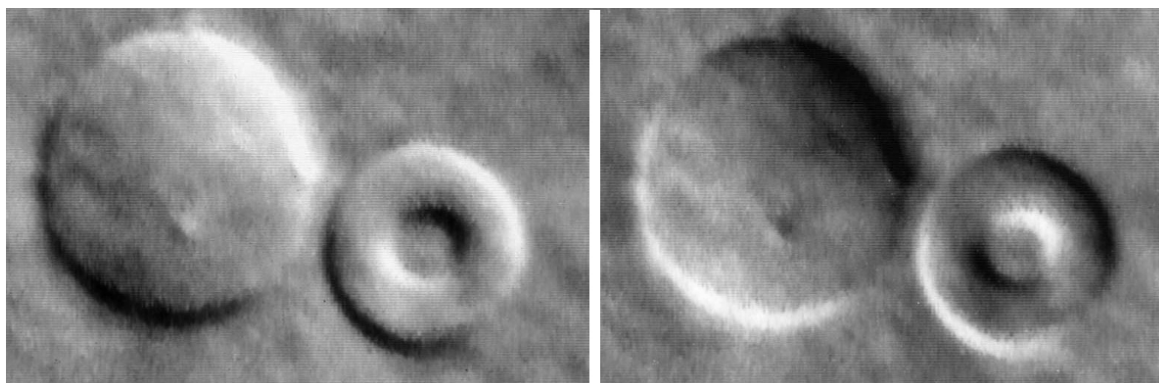


Fig. 45: Differential interference contrast (Nomarski) microscopy image of nucleoli within the nucleus of an insect germ cell. In Nomarski imaging the light is divided into two parts and one part is slightly shifted, so that otherwise invisible unstained objects gain shadow contrast and can be detected. Convex or concave is determined by our daily experience of light coming from above. Left, convex perception of an object when lights are above, but the same object is perceived as concave when shadows are up, right (Comment: The relief perception of the right image may be difficult to maintain once the observer's brain has learned that it is a particle; switching between right and left may help). Both shadow images can be obtained from the microscope and knowledge of the object's properties is necessary to set the microscope to the correct shadow direction (left). Furthermore, the three-dimensional impression of the Nomarski image is an optical artefact inherent in image generation and does not at all reflect the real height or depth of the objects. (Photo M. Bastmeyer and D. G. Weiss)

cal input from the eye to the conscious brain are likewise extremely helpful in perceiving the microscopic world. But we should precisely consider the reliability of a given scientific image, taking into account the way it has been generated and also the way in which our brain deals with image information.

## II. Microscopic contrast formation

Microscopists create their images by creating contrast. This can be achieved by applying optical devices to create contrast from the specimens' physical properties such as light absorption, reflection, interference, fluo-

rescence or birefringence, but also by applying dyes and by electronic contrast enhancement. Right from the beginning, i.e. when selecting the type of microscopic contrast generating technique, the scientist decides about the kind of more or less artificial images that he will obtain from the object. Knowledge is necessary to fully interpret the kind of contrast generation. In Nomarski-microscopy image contrast is generated by refractive index differences. Convex objects mean objects of higher refractive index than their environment (normally particulate material) such as the nucleoli in Fig. 45 which are sur-

rounded by the fluid-like nucleoplasm consisting of decondensed DNA. Also Fig. 12 teaches us that colors may be optical artefacts not only in stained tissue sections but also intended to show finest detail in darkfield microscopy, or to distinguish object detail of different directions employing Rheinberg filters.

It is often said that electronic image processing is a great evil as it introduces sheer arbitrariness to scientific imaging. On the contrary, contrast enhancement and other types of image processing are ideal instruments to improve visibility where mere optical methods of contrast formation are at their limits. Photoshop® and other kinds of image processing have improved microscopic imaging far more than they can damage, as with their help new contrasting techniques emerged such as video microscopy<sup>77</sup> or confocal fluorescence microscopy. Analog and digital electronic image processing allowed scientists to surpass all three former limits of light microscopy – limited amount of light, limited image contrast and even the classical Abbe-limit of resolution – and enter a completely new micro-world within the living cell.<sup>78</sup>

<sup>77</sup>Weiss et al. 1989: *Video Microscopy*

<sup>78</sup>*Zellbiologie und Mikroskopie* → S. 33

### III. Selectivity or The Region of Interest-Problem

The other problem which may contribute to subjectivity lies in the need of selecting the field of view in the microscope or on the monitor that is considered good enough, representative enough, typical enough and relevant to the actual study and free of distorting artefacts. Microscopic images are therefore also under the influence of the scientist's at-will selection of the actual detail he wants to record, store or publish. Here, much subjectivity and preoccupation might be introduced as stated already by microscopists of earlier generations, such as Pieter Harting<sup>79</sup> and Otto Bachmann<sup>80</sup> among many others. At all times, microscopists have pointed to this aspect and admonished colleagues to highest responsibility.

Much like in insect or plant taxonomy, there is also in generating microscopic drawings, photographs or digital images the need to consider what is thought to be „representative“ for the type of cell or tissue under study. Taxonomists select one specimen from a population, declare it as *holotype* and describe it in detail, well knowing that there is variation in the greater number of individuals. In microscopy, this need for selection before the imaging

<sup>79</sup>Harting 1866: *Das Mikroskop*

<sup>80</sup>Bachmann 1883: *Unsere modernen Mikroskope*



step is much more pronounced, because the fraction of the „population“ that can be observed is much smaller: only 10 or 100 or at most 1000 out of the estimated 100 billion cells in the brain can be observed. Furthermore, imagine the situation with video microscopy: An image of a live plant cell, magnified 10 000 $\times$  and projected in enlarged version on the screen in a classroom, would mean that the cell would have the size of the classroom itself so that the slice that is seen is comparatively small.

The situation is even more critical in electron microscopy: At a typical magnification of 50 000 $\times$  an average liver or epithelial cell, 20  $\mu\text{m}$  wide and 30  $\mu\text{m}$  high, would be about one meter wide and high, while only a three-dimensional slice of the size and volume of a thick A4 paper sheet is represented in one image. Given the thickness of electron microscopic (EM) sections of only 100  $\text{nm}$ , the volume of one EM image would represent 2,5  $\mu\text{m}^3$  so that one could in theory obtain alone 6000 non-overlapping images from the volume of one cell. When assuming that all EM-images ever taken would have been of this magnification and section thickness, one could obtain 400 billion images from the volume of one  $\text{cm}^3$ , so that it is doubtful if worldwide more than 1  $\text{cm}^3$  of cell volume of all organisms has ever been documented by electron microscopy. It is evident that

the microscopists knew from the invention of microscopes on that they cannot follow the virtue of „mechanical objectivity“ in the sense of Daston and Galison<sup>81</sup> and take random images. There must be a hypothesis about what is under study, the nucleus, the membrane or so, and then a representative area must be selected.

#### *IV. Theory-dependence and theory-ladenness*

If one had no idea what to look for in the vast realm of even a single cell packed with membranes, cytoskeleton and thousands of organelles, one would overlook a certain fraction of the objects. We may see without theory but perception of objects requires some previous hypothesis or idea of what we are searching for. But this theory-dependence of vision automatically introduces the danger of theory-ladenness. Do we see only what we expect to see or even what we want to see? At all stages of image generation, the scientist tries to achieve a most informative image, rich in contrast and most clearly displaying the object properties under study. However there is the danger to exaggerate one's influence. Henry Baker (1698-1774) ( $\rightarrow$  Fig. 46) warned about preoccupation already in 1744:

„When you look through the microscope, shake off all prejudice, nor har-

<sup>81</sup>Daston and Galison 2007: *Objectivity*

bour any favourite opinions; for, iff you do, 'tis not unlikely fancy will betray you into error, and make you see what you wish to see."<sup>82</sup>

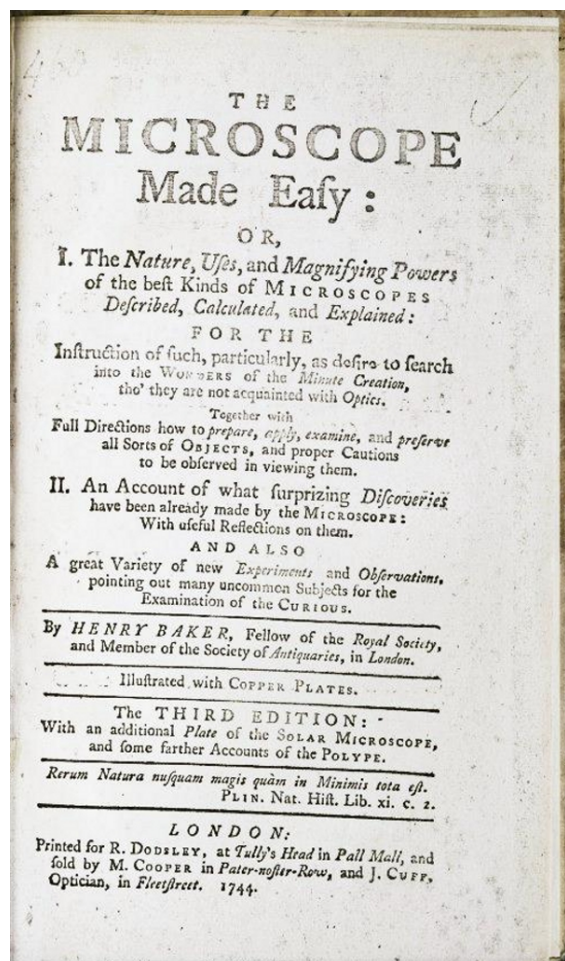


Fig. 46: Title page of Henry Baker's *The Microscope Made Easy* of 1744 (© European Cultural Heritage Online ECHO Berlin)

There are plenty examples that objects have been overlooked because an idea of their existence was missing. One example are coated vesicles in nerve cell processes where axonal organelle transport is prominent.

<sup>82</sup>Baker 1744: *The Microscope Made Easy*

These are transition organelles which are well known in cells from liver and other organs, but they were considered to be absent from neurons. But D. James Morr  was convinced that this intermediate carrier organelle for membrane material has such an important role in cell biology that it must be ubiquitous and thus exist also in axons. So he screened hundreds of EM cross sections through axons and indeed found them.<sup>83</sup> They are not abundant but now, as „the ice is broken“, they are seen everywhere, just no one had been attentive for them in brain tissue before. Another example is the discovery of the gliding movement of free microtubules caused by until then unknown motor enzymes.<sup>84</sup> The relatively slow phenomenon was only found when actively searched for on the basis of a new hypothesis.<sup>85</sup>

Microscopists of the early ages often presented drawings with detail they should not have been able to resolve with the then existing microscopes, but which was miraculously introduced correctly. Was it by intuition or must it be ascribed to the old microscopists' virtue of completely relaxed contemplation and sumptuous time spent on the observation. However, there are also the other exam-

<sup>83</sup>Morr  1992: *Vesicles, guide elements, and mechanism*

<sup>84</sup>Allen et al. 1985: *Gliding movement*

<sup>85</sup>Breidenmoser et al. 2010: *MPI Preprint No. 408*, p. 56 ff

les, where invisible detail, either by a preexisting expectation or the wish to exaggerate the presumed endless beauty of nature, was *wrongly* introduced into images. Ernst Haeckel needs to be mentioned here who fabricated detail and colors in preparing some of the plates on micro-organisms for his book *Kunstformen der Natur*<sup>86</sup> His partially correct, partially incorrect „feeling“ instead of seeing of image detail and the overdone beauty of the representation may have influenced the further development of fine arts of the time (Art Nouveau) more deeply than biology.

Theory-ladenness and enthusiasm over the new and extremely expensive High-Voltage Electron Microscope may have been reasons that drove Keith Porter and his school into a dead-end road. When they claimed the concept of a *microtrabecular lattice* to form a ground substance in cytoplasm.<sup>87</sup> This concept divided cell biologists into two parties for several years around 1980 until it was shown that the spectacular structures seen with the new instrument were nothing more than drying artefacts.<sup>88</sup>

Of great historical relevance is the debate about the *Neuron Doctrine*. One group, the „neuronists“, claimed

neurons were *independent* cellular entities, separated from each other, while the „reticularists“ on the other hand propagated the view that nervous systems consist of a *continuous* tubular system of nerve cell processes, axons and dendrites. The separation between two neurons, the synaptic cleft, cannot be resolved by light microscopy, not even when Camillo Golgi (1843-1926, Nobel Prize 1906) had developed his new silver impregnation method for staining neurons (Golgi method). Consequently he became a reticularist. At the same time Santiago Ramón y Cajal (1852-1934, Nobel Prize 1906) (→ Fig. 47) also studied the cellular anatomy of the nervous system. As a follower of the *Neuron Doctrine* he was convinced that neurons are independent cells loosely connected at synapses. He included this correctly in his drawings, although he could not see the separation even when applying the best methods, namely Golgi's.<sup>89</sup> His drawings, such as e.g. that of the wiring diagram of the neurons in the human retina, were correct and so exact that they are shown in textbooks up today. The debate exacerbated when in 1906 both received the Nobel Prize<sup>90</sup> and in his Stockholm lecture Golgi fiercely accused Cajal for presenting faked dra-

<sup>86</sup>Haeckel 1904

<sup>87</sup>Porter and Anderson 1982: *The structure of the cytoplasmic matrix*

<sup>88</sup>For details see Breidenmoser et al. 2010: *MPI Preprint No. 408*, p. 50ff

<sup>89</sup>Ramón y Cajal 1899, 1909: *Textura del sistema nervioso*

<sup>90</sup>DeFelipe 2002: *Trends in Neuroscience* 25

wings.<sup>91</sup> Golgi provided the method, Ramón y Cajal the right perception which Golgi ironically refused.<sup>92</sup>

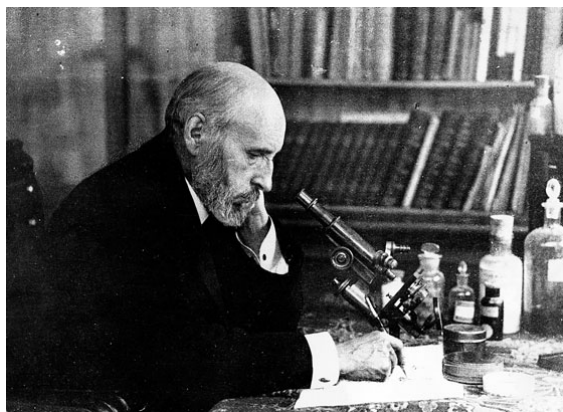


Fig. 47: Santiago Ramon y Cajal (© Kalipedia)

### V. Validation and robustness

The question arises, to what extent additional, non-microscopic information is allowed to merge into visual perception and presentation, without compromising the virtue of objectivity. Or is it even necessary to funnel additional knowledge into the process of perceiving and presenting the „right“ images? In the case of Cajal *validation* with independent methods affirmed him in his perception and his view became *robust knowledge*. The probable existence of a synaptic separation was obvious to him, from studies on neuron growth in ontogeny and from neurophysiology re-

ports showing a time delay of electrical impulse propagation at synapses.

What may have been a virtue similar to „close-to-nature“ or even „mechanical objectivity“ failed not only in the part of Golgi, but also of his followers who claimed absolute truth to their images and refused to let any other ideas merge into their images. In his impressive Handbook of the Microscopic Anatomy of the Peripheral Nervous System<sup>93</sup> Philipp Stöhr claimed his complete impartiality but refused to accept any other knowledge, accepting only his own type of histological sections, which he transferred to drawings showing a continuous reticular system (→ Fig. 48). However, reading his words shows a highly negative preoccupation against the school of the neuronists:

„Die viel erörterte Frage, auf welche Weise das vegetative Nervensystem mit den plasmatischen Elementen der Erfolgsorgane seine Verbindung findet, bleibt zunächst eine morphologische Aufgabe und ist infolgedessen mit den Mitteln morphologischer Technik in Angriff zu nehmen. Die morphologische Arbeit muss sich darauf beschränken, das zu sehen, was da ist; sie darf aber nicht das sehen wollen, was eine erstarrte Neuronenlehre oder experimentell erarbeitete theoretische Anschauung je-

<sup>91</sup>Golgi 1906: *Nobel Lecture*, reprinted 1967

<sup>92</sup>Ramón y Cajal 1906: *Nobel Lecture*, reprinted 1967

<sup>93</sup>Stöhr 1957: *Mikroskopische Anatomie des vegetativen Nervensystems*, p. 110

weils vom Mikroskopiker entdeckt zu haben wünschen. Bereitet schon die histologische Technik zur Untersuchung der peripheren Nervenformationen oft erhebliche Schwierigkeit, so fällt es nicht minder leicht, sich am Mikroskop in vollkommener Unvoreingenommenheit mit den geheimnisvollen Strukturen des vegetativen Nervensystems auseinanderzusetzen.“<sup>94</sup>

Stöhr was probably the last reticularist. Like Golgi he refused to take validating physiological information into account and only gave in when in the mid 1950s the first electron micrographs of synapses had clearly resolved the synaptic lefts.

Another pitiful example is the case of Harold Hillman<sup>95</sup> who until the 1980s denied the existence of cell and organelle membranes, because they are invisible in light microscopy. He asserted in several books that electron microscopy with its dehydration, fixation, freeze-drying, metal impregnation steps and electron beam irradiation would yield nothing but unwanted artefacts. Electron microscopy had been afflicted with non-intended artefacts when it was in its infancy. But exchange between hundreds of laboratories had at that time long ago selected the reliable and robust preparation recipes and results. Instead of

his denial for puristic reasons, Hillman should rather have accepted that the two methods indeed complement each other in giving the complete and robust view of the cell.

There is another problem, namely that microscopic images in cell biology can hardly be validated by independent methods other than microscopic ones. This was the reason, why Porter's concept of a microtrabecular lattice could be maintained for several years. Porter's group had prepared their samples by six or more different methods, all yielding the lattices. Although in philosophy of science publications his work was highly praised as a best practice case of robust validation with independent methods<sup>96</sup>, it turned out to be wrong. The different methods they had used were not truly independent as all removed the water from the sample and thus all created the same dehydration artefacts.

It is, however, in principle possible and necessary to validate high magnification light microscopic images by electron microscopy. The higher resolution down to the macromolecular level of dehydrated tissue in electron microscopy needs to be complemented by the lower resolution light microscopy, which alone allows observation of the specimen in the living state, and vice versa. Correlati-

<sup>94</sup>Stöhr 1957

<sup>95</sup>Hillman 1980: *Artefacts in electron microscopy*; Hillman and Sartory 1980: *The Living Cell*

<sup>96</sup>Franklin 1986: *The Neglect of Experiment*, p. 186 ff

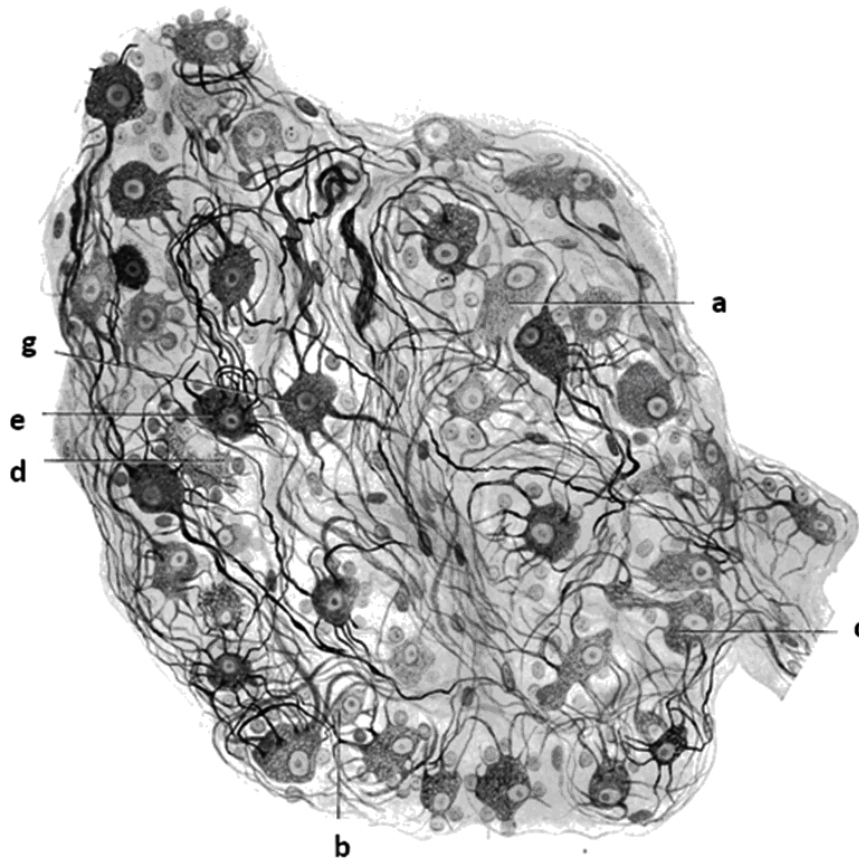


Fig. 48: Nerve cell network stained by the Golgi-method that visualizes *neurofibrils*, i.e. microtubules and neurofilaments, in black.

„Heart ganglion of a 26 year old man. **a**: large nerve cell **b**: small nerve cell **c**: lobed ganglion cell **d**: degenerating ganglion cell **e**: cell with large extensions **f**: cell with small extensions.“

The nerve cell network was prepared by the Golgi silver method and shows neurons by selective staining of their neurofibrils, i.e. microtubules and neurofilaments.

(© Stöhr: *Mikroskopische Anatomie des vegetativen Nervensystems*)

ve microscopy on the very same specimen<sup>97</sup> is today's answer to the fact that the many kinds of microscopy using light, laser or an electron beam all yield different images useful for reciprocal validation of results, but also knowledge from biophysics and mo-

lecular level biology may need to be invoked.

Other than one might expect, and perhaps earlier than in other fields of science, microscopical science of the 18th and 19th century was already in possession of sound epistemic concepts that respected, and even requested, that knowledge on properties and

<sup>97</sup>Mueller-Reichert and Verkade 2012: *Correlative Light and Electron Microscopy*

functionalities of biological objects be considered when searching for typical and representative regions and not singularities. The inability to remove subjectivity from the process of generating of optical images and the necessity of selecting the fields of view in microscopy was seriously taken and the majority opinion requested that cautious consideration of additional practical and theoretical knowledge be an integral part in microscopic work. Pieter Harting (→ Fig. 49) reminded his fellow microscopists in his 1866 encyclopedia *Das Mikroskop* that their objects are especially prone to subjectivity, so that trained judgement be applied in selecting and interpreting their study objects:<sup>98</sup>

„Sobald wir uns indessen weiter wagen, sobald wir aus dem vorliegenden Verhalten auf vorausgegangene oder nachfolgende Zustände Schlüsse ziehen, dann gehen die positiven Resultate directer Beobachtung und die Schlüsse unserer subjectiven Auffassung in einander über; wir stehen dann auf dem Boden der Hypothese, die sich in diesem Falle, unerachtet aller Wahrscheinlichkeit, nicht anders als durch tatsächliche Wahrnehmung zur Wahrheit erheben kann.“

#### VI. *The virtues of objectivity*

This leads to the question, whether objectivity in *microscopic* images is

<sup>98</sup>Harting 1866: *Das Mikroskop*, Vol. 2. p.12

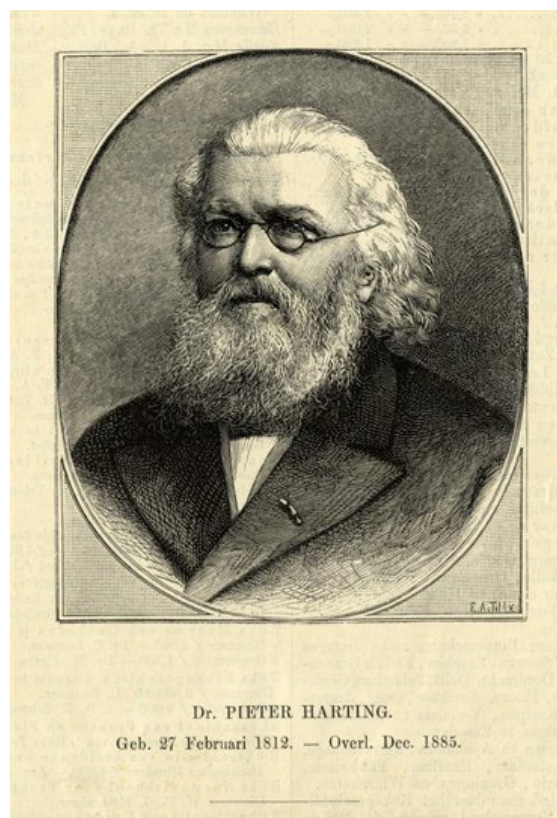


Fig. 49: Pieter Harting (© Het Utrechts Archief)

at all possible. Since a similar question concerning the epistemic images of *macroscopic* objects has been treated in an exhaustive manner by Lorraine Daston and Peter Galison,<sup>99</sup> one may ask whether their answers can directly be adopted for microscopic images. They described the basic types of epistemic virtues of objectivity, which have been applied in the creation of images over the past centuries and their sequential appearance in history. The earliest of these virtues of objective seeing was „truth

<sup>99</sup>Daston and Galison 1992: *The image of objectivity*; 2007: *Objectivity*

to nature“, in the early 18th century. This was followed by the era of „mechanical objectivity“, between the 1830s and 1890s, while only in the early 20th century the epistemic virtues „structural objectivity“ and „trained judgement“ challenged the previous approaches towards objectivity.

We think microscopic images need to be treated as a special case. The use of prior hypotheses which were not only helpful but also necessary to find and visualize the object under study was for centuries widely applied, contrary to imaging of macroscopic objects. It seems as if „mechanical objectivity“ and perhaps even „truth to nature“ were never important virtues for the microscopist who rather had to apply the virtue of „trained judgement“ for proper orientation in a world whose objects are completely unfamiliar to one’s every day experience. Therefore, the concept of a sequence or evolution of the different virtues of objectivity, as described by Daston and Galison seems not applicable to microscopy and the study of cells and microorganisms. Typically, a long and careful observation of many similar types of specimen, the application of various staining procedures and several types of microscopes as well as the additional consideration of non-microscopic knowledge led microscopists from the beginning to select the images which they considered most objective and best repre-

senting a certain scientific content for presentation.

In selecting from the vast number of suitable images microscopists needed to train their judgement and to seek guidance by theories which helped them to find and not overlook structures to be studied. And they learned that they need to struggle for objectivity using theories, or as biologists call it, working hypotheses, to interpret the objects from the micro-world while at the same time trying to be aware that these theories may themselves be subject to trends and fashions.

Different from the virtues to be observed when working on macroscopic objects, the objects in the micro-world are invisible and need to be visualized by highly complicated technologies; in some periods microscopes together with telescopes were the leading technologies of their times. Daston and Galison discuss in their last chapter<sup>100</sup> a new type of „nanofactured“ or „engineered for presentation“ images which they see arising at present with the advent of nanotechnology, electronic detectors and image processors and which deal with atoms and molecules. However, it seems that this is not a new development of the 21st century. This may only have become more conspicuous, but it seems

<sup>100</sup>Daston and Galison 2009: *Objectivity*, Chapter 7



to be the way how microscopists have made their images at all times. The selectivity problem inherent in visualizing micro- and nano-objects, i.e. the need to deliberately select techniques and object detail, influences the result probably more than any newly added digital image manipulation and had to be solved by microscopists at all times. Also, their images were always intended for presentation, namely to all those having no microscope at hand, and they had to be engineered to transmit most efficiently their conceptual content. In all fields which use complicated equipment to visualize the invisible it is not negative but necessary to engineer images. This type of virtue may be the one to be observed in microscopy and perhaps by all experiment-based natural sciences in which there is an increasing need to present images and contexts not accessible to the naked eye.

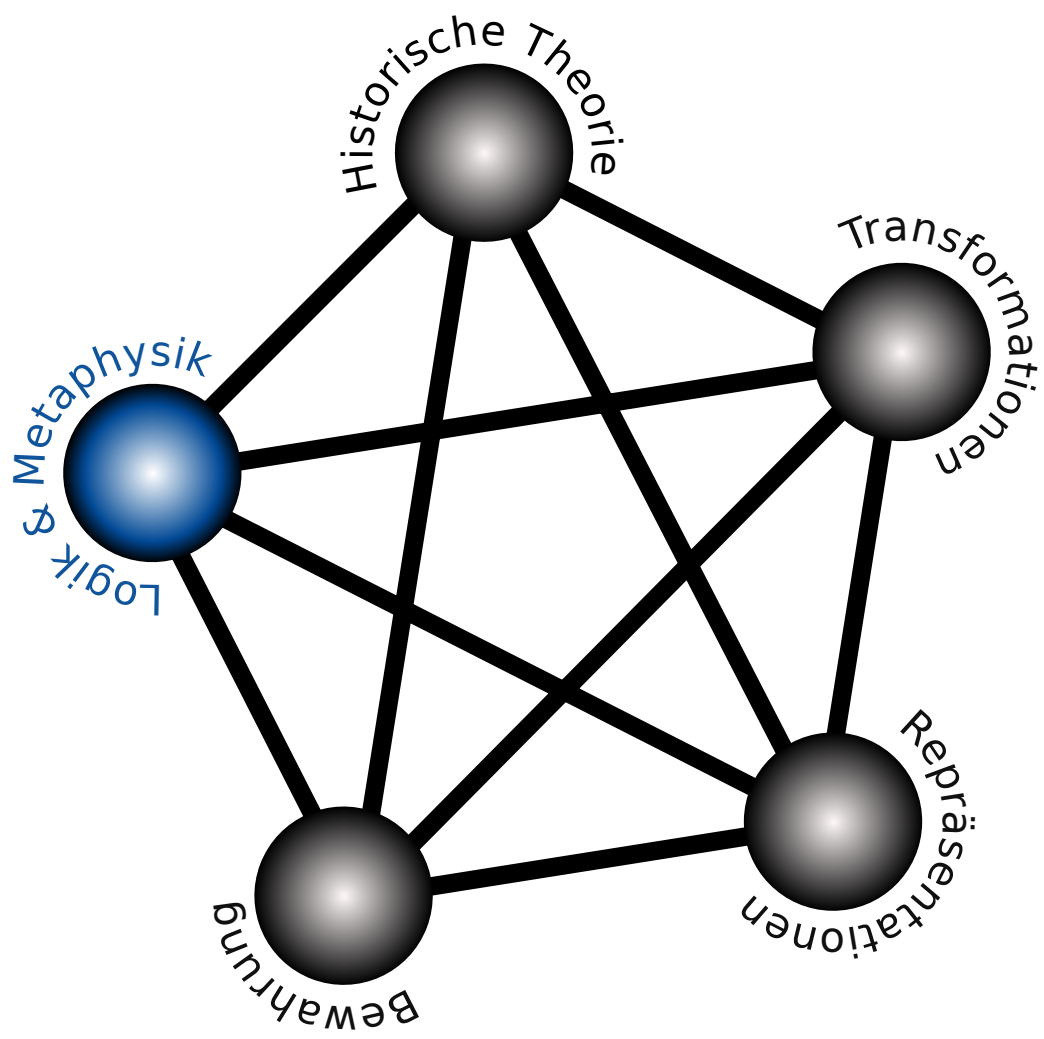
Microscopists felt or knew from the very beginning, how difficult but necessary it is to walk the threefold narrow edges between technology-dependence and technology artefacts, between visualizing and fabricating (or faking), as well as between theory-dependence and theory-ladenness. We may conclude that objectivity in microscopy would result in genuine images that show their content „honestly engineered and selected by trained judgement for presentation of the representative“, or in short by the „virtue of the microscopists“.

*Literatur:*

- Allen, R.D., Weiss, D.G., Hayden, J., Brown, D.T., Fujiwake, H., Simpson, M.: *Gliding movement of and bidirectional organelle transport along single native microtubules from squid axoplasm: Evidence for an active role of microtubules in cytoplasmic transport*. In: *J Cell Biol.* 100 1985. 1736–1752.
- Bachmann, O.: *Unsere modernen Mikroskope und deren sämtliche Hilfs- und Nebenapparate für wissenschaftliche Forschungen. Ein Handbuch für Histologen, Geologen, Mediziner, Pharmazeuten, Chemiker, Techniker und Studierende*. R. Oldenbourg München Leipzig 1883
- Baker, H.: *The Microscope Made Easy*. 3rd Ed. London 1744. Translated: *Das zum Gebrauch leicht gemachte Microscopium*. Heidegger Zürich 1756
- Bart, F., Giamperi-Deutsch, F., Klein, H.-D. Hrsg: *Sensory Perception: Mind and Matter*. Springer Verlag Heidelberg 2012.
- Breidenmoser, T., Engler, F. O., Jirikowski, G., Pohl, M., Weiss, D. G.: *Transformation of Scientific Knowledge in Biology: Changes in our Understanding of the living Cell through Microscopic Imaging*. Preprint Series of the Max Planck Institut for the History of Science. No. 408: 1–89. Berlin 2010
- Daston, L. Galison, P.: *Objectivity*. Zone Books New York 2007
- Daston, L. Galison, P.: *The Image of Objectivity* In: *Representations*. 40 1992. 81–128.
- DeFelipe, J.: *Sesquicentenary of the birthday of Santiago Ramón y Cajal, the father of modern neuroscience*. In: *Trends in Neuroscience* 25 2002. 481–484.
- Franklin, A.: *The Neglect of Experiment*. Cambridge University Press Cambridge 1986
- Golgi, C.: *The neuron doctrine. Theory and facts. Nobel Lecture December 11, 1906*. In: *Nobel Lectures, Physiology or Medicine, 1901-1921*. Elsevier Science Publishers New York 1967. 189–217.
- Gregory, R.: *Seeing through Illusions*. Oxford University Press 1992.

- Haeckel, E.: *Kunstformen der Natur*. Bibliographisches Institut Leipzig und Wien 1904
- Harting, P.: *Das Mikroskop, Theorie, Gebrauch, Geschichte und gegenwärtiger Zustand desselben Vol.2* 2nd Ed, Friedrich Vieweg und Sohn Braunschweig 1866
- Hillman, H., Sartory, P.: *The Living Cell: Re-examination of it's Fine Structure*. Packard Publishing Ltd. 1980
- Hillman, H.: *Artefacts in electron microscopy and the consequences for biological research*. In: *Med Hypotheses*. 6 1980. 233–244.
- Morré, D. J.: *Intracellular vesicular transport. Vesicles, guide elements, and mechanisms*. In: *Axoplasmic Transport*. Ed: Weiss, D. G. Springer Verlag. Berlin Heidelberg 1982. 2–14.
- Mueller-Reichert, T., Verkade, P. Eds.: *Correlative Light and Electron Microscopy. Methods in Cell Biology*. Vol. 111, Academic Press 2012
- Porter, K. R., Anderson, K. L.: *The structure of the cytoplasmic matrix preserved by freeze-drying and freeze-substitution*. In: *European Journal of Cell Biology*. 29 1982. 83–96.
- Ramon y Cajal: *The structure and connexions of neurons. Nobel Lecture* December 12, 1906. Elsevier Science Publishers New York 1967. 221–253
- Ramón y Cajal: *Textura del sistema nervioso del hombre y de los vertebrados*. Two Volumes 1899–1904. (also in French: *Histologie du système nerveux de l'homme and des vertébrés*. Paris 1909). Translated into English as: *Histology of the Nervous System of Man and Vertebrates* (Swanson, N., Swanson, L.W., transl.). Oxford University Press, New York 1995
- Singer, W.: *Das Bild in uns, Vom Bild zur Wahrnehmung*. In: *Bildtheorien, Anthropologische und Kulturelle Grundlagen des Visualistic Turn*. Sachs-Hombach, K. Ed. Suhrkamp Frankfurt am Main 2009. 104–126
- Stöhr, P.: *Mikroskopische Anatomie des vegetativen Nervensystems, Fünfter Teil in Band IV Nervensystem*. In: *Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen. Nervensystem*. V. Möllendorff W Bargmann, W. Eds. Springer Verlag Berlin Göttingen Heidelberg 1957. 687 p.
- Weiss, D. G., Maile, W., Wick, R. A.: *Video Microscopy*. Chapter 8. In: Lacey, A. J. (ed.): *Light Microscopy in Biology: A practical Approach*. IRL Press Oxford 1989. 221–278.





# Logische und metaphysische Grundlagen des Wissens

## Fokus der Forschung

Die Werke von Aristoteles (384 v. Chr.–322 v. Chr.), Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) und Gottlob Frege (1848–1925) sind die drei wichtigsten Meilensteine, die die logische Forschung bis heute zurückgelegt hat.

Die von Frege 1879 als *Begriffsschrift* entwickelte, mathematische Logik ist die Grundlage der modernen mathematischen Logik und aller modernen Programmiersprachen. Für ersteren Einsatz hat Frege sie entwickelt. Sein Ziel war die Begründung der These, dass die Arithmetik frei von jeder Anschauung rein analytisch zu betreiben ist, weil sie es mit logischen Gegenständen zu tun hat. Deswegen nennt er seine Begriffsschrift auch „eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens“.<sup>101</sup> Diese Spra-

che ist maßgeschneidert für die Darstellung unveränderlicher Gegenstände, die nicht in der Erfahrungswelt vorkommen, eben Zahlen.



Fig. 50: *Maragarita Philosophica: Typus Logicae* (© Wikimedia)

<sup>101</sup>Frege: *Begriffsschrift*

Doch die Naturwissenschaft hat es mit alternden, veränderlichen Entitäten zu tun. Die Zelle eines Lebewesens bleibt dieselbe Zelle, auch wenn sie sich verändert, indem sie z. B. Stoffwechsel betreibt. Einer Zahl könnte das nicht passieren. Die Anwendung der Frege'schen Logik auf Entitäten wie Zellen, Pflanzen und Tieren, aber auch Steinen und Planeten macht darum immer wieder Schwierigkeiten.<sup>102</sup> Wenn wir über die Gegenstände der Erfahrungswelt nachdenken, denken wir tempomodal. D. h. wir denken über sie als Gegenstände, die sich verändern und auf verschiedene Weise weiterentwickeln können und dabei ihre Identität aufrecht erhalten. Dieses Denken ist nicht etwa unwissenschaftlich, so wird in der Biologie und anderen Naturwissenschaften gedacht, wenn dort Veränderungen der Natur beschrieben werden.

Die Forschungen und Diskussionen am ZLWWG liegen daher auf dem Schwerpunkt, eine exakte Theorie des tempo-modalen Denkens auszuarbeiten. Als besonders fruchtbar hat sich dabei die Analyse von zeitlichen Strukturen und die Beschreibung natürlicher Prozesse als Ereignisse und Vorkommnisse herausgestellt. Ebenso wichtig und ergiebig war die Beschäftigung mit einer Identitätstheorie, die über diejenige von Leibniz

hinausgeht. Sie beschreibt, wie sich etwas verändern und zugleich seine Identität behalten kann. Die Diskussion über Metaphysik steht in der Moderne völlig unter dem Eindruck von zwei Kritiken: Der denkanalytischen durch Immanuel Kant (1724–1804) und der sprachanalytischen, die durch Frege angestoßen und durch Ludwig Wittgenstein (1889–1951), den „Wiener Kreis“ und dessen Nachfolger weiterentwickelt wurde. Besonders streng aufgefasst scheinen beide Kritiken den Bestand der Metaphysik als philosophische Disziplin zu bedrohen.

Gibt es jedoch Grundlagen der Naturwissenschaften, die mit den ihr eigenen Methoden nicht gelegt werden können? Oder exakter gefragt: Muss, wer Naturwissenschaft treiben will, Annahmen akzeptieren, deren Begründung sich dem Methodenrepertoire der eigenen Disziplin entziehen? Wenn diese Fragen bejaht werden, dann ist Metaphysik die Beschäftigung mit Fragen, die zwar wissenschaftlich sind, aber mit den Methoden der Naturwissenschaft nicht beantwortet werden können (*tà metà tà physiká*).

Es gibt zwei Gründe, die Metaphysik zusammen mit logischen Studien zu betreiben. *Erstens* ist sie anfällig für sprachliche Ungenauigkeiten. Es ist z. B. alles andere als klar, was ungewöhnliche Substantivierungen wie „das Jetzt“, „das Ich“, „das

<sup>102</sup>*Advertising LEIM* → S. 165

Nichts“, Verbalisierungen wie „nichten“ oder Kompartive wie „seien-der“ überhaupt bedeuten und *ob* sie etwas bedeuten. Deswegen muss eine wissenschaftlich ausgerichtete Metaphysik ihre eigene Sprache reflektieren. Logik ist ein gutes Instrument dafür. *Zweitens* haben es die Naturwissenschaften, wie oben erläutert, mit veränderlichen Gegenständen zu tun. Was sich verändert, hat aber eine besondere zeitliche Struktur. Die zeitliche Struktur von Lebewesen kann nicht mit biologischen Methoden untersucht werden und fällt damit unter das, was oben als Metaphysik beschrieben wurde. Diese metaphysischen Überlegungen müssen auch beim Aufbau einer exakten Sprache des tempo-modalen Denkens berücksichtigt werden, womit Metaphysik und Logik hier eng miteinander verzahnt werden.

## Projekte

### Wissenschaft und metaphysisches Weltverständnis

Mit den großen naturwissenschaftlichen Theorien (Kosmologie und Kosmogonie, Evolutionstheorie(n), Relativitätstheorie und Quantentheorie) versuchen die Wissenschaften einen verlässlichen und überprüfbaren Beitrag zum Weltverständnis zu leisten. Dabei herrscht die Auffassung vor,

mit ihren Theorien immer mehr Bereiche des Wissens zusammenzuführen und zu einem einheitlichen Weltverständnis zu integrieren.

Die Frage, inwieweit auch naturwissenschaftliches Wissen und Erkenntnis dem Zeitgeist unterliegen, beschäftigt in der Physik vor allem den Bereich der Geschichte der Relativitätstheorie, in den Biowissenschaften vor allem die Bereiche, die mit Fragen der Evolution beschäftigt sind, aber auch Bereiche, die von immer rascher voranschreitendem Erkenntnisgewinn durch neue Methoden und Geräte gekennzeichnet sind, wie z. B. Zellbiologie, Gentechnik etc. Wissenschaftshistorische Betrachtungen sollen hier helfen, Klarheit in der Frage der Erkennbarkeit und Bewertung von Zeitgeistbeeinflussung zu bringen (Bezüge zum Schwerpunkt 1). Der andere Bereich, in dem wechselseitige Beeinflussungen vorkommen können, ist das Ineinanderfließen und Vermengen von weltanschaulich-metaphysischen mit einzelwissenschaftlichen, vor allem naturwissenschaftlichen Inhalten. Es ist daher wichtig, zu prüfen, ob es möglich und sinnvoll ist, Inhalte beider Richtungen zur vereinen oder ob diese Vermischung, wie vor allem von Naturwissenschaftlern gefordert, grundsätzlich vermieden werden muss und wie sich dann das Verhältnis von Wissenschaft und Philosophie (und Theologie) gestalten kann. Im

Mittelpunkt stehen dabei insbesondere folgende Problemfelder:

*Schöpfung*: Das Verhältnis weltanschaulich-religiöser Erklärungsweisen der Entstehung der Welt, des Lebens und des Menschen zu den naturwissenschaftlichen Erklärungen unterliegt in besonderer Weise einem Wandel, der sowohl vom naturwissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt als auch vom Zeitgeist abhängig ist. Durch die hohe Selbstbetroffenheit des Menschen werden die objektive Abgrenzung der beiden Erklärungsweisen, die notwendige Beschränkung beider auf die ihnen zukommenden Fragenbereiche und die Vermeidung von Zeitgeisteinflüssen, besonders schwierig. Hier ist der Diskurs zwischen Theologen, Philosophen und Naturwissenschaftlern gefragt, um die im Allgemeinen schädlichen fundamentalistischen Ansprüche der weltanschaulichen Gruppen, der Wissenschaft und der Politik zu vermeiden (Kreationismus, Verbot der Relativitätstheorie unter Stalin, Mischurin und Lyssenko als Begründer einer marxistisch-leninistischen Genetik und Züchtungslehre, die „deutsche“ Physik).

*Evolution*: Seit Linné, besonders aber seit Darwin, spielen Fragen zur Stellung der naturwissenschaftlichen Erkenntnis im Verhältnis zu Ansprüchen aus religiösen Kreisen (Evolutionstheorie vs. religiösem Fundamentalismus und Intelligent Design) ei-



Fig. 51: Carl von Linné, aus dem Nachdruck der Erstausgabe der *Systema Naturae* (© ZLWWG)

ne immer größere Rolle. Hier können Beiträge zu den Fragen der Theoriebildung in den Naturwissenschaften sowie zum Problem der Vermischung von vermeintlich naturwissenschaftlichem Wissen mit Zeitgeisteströmungen (Ernst Haeckel, Rassenlehre, Intelligent Design) geleistet werden. Die auch in anderen Gebieten der Wissenschaft oft gestellte Frage nach der Sinnhaftigkeit der Welt und der Zielgerichtetheit (Teleologie) ihrer Entwicklung tritt vor allem bei der Evolutionstheorie mit Macht zu Tage. Während das biologische Ver-



ständnis der Evolutionsmechanismen allenfalls eine innere Teleologie zulässt, im Sinne einer nachträglich beobachtbaren Optimierung der Anpassung der Organismen, wird aus weltanschaulicher Sicht auch die äußere Teleologie postuliert, die einen höheren Verstand als *spiritus rector* erfordern und die Frage nach einem Ziel der Evolution zulassen würde.

*Evolution und Epistemologie:* Es gilt, das erkenntnistheoretische Potential der evolutionstheoretischen, wissenschaftlichen Arbeit für die Erkenntnis von „Wirklichkeit“ kritisch-konstruktiv zu untersuchen. Dabei müssen Perspektiven und Grenzen der Evolutionstheorie profiliert herausgearbeitet werden, damit die „Produkte“ der erkenntnistheoretischen, wissenschaftlichen Arbeit auch zu erkennen und erkenntnistheoretisch ertragreich sind.

*Weltverständnis:* Die zumeist wechselseitige Ablehnung der genuinen Rollen der verschiedenen Einflüsse von theoretischen Richtungen, die zum Weltverständnis beitragen, ist meistens mit fehlenden Kenntnissen über die jeweils andere Seite oder überhaupt mit mangelnder Bildung verknüpft. Besinnung auf die Grundlagen der wissenschaftlichen Wissensbildung, auf die Grenzen ihrer Aussagekraft und auf die Trennung von wissenschaftlichem und weltanschaulichem Gedankengut sowie die Erkennung von Zeitgeistströmungen



Fig. 52: George Richmond : *Portrait of Charles Darwin* (© Richard Leakey and Roger Lewin)

kann hier Klarheit schaffen und überflüssige, Erkenntnisgewinn wenig befördernde Konfrontationen vermeiden. Die Frage, ob die Möglichkeiten der digitalen Wissensspeicherung, die auch einen Abgleich des „Weltwissens“ und die Weitergabe an folgende Generationen erlauben, hier eine grundsätzliche Änderung herbeiführen können, wird bearbeitet.

Die Beschäftigung mit der Frage der Kultur- und Zeit-Invarianz des wissenschaftlichen Wissens in einer physikalisch-biologisch und soziokul-

turell sich dauernd verändernden Welt wird somit ein Ziel der Bemühungen der gesamten Forschergruppe sein.

*Beteiligte Wissenschaftler:*

Olaf Engler, Günther Jirikowski, Stefan Richter, Udo Kern, Dieter G. Weiss, Hans Jürgen Wendel

## Schwerpunktaufsätze

### Das Zebra-Problem

von Martin Lemke

Die Welt, in der wir leben, wird zunehmend mit logischen Mitteln beschrieben. Wir werden in diesem Aufsatz einige Beispiele dafür betrachten. Mit logischen Mitteln sind hier konstruierte Sprachen gemeint. Natürlich ist die Umgangssprache auch konstruiert, denn sie ist von Menschen gemacht. Sie ist jedoch von vielen Menschen beim Benutzen gemacht und damit, genau genommen, das Ergebnis ständiger Improvisation. Die Sprachen, die uns hier besonders beschäftigen, könnte aber ein Einzelner nach einem Plan für einen bestimmten Zweck konstruiert haben. Diese Sprachen erfüllen sehr strenge logische Kriterien, von denen eines das TND-Kriterium ist:

*Jeder Satz trifft entweder zu oder nicht, aber nicht beides.*

„TND“ heißt dieses Kriterium, weil es an das aussagenlogische Gesetz des Tertium Non Datur erinnert. Es ist jedoch metasprachlich formuliert und passt unabhängig von der jeweiligen Syntax auf viele Sprachen. Z. B. kommt „ApNp“ nur in einigen, aber nicht allen Sprachen vor, die das TND-Kriterium erfüllen. Wir wollen in diesem Aufsatz der Frage nachgehen, *ob eine vollständige Beschreibung der Welt, in der wir leben, mit*

*solchen Sprachen möglich ist.*

Stellen wir uns ein Zebra mit Namen „Ziggy“ vor und nehmen wir eine das TND-Kriterium erfüllende Sprache an. In dieser komme ein Satz vor, der dann und nur dann wahr ist, wenn der Satz „Ziggy ist schwarz“ es auch ist. Folglich trifft dieser Satz zu oder nicht, aber nicht beides. Wir wollen bestimmen, was von beidem der Fall ist. Wir wissen, Zebras haben Teile, die schwarz sind und solche, die es nicht sind. Wenn Ziggy schwarz ist, dann muss das etwas mit seinen schwarzen Teilen zu tun haben, denn sonst könnten auch Zitronen, die keine schwarzen Teile haben, schwarz sein. Nehmen wir an, die Dinge stimmen in allem mit ihren Teilen überein. Demnach wären Zebras schwarz, eben weil sie schwarze Teile haben und sie wären auch nicht schwarz, weil sie auch andere, nämlich nicht-schwarze, Teile haben. Ein Widerspruch! Nehmen wir deswegen an, Dinge stimmen in nichts mit ihren Teilen überein. Folglich wären Zebras, weil sie solche Teile haben, nicht schwarz. Weil sie aber auch Teile haben, die nicht schwarz sind und mit diesen nicht übereinstimmen sollen, müssen sie nicht nicht schwarz sein. Es folgt daraus, sie sind schwarz. Ein Widerspruch! Widersprüche folgen nur aus Falschem. Die Annahmen, Dinge stimmen in allem, und sie stimmen in nichts mit ihren Teilen überein, sind darum falsch. Dar-

aus folgt wiederum, dass Dinge in manchem mit ihren Teilen übereinstimmen und in manchem auch nicht. Doch worin?

Vielleicht gibt es eine Regel, die festlegt, welche Eigenarten Dinge von ihren Teilen erben und welche nicht. Michelangelos David ist aus Marmor. Er enthält aber auch Spuren anderer Mineralien, wie z. B. Hämatit. Doch der größte Teil des David ist aus Marmor, weswegen wir das dem ganzen David auch zusprechen würden. Wir wenden also ein Mehrheitsprinzip an. Doch wir bezeichnen auch ein Hemd mit nur einem Fleck, bei dem 99% des Stoffes noch sauber sind, als dreckig. Bei dem Hemd gilt das Mehrheitsprinzip also nicht. Es gibt keine allgemeine Regel, die sagt, ob ein Ding mit seinen Teilen in einer Eigenart übereinstimmt oder nicht.

Wir wollen die Dinge, die eine solche Regel brauchen, „zebrig“ nennen. Etwas ist also zebrig, gdw. es verschiedene Teile hat. Verschieden sind die Dinge, auf die verschiedenen Sätze zutreffen. Dahinter verbirgt sich das Ersetzbarkeitsprinzip nach Leibniz.<sup>103</sup> So sind Gold und Rubin verschieden, weil sich in dem wahren Satz „Gold ist gelb“ „Gold“ nicht durch „Rubin“ ersetzen lässt, ohne dass der Satz falsch wird. Wann immer Dinge verschieden sind, muss

sich ein solcher Satz angeben lassen und wenn er sich angeben lässt, sind sie verschieden. Eine Brosche mit einem Rubin auf einer goldenen Fassung ist zebrig, weil sie aus verschiedenen Teilen besteht.

Diese Überlegung erlaubt die Verallgemeinerung unseres Problems. Es sei ein zebriges  $z$ . Also gibt es ein  $x$  und ein  $y$ , die seine Teile und verschieden sind. Es gibt also einen wahren Satz  $\sigma$ , der falsch wird, wenn wir in ihm „ $x$ “ durch „ $y$ “ ersetzen. Uns fehlt eine Regel, die entscheidet, ob dieser Satz auch wahr ist, wenn wir „ $x$ “ durch „ $z$ “ ersetzen. Dieses  $\sigma$  ist in in unserem Beispiel „ $z$  ist schwarz“ gewesen.  $z$  ist Ziggy und  $x$  und  $y$  schwarze bzw. weiße Streifen. Die Wahrheit von  $\sigma$  und „Ziggy ist schwarz“ können wir nicht logisch schlussfolgern oder durch hinschauen entdecken, sondern müssen sie festlegen. Je nachdem, was wir festlegen, ergeben sich verschiedene Beschreibungen von Ziggy. Weder von der Natur noch von der Logik stehen uns bei Festlegungen Hindernisse entgegen. Dieses Problem, dass die Beschreibungen zebriger Dinge auch von der Willkür abhängen, ist das *Zebra*problem.

Als ich den Vortrag zu diesem Problem auf dem internationalen Ludwig Wittgenstein Symposium 2012 hielt, wurde ich gefragt, ob ich nicht ein Problem erzeuge, wo eigentlich keines ist. Jedenfalls scheint sich kaum

<sup>103</sup>Leibniz: *Non inelegans specimen demonstrandi in abstractis*

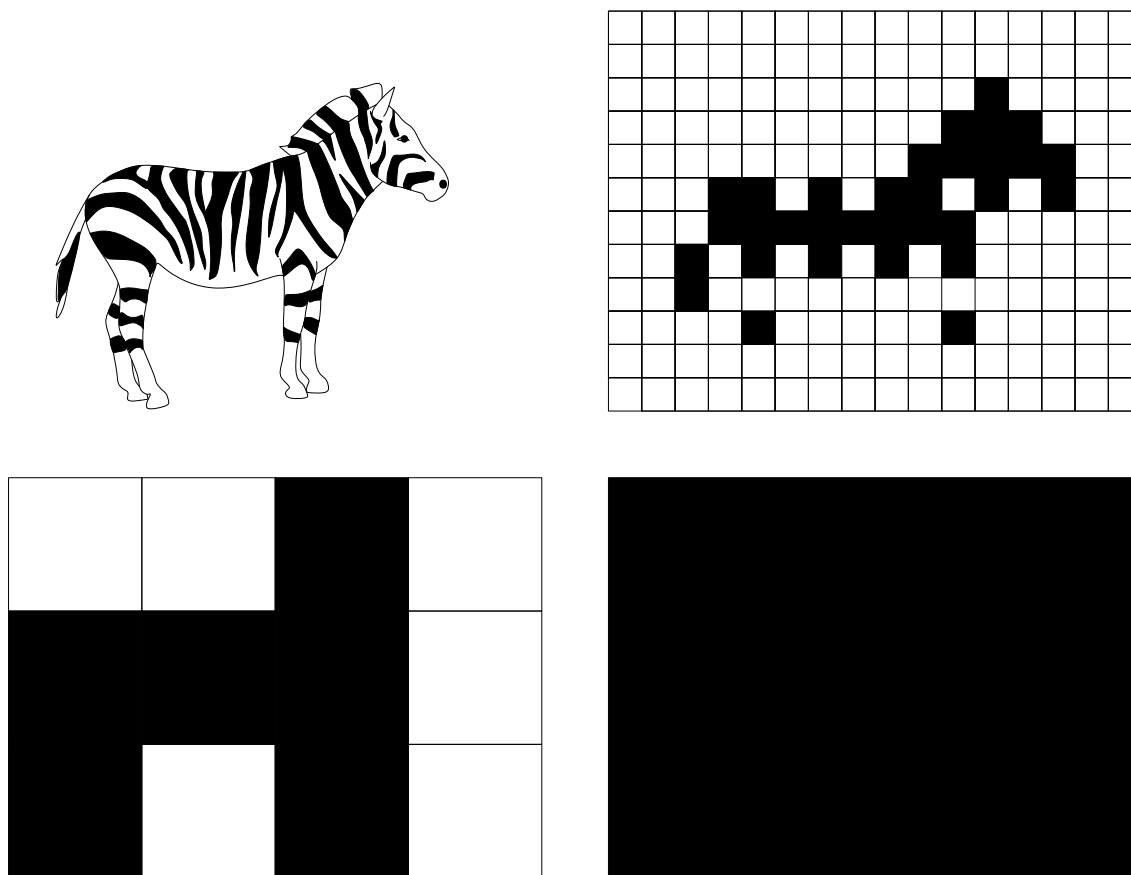


Fig. 53: Ziggy und digitale Darstellungen von ihm in den Auflösungen  $16 \times 12$ ,  $4 \times 3$  und  $1 \times 1$  (© M. Lemke)

jemand dieses Problems bewusst zu sein und es irgendwie als bedrückend zu empfinden. Das liegt daran, dass wir im Alltag Strategien haben, um mit dem Problem umzugehen, ohne uns über sie Rechenschaft abzulegen. Wie Eingangs erwähnt, ist die Alltagssprache etwas, das durch ihren Gebrauch entsteht. Wenn jemand etwas fragt, behauptet oder fordert, haben wir viele verschiedene Möglichkeiten, zu reagieren. Dadurch tritt das Problem in der Alltagssprache auch selten auf und sie erfüllt das TND-

Kriterium oft nicht. Wenn wir jemanden fragen: „Sind Zebras schwarz?“, dann würde ihn das TND-Kriterium zwingen, mit „Ja!“ oder „Nein!“ zu antworten. Niemand wird sich aber ernsthaft zu einer der beiden Antworten genötigt fühlen. Er wird vielmehr sagen, dass sie weiße Streifen haben oder, dass sie teilweise schwarz sind oder, dass sie schwarze Streifen haben. Ich habe es probiert, man bekommt auf die Frage, ob Zebras schwarz sind, alle möglichen Antworten, aber nicht eindeutig „Ja!“ oder

„Nein!“, wie es das TND-Kriterium erfordert. Wirklich gelöst muss das Problem also nur da werden, wo das TND-Kriterium so streng in die Sprache eingebaut ist, dass es nicht mehr möglich ist, dem „Ja!“ bzw. „Nein!“ auszuweichen. Das ist in den modernen Wissenschaften aber häufig der Fall.

Aufnahmen vom tiefsten Inneren der Lebewesen und des Weltalls sind nur noch mit digitalen Verfahren möglich. Es werden sogenannte Pixelgrafiken erzeugt, die auf Listen von Daten basieren. Videodaten, Audioformate, Messreihen von Wettersonden usw. sind aber ebenfalls betroffen. Wir wollen hier nicht auf die technischen Details wie Falschfarbendarstellung, Datenkompression oder die Besonderheiten der verschiedenen Dateiformate eingehen, sondern uns das Zebraproblem anhand digitaler Abbildungen am Beispiel einer primitiven Digitalkamera klarmachen. Der Einfachheit halber wollen wir annehmen, die Kamera könne nur schwarz und weiß abbilden. Das Argument wäre aber mit jeder anderen Zahl von Farben wiederholbar. Denn entscheidend ist, dass jedes Pixel des Bildes eine bestimmte Farbe hat oder nicht, aber nicht beides. In unserem Fall ist es schwarz oder nicht, aber nicht beides. Damit erfüllen die Abbildungen der Kamera das TND-Kriterium.

Zum Abbilden des Zebras steht nur eine begrenzte Anzahl von Pixeln zur

Verfügung. Je weiter weg das Zebra im Bild steht, oder je geringer die Auflösung der Kamera ist, desto weniger Pixel werden es sein. Der schlimmste Fall tritt ein, wenn Ziggy nur durch ein einziges Pixel dargestellt werden muss. In diesem Fall muss die Kamera entscheiden, ob sie dieses Pixel schwarz färbt oder nicht. Die Kamera entscheidet das nach dem Algorithmus, den der Programmierer vorgesehen hat. Genau genommen entscheidet also der Programmierer, ob Ziggy durch ein schwarzes oder weißes Pixel dargestellt werden soll. Das Aussehen des Bildes wird also nicht nur vom Zebra, sondern auch vom Programmierer bestimmt. Je nachdem, wie er den Algorithmus schreibt, ergeben sich verschiedene Abbildungen desselben Gegenstandes. So gesehen steckt in einer Pixelgrafik Willkür. Allerdings keine Willkür im negativsten Sinn des Wortes. Es ist nur so, dass das Bild nicht von selbst entsteht, sondern sein Aussehen von Entscheidungen seiner Erzeuger abhängt.

Ein kluger Programmierer wird deswegen so vorgehen, dass er an seinem Algorithmus arbeitet, dann damit einige Bilder macht und diese mit dem Original vergleicht. Er wird die Regeln für die Farbzuweisung der Pixel dabei zunehmend so verfeinern, dass das Bild einem Zebra immer ähnlicher wird. Die Farbzuweisungsalgorithmen werden im Zuge der Kame-



Fig. 54: Alle Bilder zeigen Ziggy. Sie unterscheiden sich nur in der Regel, nach der die Pixel ihre Farbe von ihm erben. (© M.Lemke)

raentwicklung von Modell zu Modell immer weiter verfeinert werden und so sind die tollen Kameras entstanden, die wir heute kaufen können.

Schwierig wird es jedoch, wenn das Bild, das die Kamera erzeugt, nicht mehr mit dem Original verglichen werden kann, weil das Original ohne Kamera überhaupt nicht sichtbar ist. Das tiefste Innere der Zellen und des Weltraums kennen wir nur noch aus Pixelgrafiken. Ein Vergleich dieser Bilder mit den Dingen, die sie zeigen, ist nicht mehr möglich. Die digitalen, mit Willkür behafteten Bilder sind alles, was wir von vielen Objekten kennen. Der Biologe, der Zellen mit digitalen Bildern erforscht, ist in einer ähnlichen Lage wie jemand, der Sonnenblumen nur auf Grundlage von van Goghs herrlichem Gemälden erforschen würde. Wer nie echte, sondern nur van Go-

ghs Sonnenblumen kennt, kann nicht entscheiden, welche Details des Bildes wichtig für die Anatomie der Sonnenblume ist und welche nicht. Es gibt verschiedene Techniken, um mit diesem Zustand umzugehen. Erstens kann der Forscher seine digitalen Kameras zuerst an Objekten prüfen, die er noch einfach so sehen kann. So könnte er z.B. seine astronomische Kamera erst einmal am Mond testen und die Fotos selbst mit dem Teleskop vergleichen. Wenn die Kamera gute Bilder des Mondes macht, ist es sehr wahrscheinlich, dass sie auch gute Bilder von Objekten macht, die der Forscher nicht mehr selbst sehen kann. Er könnte außerdem verschiedene Abbildungsverfahren auf einmal verwenden. Er könnte z.B. mehrere ganz verschiedene Kameras benutzen, die in verschiedenen Lichtspektren arbeiten und deren Bilder auf Gemein-

samkeiten vergleichen usw. Wir könnten uns noch weitere technische Strategien zum Umgang mit dem Problem ausdenken, aber das ist nicht unsere Frage. Unsere Frage ist, ob eine vollständige Beschreibung der Welt, in der wir leben, mit Sprachen möglich ist, die das TND-Kriterium erfüllen. Es geht nicht darum, ob so eine Beschreibung praktikabel, mit vertretbaren Kosten oder einfach herzustellen ist, sondern um die Frage, ob es zumindest theoretisch möglich ist, so eine Beschreibung herzustellen.

Es gibt verschiedene Techniken um mit diesem Zustand umzugehen. Erstens kann der Forscher seine digitalen Kameras zuerst an Objekten prüfen, die er noch einfach so sehen kann. So könnte er z. B. seine astronomische Kamera erst einmal am Mond testen und die Fotos selbst mit dem Teleskop vergleichen. Wenn die Kamera gute Bilder des Mondes macht, ist es sehr wahrscheinlich, dass sie auch gute Bilder von Objekten macht, die der Forscher nicht mehr selbst sehen kann. Er könnte außerdem verschiedene Abbildungsverfahren auf einmal verwenden. Er könnte z. B. mehrere ganz verschiedene Kameras benutzen, die in verschiedenen Lichtspektren arbeiten und deren Bilder auf Gemeinsamkeiten vergleichen usw. Wir könnten uns noch weitere technische Strategien zum Umgang mit dem Problem ausdenken, aber das ist nicht unsere Frage. Unsere Frage ist, ob eine

vollständige Beschreibung der Welt, in der wir leben, mit Sprachen möglich ist, die das TND-Kriterium erfüllen. Es geht nicht darum, ob so eine Beschreibung praktikabel, mit vertretbaren Kosten oder einfach herzustellen ist, sondern um die Frage, ob es zumindest theoretisch möglich ist, so eine Beschreibung herzustellen.

Ludwig Wittgenstein skizziert in seinem *Tractatus Logico-Philosophicus* eine das TND-Kriterium erfüllende Sprache. Aber mehr noch, er stellt eine Theorie auf, wie eine exakte Beschreibung der Welt mit so einer Sprache möglich sein soll. Wittgenstein sagt über die vollständige Beschreibung der Welt:

„Die Welt ist vollständig beschrieben durch die Angaben aller wahren Elementarsätze plus die Angabe, welche von ihnen wahr sind.“<sup>104</sup>

Mit „vollständig“ meint Wittgenstein, dass sich keine weiteren Informationen über die Welt geben lassen. Eine vollständige Beschreibung passt nur auf eine einzige Welt. Träfe sie auf zwei verschiedene Welten gleichermaßen zu, dann würde sie die Unterschiede zwischen diesen beiden Welten vernachlässigen und wäre damit nicht vollständig. Vollständige Beschreibungen treffen also niemals auf mehrere verschiedene Dinge zugleich zu. Allgemein gesagt: Eine

<sup>104</sup>Wittgenstein: *Tractatus logico-philosophicus*, 4.26



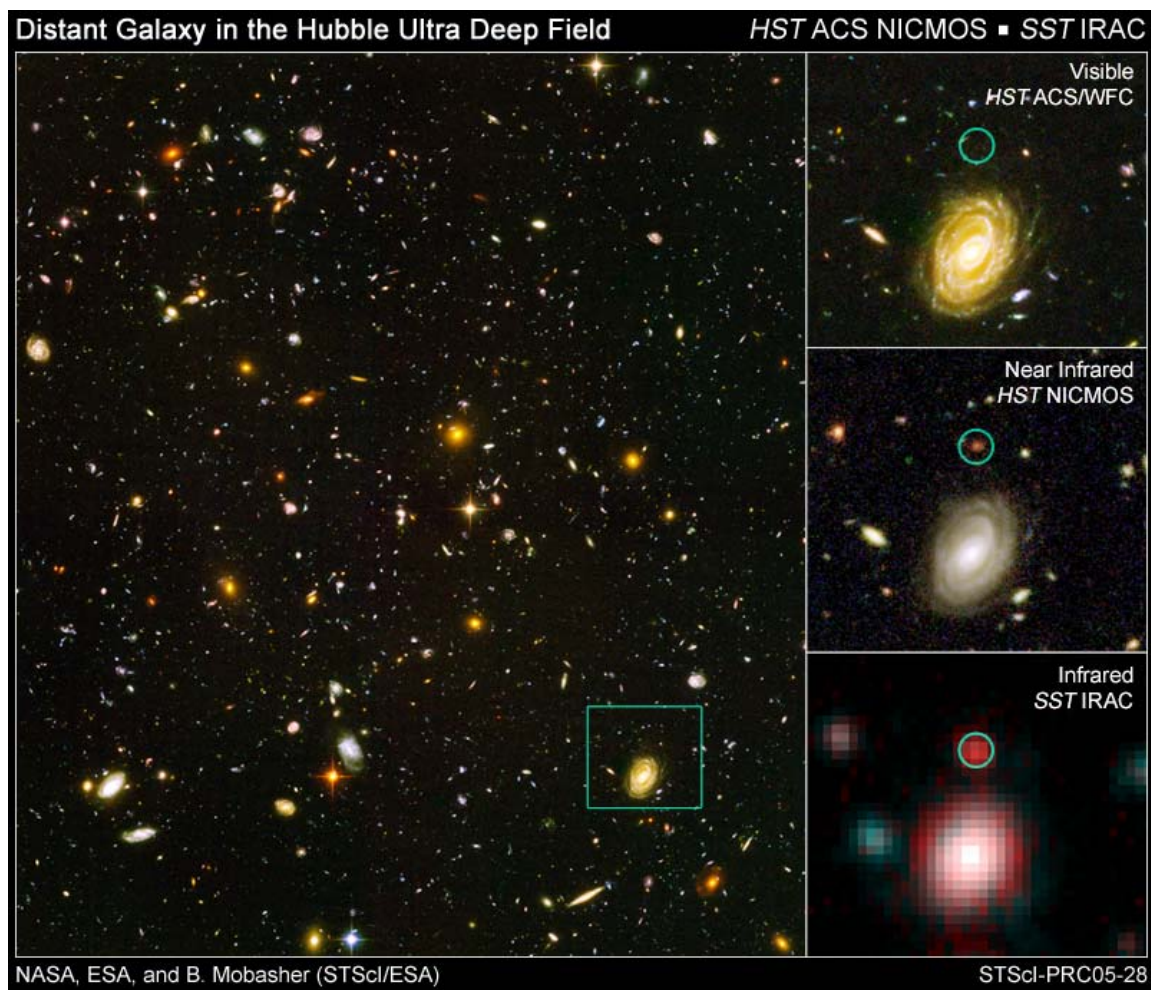


Fig. 55: Pixelgrafiken weit entfernter Galaxien (© Wikimedia)

Satzmenge  $\Sigma$  ist eine vollständige Beschreibung von  $x$ , gdw. es kein von  $x$  verschiedenes  $y$  gibt, derart, dass  $S$  nur einen falschen Satz enthielte, wenn man in jedem ihrer Sätze „ $x$ “ durch „ $y$ “ ersetzt. Wir könnten uns vorstellen,  $\Sigma$  enthielte alle wahren, und die Negationen aller falschen Elementarsätze. Dann wäre  $\Sigma$  nach Wittgenstein eine vollständige Beschreibung der Welt. Wieso ermöglichen uns die Elementarsätze dies?

„Ist der Elementarsatz wahr, so besteht der Sachverhalt; ist der Elementarsatz falsch, so besteht der Sachverhalt nicht.“<sup>105</sup> [...] Die Gesamtheit der bestehenden Sachverhalte ist die Welt.“<sup>106</sup>

Ist alles über alle Sachverhalte gesagt, dann ist auch alles über die Welt gesagt. Alle wahren Elementarsätze sagen alles über alle bestehenden, und

<sup>105</sup>ebd.: 4.25

<sup>106</sup>ebd.: 2.04

die Negationen aller falschen Elementarsätze über die nicht bestehenden Sachverhalte.

„Ziggy ist schwarz“ ist aber kein Elementarsatz. Denn er könnte bei derselben Konstellation der Sachverhalte, je nach Festlegung, wahr oder falsch sein. Demnach sollten die Elementarsätze nicht von zebri- gen Dingen sprechen. Das ist der Fall, denn Sachverhalte sind in Wittgensteins Theorie Verbindungen von Gegenständen und über Gegenstände schreibt er, sie seien einfach.<sup>107</sup> Er erläutert dies zwei Sätze weiter und sagt, dass Gegenstände nicht zusammengesetzt sind. Gegenstände im Sinne Wittgensteins sind folglich nicht zebri- g. Denn wären sie es, dann hätten sie verschiedene Teile und wären aus diesen zusammengesetzt. Zebri- ge Dinge würde er „Komplexe“ nennen. „Ziggy ist schwarz“ ist kein Elementarsatz, weil Ziggy kein Gegenstand, sondern ein Komplex ist. Beschreibungen von Komplexen, so Wittgenstein, lassen sich aber immer in Elementarsätze zerlegen. Damit entgeht er tatsächlich dem Zebra- problem. Denn komplizierte Dinge, wie Zebras, Bäume, Planeten und am Ende die ganze Welt, werden beschrieben, indem man ihre nicht zebri- gen Teile beschreibt.

Für diesen Erfolg muss er zwei Annahmen machen. Erstens, dass die

Welt vollständig in nicht-zebrige Dinge zerlegt werden kann. Zweitens, dass die zebri- gen Dinge ohne Informationsverlust durch ihre kleinsten, nicht zebri- gen Bestandteile beschrieben werden können. Atomismus und Reduktionismus sind die passenden Ismen.

Beide Annahmen sind keine Thesen über die Sprache, sondern über die Welt. Wittgenstein leitet vermutlich folgende Überlegung: Die Sprache, die die Welt beschreibt, ist ein Teil von ihr. Damit die Sprache die Welt beschreiben kann, muss sie ihr ähnlich sein. Es muss also eine Gemeinsamkeit zwischen Sprache und Welt geben. Da die für eine Beschreibung am besten geeignete Sprache aus Elementarsätzen aufgebaut ist, muss die Welt aus etwas den Elementarsätzen korrespondierendem – nämlich Sachverhalten – aufgebaut sein. Aus der Form der Sprache entnimmt er also Erkenntnis über die Form der Welt. Ich halte das aus zwei Gründen für falsch.

Erstens ist die Sprache nur zufällig ein Teil der Welt, über die sie spricht. Wir können auf deutsch Welten beschreiben, in denen niemand diese Sprache spricht. J.R.R. Tolkien hat z. B. auf Englisch eine Welt beschrieben, in der niemand Englisch spricht. Englisch ist kein Teil jener Welt. Die Sprache ist also nicht immer Teil der Welt, über die sie spricht, aber immer Teil der Welt, in der wir leben. Wenn

<sup>107</sup>vgl. ebd.: 2.01 und 2.02

wir einen Satz wie „Iluvater erschuf die Welt“ sagen, ohne dass etwas Weiteres gesagt wäre, dann beziehen wir ihn auf die Welt, in der wir leben. Das ist sozusagen der Default. Wir können diesen Default aber ändern, indem wir den Satz irgendwo zwischen zwei Buchdeckel einer Fantasiegeschichte schreiben. In der Geschichte von Tolkien ist der Satz wahr, in der Welt, in der wir leben, ist er falsch. Die Sprache ist nicht Teil der Welt, die sie beschreibt, sondern der Welt, in der beschrieben wird. Häufig, aber nicht immer, ist die Welt, in der beschrieben wird zugleich die beschriebene Welt. Das ist der Fall, wenn wir die Welt beschreiben, die wir bewohnen. Die Sprache ist zudem nicht direkt an eine Welt geheftet, sondern an uns, weil es unsere Sprache ist. Die Sprache klebt ihren Sprechern an den Hacken.

Zweitens muss die Sprache nicht unbedingt den Atomismus mit der Welt gemeinsam haben. Der sprachliche Atomismus hat andere Gründe. Was für den weißen Mann der Ruf eines Käutzens ist, ist für die Indianer das Signal zum Angriff. Ein Stamm taubstummer Indianer täte jedoch nicht gut daran, den Käutzchenruf zum Angriffssignal zu bestimmen, weil er dieses Signal weder geben noch vernehmen könnte. Die Sprache muss so beschaffen sein, dass wir sie sprechen und schreiben bzw. hören und lesen können. Der Aufbau von Idealsprachen mit Elementarsät-

zen oder atomaren Sätzen und Pixeln hat nichts mit der Beschaffenheit der Welt zu tun, sondern ist unseren beschränkten Fähigkeiten zu lesen und schreiben geschuldet. Stellen wir uns vor, es gäbe keine Elementarsätze. Jeder Satz wäre also wiederum in neue Sätze zerlegbar. Die Welt hindert uns nicht daran, solche Sätze gelten zu lassen. Allein, wir könnten solche Sätze nicht schreiben oder lesen. Denn wenn jeder Satz in Sätze zerteilbar ist, besteht jeder Satz aus unendlich vielen Sätzen, so wie eine Linie aus unendlich vielen Linien besteht. Menschen sind endlich und können nur endlich viele Wörter mit je endlich vielen Buchstaben in ihrem endlichen Leben lesen oder schreiben. Nicht die Welt zwingt uns, unsere sprachlichen Mittel auf elementare Zeichen oder Elementarsätze zu begrenzen, sondern unsere Möglichkeiten zwingen uns dazu.

Was man Wittgenstein vorwerfen kann, ist Anthropomorphismus. Der Elementarsatzaufbau der logischen Sprachen ist der Verfassung des Menschen geschuldet. Dass die Sätze in der Welt vorkommen, in der wir leben, hat ebenfalls nichts mit dieser Welt zu tun, sondern mit uns. Was nützte es uns, wenn unsere Sprache nicht da ist, wo wir sind und wer soll sie sprechen, wenn sie woanders ist? Wittgenstein schließt daraus, dass die Sprache dem Menschen angemessen ist, darauf, wie die Welt beschaffen ist, als hätte sie

sich für unsere sprachlichen Möglichkeiten passend zurecht gemacht. Aber warum sollte sie das tun? Ein Satz aus der Einleitung von Humes *Treatise* soll darum das Schlusswort sein: „Tis evident, that all the sciences have a relation, greater or less, to human nature; and that however wide any of them may seem to run from it, they still return back by one passage or another. Even Mathematics, Natural Philosophy, and Natural Religion, are in some measure dependent on the science of Man; since they lie under the cognizance of men, and are judged of by their powers and faculties.“<sup>108</sup>

*Literatur:*

- Hume, D.: *Treatise of Human Nature*. Oxford 1888.
- Leibniz, G.W.: *Non inelegans specimen demonstrandi in abstractis*. In: *Grundlagen des logischen Kalküls*. Hamburg 2000.
- Wittgenstein, L.: *Tractatus logico-philosophicus*. Frankfurt am Main 1963.

---

<sup>108</sup>Hume: *A Treatise of Human Nature*, S.XIX

**Advertising LEIM**

von Bertram Kienzle, Martin Lemke

*Abstract*

LEIM theory is a system which is built after the model of our everyday tempo-modal speech. Elementary LEIM sentences contain modal verbs as well as non-modal ones, in different grammatical aspects and tenses, thus we can say things like „Tal must win“, „Tal has won“, „Tal is winning“, „Tal is going to win“, „Tal will win“, „Tal might win“, „Tal can win“, etc. The verbs „must“, „is“ and „can“ are not treated as a special sort of sentence operators, but rather as copulae. LEIM semantics uses an interpretation function whose range consists of episodes and individuals in space and time which are not „ready made“, taken from a non-empty domain (universe of discourse), but are event-ontological constructions built out of tempo-modal moments and a two-place relation between them. Using models, consisting of a non-empty set of tempo-modal moments, an earlier/later relation and an interpretation function, we are able to formulate the truth-conditions for elementary temporal LEIM sentences as well as their modifications and the truth-conditions for tense-logical formulae like „It has been the case that  $p$ “ from them.

*Mathematical logic and tempo-modal thinking*

In 1879, Frege constructed his conceptual notation,<sup>109</sup> which he based on the formal language of arithmetic. Since he wanted to show that arithmetic is logic and Kantian intuition does not play any role in the foundation of arithmetic. He invented a language that was not concerned with space and time. Moreover, he did not include modality which he took to belong to epistemology. To assert a proposition to be necessary does not add anything to its conceptual content, but hints at one's reasons for judging it to be true.<sup>110</sup> In the end, Frege came by a language which is customized for dealing with numbers and other kinds of entities not in space and time. Hence we should not be surprised that we get into trouble, when we try to apply his language to our tempo-modal thinking. An infotaining example for this kind of trouble, is the so called flux-argument:

Take a cat, name her „Tibbles“, call her tail „Tail“ and the remainder „Tib“. <sup>111</sup> At a certain time  $t$ , tibbles is a normal cat with a beautiful tail. Then comes the accident, in which Tibbles loses her tail. Fortunately she survives, but at any time  $t'$  later than  $t$  she

<sup>109</sup>Frege: *Begriffsschrift*

<sup>110</sup>Frege: *Begriffsschrift*, §4

<sup>111</sup>The argument was formulated often before. This version is taken from Simons: *Parts*.

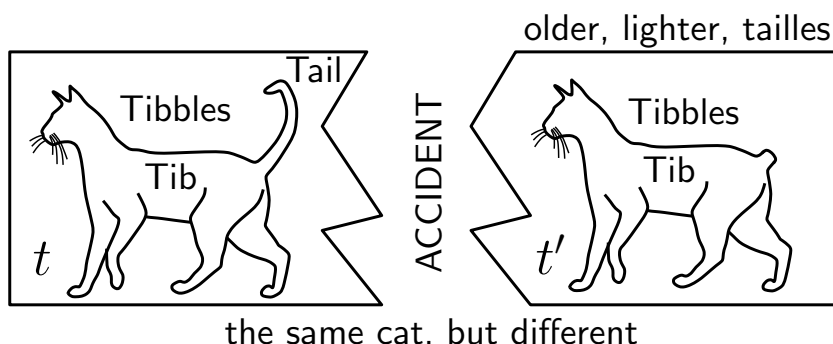


Fig. 56: Poor tibles (© M. Lemke)

is tailless.

At  $t$  Tibbles and Tib were different, because one of them had a tail and the other did not.

(1) Tibbles at  $t \neq$  Tib at  $t$ .

But on  $t'$ , Tib and Tibbles are the same, because Tibbles lost her tail and we defined Tib to be the remainder.

(2) Tibbles at  $t' =$  Tib at  $t'$ .

Since both Tibbles and Tib exist at both  $t$  and  $t'$ , we have:

(3) Tibbles at  $t =$  Tibbles at  $t'$ .

(4) Tib at  $t =$  Tib at  $t'$ .

Whence by transitivity and symmetry of identity it follows from (2, 3, 4):

(5) Tibbles at  $t =$  Tib at  $t$ .

But this contradicts (1).

What went wrong? Logically the argument is impeccable. But (3) and probably also (4) are wrong premises. Tibbles at  $t'$  is older than Tibbles at  $t$ . Because she is a living being, she inhaled oxygen and metabolized it into carbon dioxide. Due to the accident, she lost her tail, thereby losing

weight. So there are many differences between Tibbles at  $t$  and Tibbles at  $t'$ . But the identity expressed by „ $=$ “ is complete absence of differences. Leibnizian identity is characterized by the Principle of Substitutivity.<sup>112</sup> According to this principle,  $A$  and  $B$  can only be identical if, and only if, everything true we could say about  $A$  could be repeated about  $B$  without thereby committing an error. We are right in saying that Tibbles at  $t$  has a tail, but wrong, if we say that Tibbles at  $t'$  has a tail. Therefore, by the Principle of Substitutivity, Tibbles at  $t \neq$  Tibbles at  $t'$ .

Frege endorsed a Leibnizian theory of identity.<sup>113</sup> This does not cause any problem in a mathematical, timeless context. But in a tempo-modal context, Leibnizian identity is forfeited by every change we and Tibbles undergo. No doubt, there is identity bet-

<sup>112</sup>Leibiz: *Non inelegans specimen demonstrandi in abstractis*

<sup>113</sup>Frege: *Begriffsschrift*, §8

ween Tibbles at  $t$  and Tibbles at  $t'$  – relative identity. Tibbles at  $t$  and at  $t'$  share the same life (as Locke held)<sup>114</sup> or, equivalently, the same origin in space and time (as was advocated by Hobbes<sup>115</sup> and made popular in our days by Kripke)<sup>116</sup>; they are one and the same cat, one and the same natural individual. This kind of identity is a ternary relation, whereas Leibnizian identity has only two places.

The third place of relative identity is to be filled in with a sort or type of things. By varying it we could say things like „A is the same cat as B“, „A is the same living being as B“, „A is the same piece of matter as B“, „A is the same planet as B“, „A is the same thingamabob as B“, and so on. The criteria of relative identity differ from sort to sort. For example, Tibbles at  $t$  and at  $t'$  are the same cat and the same living being but not the same piece of matter. This is a good justification for calling this kind of identity „relative“ and the Leibnizian one „absolute“.

The logic of identity is only a detail in mathematical logic. We can stick to absolute, Leibnizian identity as long as there is no need for bringing in time and modality. Actually, tempo-modal thinking is not alien to scientists. Living beings undergo changes during their whole li-

ves, and there are many things that could happen to them. Biology slang is full of tempo-modal phrases. Astronomers talk about the development of galaxies. Geologists think about what could happen when an earthquake would shatter the coast of Japan. Sociologists and economists think about what people might do, if they had to choose between egoism and altruism.

Although philosophers achieved some progress by enriching Frege's conceptual notation or, rather, its follower languages with tense and modal operators, we have to go beyond ordinary tense and modal logics if we want logic to cope with both our everyday and scientific speech about things in space and time. For this purpose, we shall build a language which is customized after the model of our tempo-modal thinking. We suggest to call it „LEIM language“.

### *World and language*

Which methods are suited for our project? LEIM theory is a philosophical logic. On the one hand, arguments of nearly three thousand years of philosophy and science provide an invaluable amount of criteria against which to check the adequacy of our theory. On the other hand, the analysis of language is a successful method of modern logic. How do both hands cooperate?

Let us remember the fascinating argument from the beginning of Descar-

<sup>114</sup>Locke: *An Essay Concerning Human Understanding*, II.xxvii.46, 8, 10

<sup>115</sup>Hobbes: *De corpore*, chap. 11

<sup>116</sup>Kripke: *Naming and necessity*, p. 313f.

<i>Tibbles at t</i>	is the same	<i>cat</i>	as	<i>Tibbles at t'</i>
<i>Hesperos</i>	is the same	<i>Planet</i>	as	<i>Phosphoras</i>
<i>Scott</i>	is the same	<i>person</i>	as	<i>the author of Waverly.</i>
...	is the same	...	as	...
<i>Cicero</i>	is the same as			<i>Tully.</i>
...	is the same as			...

Fig. 57: Syntactic differences between absolute and relativ identity

tes' second meditation:

„Adeo ut, omnibus satis superque pensitatis, denique statuendum sit hoc pronuntiatum, Ego sum, ego existo, quoties a me profertur, vel mente concipitur, necessario esse verum.“<sup>117</sup>

Note, that Descartes did not claim that the sentence „I am, I exist“ is necessarily true. He added the condition, that the sentence be uttered or thought. Thus we are envisaging a necessity that consists in truth upon every verbal or mental use. It is a main challenge of the LEIM project, to develop tools for coping with such sentences and with words like „I“, „am“ and „exist“. Mathematical logicians do not deal with these words or any *Ersatz* for them. This is another main difference between mathematical logic and the language of the tempo-modal thinking.

Before meeting this challenge, we shall have a look at an area of construction: LEIM uses natural language

as a syntactical model. In semantics the situation is different. Usually, a natural language sentence is true with respect to the world we live in. By reverse engineering, the truth-conditions of LEIM sentences are formulated in analogy to their natural language counterparts. For the time being, these truth-conditions are drafted in set-theoretical language. Therefore we come by a set-theoretical structure, modelling the tempo-modal structure of the world we live in.

It is not clear how to interpret a set-theoretical description of the tempo-modal structure of the world. Things in space and time are neither sets nor do they have elements. Sets are mathematical objects that do not change. As a matter of fact, things in space and time have no elements but parts. So does time. Days, for example, are parts of weeks, and summer is a part of the year. Thus mereology appears to be better suited to describe the tempo-modal structure of the world.

<sup>117</sup>Descartes: *Meditationes de prima philosophia*, S.25



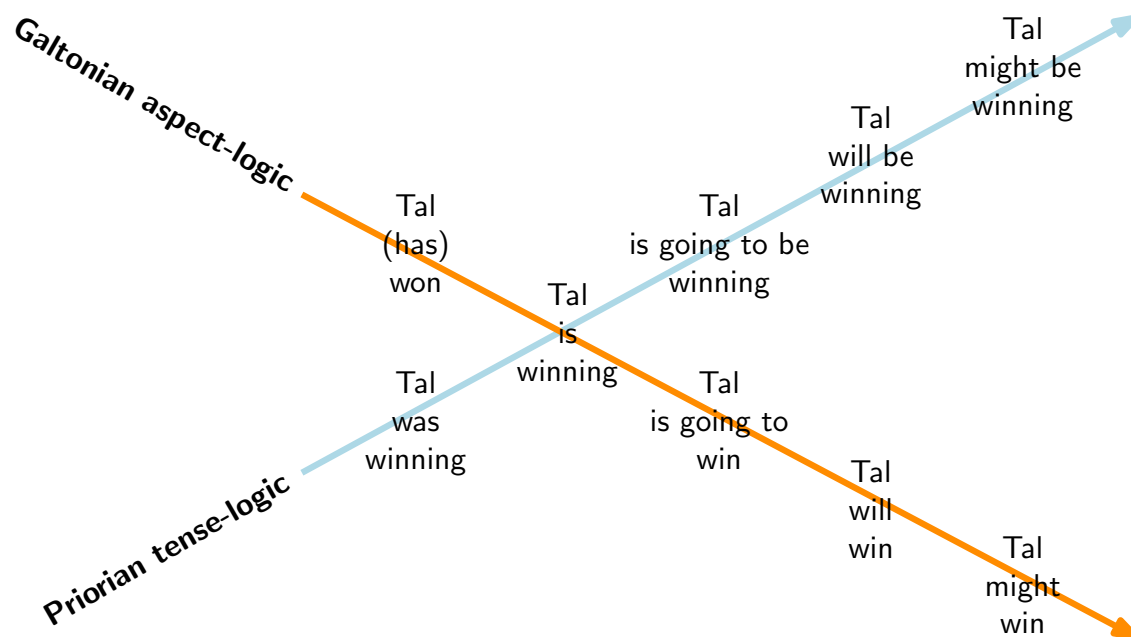


Fig. 58: Cross of time (© B. Kienzle und M. Lemke)

Formal mereology is the theory of a binary relation between something we naturally call „part“ and something we naturally call „whole“. If we want to apply mereology to the world, we need an appropriate definition for „is part of“. Traditionally this definition is given implicitly, that is, some axioms are formulated. They not justified with respect to the world we live in.

Originally, Stanisław Leśniewski formulated them in competition to Frege's conceptual notation. They were introduced as a new system for the foundations of mathematics.<sup>118</sup> Thus formal mereology and its axioms reveal to be customized for mathemati-

cal and not for tempo-modal thinking. In the last years we tried to find out whether the axioms are fulfilled in our tempo-modal world. Chemists make use of the litmus-test to tell acids from non-acids. We need a „litmus-test“, not only for telling whether something is a part or not, but for ascertaining what is part of what.

A possible test to decide whether the branch of a tree is a part of it or not is to buck it. But not only the branches that once will be bucked are parts of trees. Being bucked is not essential to being part of the tree. It is completely sufficient that the branch might be bucked some day or other. Thus we could say: A branch is a part of a tree, if it *might get bucked* from the tree. This is a specimen of tempo-modal

<sup>118</sup>Leśniewski: *Neues System der Grundlagen der Mathematik*

thinking. Obviously, we think of trees and their branches as having alternative futures.

*Tal might win*

Let us now leave the grounds of construction and try to give a logical analysis of „I am“. As a first step, we shall investigate the cross of time, which combines the two versions of the A-series of time, with which are familiar today ( $\rightarrow$ Abb. 58). The blue arrow shows the A-series studied in Priorian<sup>119</sup> tense-logic and the orange arrow the A-series studied in Galtonian<sup>120</sup> aspect-logic.

Our temporal cross is best suited to explain Aristotele's claim that „he is living“ and „he has (already) lived“ go together,<sup>121</sup> while „he is building“ and „he has (already) built“ do not.<sup>122</sup> It naturally invites interpretation of it as a claim about the temporal relation between the very center and the orange tail of the branch of the cross. How should we conceive of the temporal texture of a being, satisfying Aristotle's claim? Intuitively speaking, whenever such an entity is occurring, there is another occurrence of it which lies in the past.

Let's call entities exhibiting this property „entelic“. The opening of a

door, for example, is an entelic event. For whenever we are opening it to a certain degree we already have opened it to a lesser degree. Entelic events are not the only ones in our daily lives; they abound with non-entelic entities as well. We are surrounded by all sorts of artifacts. A house is a case in point. A house under construction is not yet a house, but is becoming one, whereas a growing horse is not becoming a horse, but is already one. Of course, there is an important temporal difference between entelic events in general and natural individuals in particular. The former are repeatable; there are door openings in the morning and door openings in the evening, there are openings of main entrances and openings of car doors, etc. Natural individuals, though, are singular. There is but one Michail Nechem'evič Tal (1936–1992, World Chess Champion 1960–61).

Most important are the identity conditions of natural individuals. Young Tal and old Tal differ in age. Therefore they cannot be identical in the absolute, Leibnizian sense. But sharing the same life or, equivalently, the same origin in space and time, they are one and the same man, one and the same natural individual. The same applies to complete worlds. They are natural individuals, which are the same individual if, and only if, they share the same origin in space and time. This origin is not preceded

<sup>119</sup>Prior: *Past, Present and Future*

<sup>120</sup>Galton: *The Logic of Aspect*

<sup>121</sup>Aristotle: *Metaphysica*, 1048b27

<sup>122</sup>Aristotle: *Metaphysica*, 1048b31

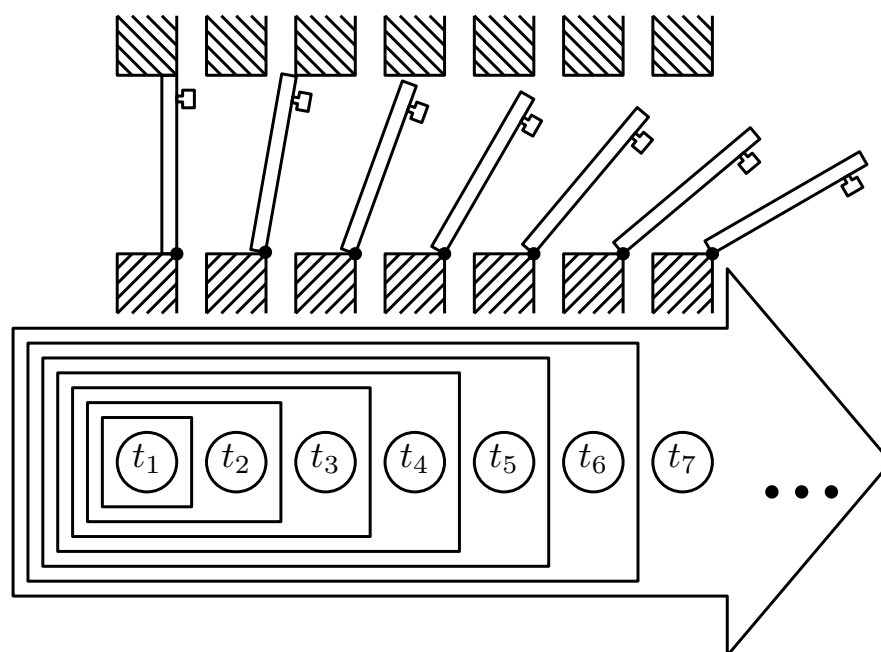


Fig. 59: The opening of a door as seen from above is an example for an entelic temporal structure. (© M. Lemke)

by any other moment of time, but lies in the farthest most past.

Individual identity is a kind of relative identity. It will play a major role in the reference task of LEIM language. It enables natural individuals to face alternative future developments. So I might stay here in Rostock for another year, or I – one and the same Bertram Kienzle – might go back to the Black Forest. And, of course, there are many more options open to me. All of them are equally options of the world we inhabit. The world in which I stay for another year and the world in which I leave for Black Forest, are one and the same world.

Having outlined the event ontology underlying everyday tempo-modal

discourse, we should say something about its syntax and hence about the syntax of LEIM language. But for spatial constraints, we can do this only *en passant*, while giving the truth-conditions of a couple of the most elementary LEIM sentences. Let me begin by discussing, as a first example, the truth-conditions for the weakest future sentence „Tal might win“.

Usually, truth-conditions are given in terms of a model, that is an ordered pair consisting of a non-empty domain and an interpretation function. We shall replace the former with a tempo-modal frame, which contains the complete material from which we shall construct all the entities in the range of the interpretation functi-



Fig. 60: Tal might win (© Wikimedia)

on. Tempo-modal frames consist of a non-empty set  $T$  and a two-place relation  $<$  on it.  $T$  is to be thought of as a set of tempo-modal moments,  $<$  as the earlier/later relation on  $T$ . The reason for calling the elements of  $T$  „tempo-modal“ is that the earlier/later relation need not be linear; in fact, we shall not require anything more restrictive than it be two-placed.

The interpretation function  $\mathfrak{I}$  maps LEIM individual constants onto individuals on  $\langle T, < \rangle$  and LEIM radicals, i. e. infinitives clear of everything concerning tense, aspect, or modality, onto events on  $\langle T, < \rangle$ . There are two re-

asons for relativizing  $\mathfrak{I}$  to a context of use  $\langle u_\pi, u_t, u_w \rangle$ . Firstly, LEIM language contains indexicals; secondly, the reference of most words depends on the context of their use in language<sup>123</sup> (exceptions are, for instance, logical particles). The important difference between indexicals and non-indexicals consists of the fact that the referents of the former must be found in context, whereas the referents of the latter may, but need not. So the referents of the singular term „Tal“ and the radical „to win“ can, but the referent of the first person pronoun „I“ must lie in context. For contexts comprise at least a speaker  $u_\pi$ , a time  $u_t$ , and a world  $u_w$ , all of which are entities on  $\langle T, < \rangle$ . The person  $u_\pi$  is what we refer to when using the word „I“, the moment  $u_t$  is what we refer to when using the word „now“, and the world  $u_w$  is what we refer to when using the term „the actual world“. The world  $u_w$  must not extend beyond  $u_t$  because the future of the actual world is not, but will become, actual.

„Tal might win“, the sentence to be evaluated, is formulated in the present tense and in the prospective aspect, that is, the point of view from which it is to be evaluated, is situated in the present and precedes a complete occurrence of the event described by the predicate. The evaluation must take

<sup>123</sup>Wittgenstein: *Philosophische Untersuchungen*, §43

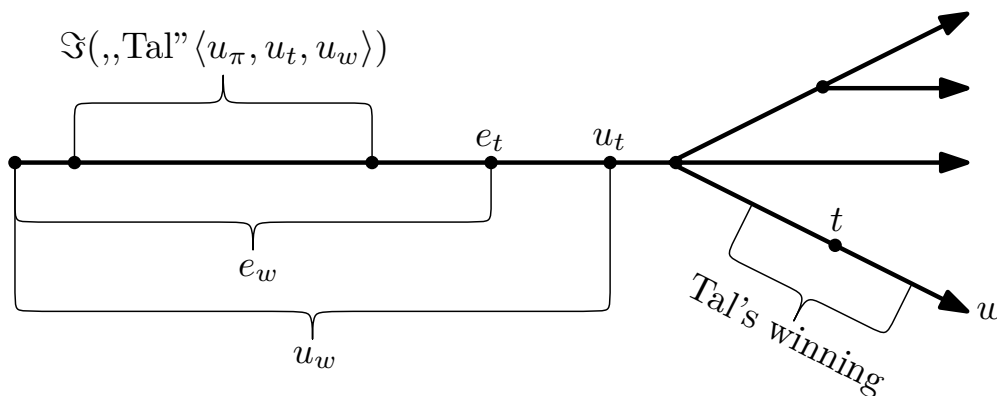


Fig. 61: Diagramm that fulfills „Tal might win.“

into account the context  $\langle u_\pi, u_t, u_w \rangle$  in which the sentence „Tal might win“ is used (that is, thought, or written, or spoken, or even sung) as well as the circumstance  $\langle e_t, e_w \rangle$  at which it is evaluated. Circumstances of evaluation consist of a time  $e_t$  and a world  $e_w$  which, once again, are entities on  $\langle T, < \rangle$ . Note that our concept of circumstance does not require  $e_w$  to occur at  $e_t$ , thus we are able to change the tense of a sentence without changing its modality and *vice versa*.

If we evaluate the sentence „Tal might win“ at a world  $e_w$  and a moment  $e_t$ , we have to find out, among other things, whether Tal, that is  $\mathfrak{S}(„Tal“, \langle u_\pi, u_t, u_w \rangle)$ , is occurring at this circumstance. Here we are encountering an intricate problem that is created by Tal’s growing older.

In Fig.61, our interpretation function  $\mathfrak{S}$  maps the term „Tal“ onto an individual on  $\langle T, < \rangle$  not occurring at the

circumstance  $\langle e_t, e_w \rangle$ , let alone at the circumstance of Tal’s winning. Therefore the individual named „Tal“, who is winning at  $t$  in  $w$ , cannot be absolutely identical to  $\mathfrak{S}(„Tal“, \langle u_\pi, u_t, u_w \rangle)$ , although it is the same individual. How can we overcome this difficulty? The answer lies in a double resort to relative individual identity. Here are the resulting truth-conditions for the sentence „Tal might win“:

The model  $\langle T, <, \mathfrak{S} \rangle$  satisfies the sentence „Tal might win“ when used in context  $\langle u_\pi, u_t, u_w \rangle$  and evaluated at circumstance  $\langle e_t, e_w \rangle$  iff

- (0) there are a  $t \in T$  with  $e_t < t$  as well as a world  $w$  on  $\langle T, < \rangle$  through  $e_t$  and  $t$  which is the same world on  $\langle T, < \rangle$  as  $e_w$  and contains
- (1) an occurrence  $v$  of an individual on  $\langle T, < \rangle$  which is the same individual on  $\langle T, < \rangle$  as  $\mathfrak{S}(„Tal“, \langle u_\pi, u_t, u_w \rangle)$  and

- (2) an occurrence  $v' \in \mathfrak{S}(„to\ win“, \langle u_\pi, u_t, u_w \rangle)$  with  $\boxed{e_t < v'}$  and  $t \in v \cap v'$ .

In clause (1) we provided an appropriate occurrence of the winner by requiring it to be an occurrence of the same individual as  $\mathfrak{S}(„Tal“, \langle u_\pi, u_t, u_w \rangle)$ , and in clause (0) we provided an appropriate world for the winner and his winning by requiring it to be the same world as the world of evaluation  $e_w$ .

The sentence „Tal might win“ represents Tal’s winning from a point of view prior to the winning episode. Information about its position is contained in the boxed formula „ $e_t < v'$ “ of clause (2). In order to change the verb aspect, we only have to appropriately alter this formula. If we replace it with „ $v' < e_t$ “ we come by the retrospective aspect. Unfortunately, this terminology is not standard; grammarians call this aspect „perfective aspect“. But let’s put terminological matters aside and proceed to the truth-conditions for the retrospective/perfective aspect.

The model  $\langle T, <, \mathfrak{S} \rangle$  satisfies the sentence „Tal (has) won“ when used in context  $\langle u_\pi, u_t, u_w \rangle$  and evaluated at circumstance  $\langle e_t, e_w \rangle$  iff

- (0) there are a  $t \in T$  with  $\boxed{t < e_t}$  as well as a world  $w$  on  $\langle T, < \rangle$  through  $e_t$  and  $t$  which is the same world on  $\langle T, < \rangle$  as  $e_w$  and contains
- (1) an occurrence  $v$  of an individual

on  $\langle T, < \rangle$  which is the same individual on  $\langle T, < \rangle$  as  $\mathfrak{S}(„Tal“, \langle u_\pi, u_t, u_w \rangle)$  and

- (2) an occurrence  $v' \in \mathfrak{S}(„to\ win“, \langle u_\pi, u_t, u_w \rangle)$  with  $\boxed{v' < e_t}$  and  $t \in v \cap v'$ .

The replacement of „ $e_t < v'$ “, the formula containing information about the aspect, had to be supplemented by a corresponding replacement of „ $e_t < t$ “, the formula containing information about the position of  $t$ , the moment at which winner and winning meet, *vis-à-vis*  $e_t$ , the moment of evaluation. As retrospective/perfective sentences are backward-looking and require  $t$  to lie in the past of  $e_t$ , prospective sentences are forward-looking and consequently require  $t$  to lie in the future of  $e_t$ . Hence progressive sentences require  $t$  to lie in the present of  $e_t$ . Since the progressive aspect shifts  $e_t$  into the ongoing episode, we finally arrive at the following truth-conditions for it:

The model  $\langle T, <, \mathfrak{S} \rangle$  satisfies the sentence „Tal is winning“ when used in context  $\langle u_\pi, u_t, u_w \rangle$  and evaluated at circumstance  $\langle e_t, e_w \rangle$  iff

- (0) there are a  $t \in T$  with  $\boxed{t = e_t}$  as well as a world  $w$  on  $\langle T, < \rangle$  through  $e_t$  and  $t$  which is absolutely identical with  $e_w$  and contains
- (1) an occurrence  $v$  of an individual on  $\langle T, < \rangle$  which is the same individual on  $\langle T, < \rangle$  as  $\mathfrak{S}(„Tal“, \langle u_\pi, u_t, u_w \rangle)$  and
- (2) an occurrence  $v' \in \mathfrak{S}(„to\ win“,$

$\langle u_\pi, u_t, u_w \rangle$   
with  $\boxed{e_t \in v'}$  and  $t \in v \cap v'$ .

The sentence „Tal is winning“ has the form  $\lceil \text{subject} \frown \text{copula} \frown \text{predicate} \rceil$ . But there are sentences without a predicate – think of „I am“ – and sentences whose subject is *pro forma* only – think of „It’s raining“. These sentences can be considered as modifications of sentences in the standard, that is n(on)-modified, form. There are four sorts of such modifications all of which can be systematically derived from the n(on)-modified sentence. ( $\rightarrow$  Fig. 61)

Note that modifications are independent of aspect so that every sentence can be modified in four ways. There is a very simple recipe for establishing the truth-conditions for them:  
*Change in semantics what you change in syntax.*

Starting with a sentence in the retrospective/perfective aspect and applying this recipe, we come by the following truth-conditions for l-modifications:

The model  $\langle T, <, \mathfrak{S} \rangle$  satisfies the sentence „~~Satan~~ (has) stunk“ when used in context  $\langle u_\pi, u_t, u_w \rangle$  and evaluated at circumstance  $\langle e_t, e_w \rangle$  iff

- (0) there are a  $t \in T$  with  $\boxed{t < e_t}$  as well as a world  $w$  on  $\langle T, < \rangle$  through  $e_t$  and  $t$  which is the same world on  $\langle T, < \rangle$  as  $e_w$  and contains

- (1) ~~an occurrence  $v$  of an individual on  $\langle T, < \rangle$  which is the same individual on  $\langle T, < \rangle$  as  $\mathfrak{S}(\text{„Satan“}, \langle u_\pi, u_t, u_w \rangle)$  and~~  
(2) an occurrence  $v' \in \mathfrak{S}(\text{„to stink“}, \langle u_\pi, u_t, u_w \rangle)$  with  $\boxed{v' < e_t}$  and  $t \in \cancel{v} v'$ .

Yet another application of our successful recipe leads from the truth-conditions for „Tal is winning“ to those for „Tal is“:

The model  $\langle T, <, \mathfrak{S} \rangle$  satisfies the sentence „Tal is“ when used in context  $\langle u_\pi, u_t, u_w \rangle$  and evaluated at circumstance  $\langle e_t, e_w \rangle$  iff

- (0) there are a  $t \in T$  with  $\boxed{t = e_t}$  as well as a world  $w$  on  $\langle T, < \rangle$  through  $e_t$  and  $t$  which is absolutely identical with  $e_w$  and contains  
(1) an occurrence  $v$  of an individual on  $\langle T, < \rangle$  which is the same individual on  $\langle T, < \rangle$  as  $\mathfrak{S}(\text{„Tal“}, \langle u_\pi, u_t, u_w \rangle)$  and  
(2)  $t \in v$ .

These truth-conditions permit us to prove the following theorem:

- (a) There is a model  $\langle T, <, \mathfrak{S} \rangle$  which satisfies „I am not“.  
(b) Every model  $\langle T, <, \mathfrak{S} \rangle$  satisfies the sentence „I am“ when used in context  $\langle u_\pi, u_t, u_w \rangle$  and evaluated at circumstance  $\langle u_t, u_w \rangle$ .

Part (a) says that there is nothing contradictory about the statement „I am not“. Therefore, in LEIM language this sentence must not, and need not, be rendered by the negative existential

n(on)-modification	Satan is stinking	colloquial
1. l(eft)-modification	<del>Satan</del> is stinking	It's stinking
2. r(ight)-modification	Satan is <del>stinking</del>	Satan is
3. d(ouble)-modification	<del>Satan</del> is <del>stinking</del>	It is
4. p(ropositional)-modification	<del>Satan</del> I am is <del>stinking</del>	That I am is the case

Fig. 62: Modifications

quantification „ $\neg\exists x x = I$ “. Part (b) presents the solution to the challenge we encountered in the second section, when we discussed Descartes' hendiadys „Ego sum, ego existo“. The sentence „I am“ is not logically true, because its negation is no contradiction. But it is true whenever the circumstances of evaluation are contained in the context of use. Or, short, it is true upon use.

*Conclusion*

LEIM Language is a powerful tool for the analysis of our tempomodal thinking. It's application to Descartes' famous „I am, I exist“ provides a convincing evidence its philosophical efficiency. Its further development will be promising for any kind of investigation in entities in space and time.

*Literatur:*

- Aristotle: *Metaphysica*. Oxford 1957.
- Descartes, R: *Meditationes de prima philosophia*. In: *Œuvres de Descartes*. Vol. 7. Paris 1904.
- Frege, G.: *Begriffsschrift. Eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens*. Halle 1879.

- Galton, A.: *The Logic of Aspect*. In: *Axiomatic Approach*. Oxford 1975.
- Hobbes, T.: *De corpore*. Paris 1999.
- Kripke, S.A.: *Naming and Necassity*. In *Semantics of natural language*. Boston 1972. p. 253–355.
- Leibniz, G.W.: *Non inelegans specimen demonstrandis in abstractis*. In: *Grundlagen des logischen Kalküls*. Hamburg 2000.
- Locke, J.: *An Essay Concerning Human Understanding*. Oxford 1979.
- Prior, A.N.: *Past, Present and Future*. Oxford 1967.
- Simons, P.: *Parts*. Oxford 2003.
- Wittgenstein, L.: *Philosophische Untersuchungen*. Frankfurt 1960. p. 279-544.



# Vorträge, Workshops, Kaminabende

## Vorträge

### Natur & Geist

Die Vortragsreihe „Natur & Geist“ ist eine Kooperationsveranstaltung zwischen der Moritz-Schlick-Forschungsstelle und der Universitätsbuchhandlung Weiland. Seit dem Wintersemester 2002/03 wird diese Reihe alljährlich durchgeführt.

#### 7. Natur & Geist 2009/10: Evolution und Weltbild

- 27. Oktober 2009, „Homo sapiens im Licht von Evolutions- und Soziobiologie“, Prof. Dr. Dr. h. c. Volker Storch (Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg)
- 10. November 2009, „Wissenschaftliche Weltauffassung? Über Scientismus, Creationismus und andere Ismen“, Prof. Dr. Rainer Schimming (Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald)
- 24. November 2009, „Darwin – Das

Abenteuer des Lebens“, Dr. Jürgen Neffe (Berlin)

- 8. Dezember 2009, „Bilder in der Wissenschaft“, Prof. Dr. Klaus Sachs-Hombach (Technische Universität Chemnitz)
- 12. Januar 2010, „Bilder als Mittler zwischen Krebsforschung und Mathematik“, Prof. Dr. Olaf Wolkenhauer (Universität Rostock)
- 26. Januar 2010, „Der Geist der Tiere“, Michael Pohl M.A. (Universität Rostock)

#### 8. Natur & Geist 2010/11: Wachstum oder Wandel unseres Wissens?

- 19. Oktober 2010, „Das Problem des Wissens“, Prof. Dr. Hans Jürgen Wendel (Institut für Philosophie)
- 26. Oktober 2010, „Revolutionen der Denkart – Von Kant zur wissenschaftlichen Philosophie“, Dr. Olaf Engler (Institut für Philosophie)

- 2. November 2010, „Theorien und Modelle von Lernen, Gedächtnis und Entscheidungsfindung“, Prof. Dr. Lars Schwabe (Institut für Informatik)
- 9. November 2010, „Transformationen wissenschaftlichen Wissens am Beispiel der Zellbiologie“, Prof. Dr. Dieter G. Weiss (Institut für Biowissenschaften)<sup>124</sup>
- 16. November 2010, „Literatur als codierte Philosophie? Zur platonisierenden Allegorie in der Spätantike“, Prof. Dr. Wolfgang Bernard (Heinrich-Schliemann-Institut für Altertumswissenschaften)<sup>125</sup>
- 23. November 2010, „Homologie – Vom Wandel eines Begriffes unter dem Einfluss der Evolutionsbiologie“, Prof. Dr. Stefan Richter (Institut für Biowissenschaften)
- 30. November 2010, „Rolle und Bedeutung von Modellen für Wissenstransformationen in der Physik“, Prof. Dr. Heinrich Stolz (Institut für Physik)
- 7. Dezember 2010, „Perspektivenwechsel in Wissenssystemen“, Prof. Dr. Jürgen Renn (Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin)
- 4. Januar 2011, „Zur Rolle von Experimenten bei Wissenstransformationen“, Prof. Dr. Friedrich Steinle (Technische Universität Berlin)
- 18. Januar 2011, „Erkenntnisfortschritt“, Prof. Dr. Bertram Kienzle (Institut für Philosophie)<sup>126</sup>
- 25. Januar 2011, „An der Grenze zwischen Literatur und Philosophie – Moritz Schlick liest Friedrich Nietzsche“, Dr. Mathias Iven (Institut für Philosophie)

## 9. Natur & Geist 2011/12: Die soziale Dimension des Wissens

- 11. Oktober 2011, „Wissen und Charakter“, Prof. Dr. Bertram Kienzle (Institut für Philosophie, Universität Rostock)
- 18. Oktober 2011, „Beweisstile zwischen Zeigen und Spielen“, Martin Lemke M.A. (Moritz-Schlick-Forschungsstelle, Universität Rostock)
- 25. Oktober 2011, „Denkstile und Denkkollektive“, Dr. Olaf Engler (Moritz-Schlick-Forschungsstelle, Universität Rostock)
- 01. November 2011, „Wie real sind mikroskopische Bilder?“, Tobias Breidenmoser M.A. (Institut für Informatik, Universität Rostock)
- 08. November 2011, „Evolutionsmechanismen in Natur, Kultur und Technik“, Prof. Dr. Dieter G. Weiss (Institut für Biowissenschaften, Universität Rostock)
- 15. November 2011, „L’homme

<sup>124</sup>Aufsatz „Zellbiologie und Mikroskopie“ → S. 33

<sup>125</sup>Aufsatz „Literatur als codierte Philosophie?“ → S. 108

<sup>126</sup>Aufsatz „Erkenntnisfortschritt“ → S. 123

- machine: Zum Menschenbild der künstlichen Intelligenz“, Dr. Joscha Bach (Berlin School of Mind and Brain, Humboldt-Universität zu Berlin)
- 22. November 2011, „Das soziale Gehirn“, Prof. Dr. Lars Schwabe (Institut für Informatik, Universität Rostock)
  - 29. November 2011, „Können Maschinen wissen, was Menschen wollen? – Das Konzept der Intentionserkennung“, Prof. Dr. Thomas Kirste (Institut für Informatik, Universität Rostock)

### **10. Natur & Geist 2012/13: Große Denker**

- 23. Oktober 2012, „Immanuel Kant“, Prof. Dr. Steffen Dietzsch (Humboldt Universität Berlin, Universität Leipzig)
- 06. November 2012, „Karl Popper“, Prof. Dr. Martin Carrier (Abteilung Philosophie, Universität Bielefeld)
- 20. November 2012, „Ernst Cassirer“, Prof. Dr. Christian Möckel (Institut für Philosophie, Humboldt-Universität zu Berlin)
- 04. Dezember 2012, „Ludwig Wittgenstein“, Prof. Dr. Stefan Majetschak (Professur für Philosophie, Kunsthochschule Kassel)
- 15. Januar 2013, „Arthur Schopenhauer“, Prof. Dr. Matthias Koßler (Philosophisches Seminar, Johan-

- nes Gutenberg Universität Mainz)
- 22. Januar 2013, „Friedrich Nietzsche“, Prof. Dr. Volker Gerhard (Institut für Philosophie, Humboldt-Universität zu Berlin)

## **Workshops**

### **Ludwik Fleck – Werkstattgespräch mit Prof. Dr. Johannes Fehr (Ludwik Fleck Zentrum, ETH/Universität Zürich), 24. April 2009**

Wer Flecks wissenschaftstheoretische Schriften liest, kann merkwürdige Erfahrungen machen: Unvermutet bleibt man an einer Stelle hängen, die man zu kennen glaubte, die man jedenfalls schon wiederholt gelesen hat. Doch jetzt fallen einem Worte oder Wendungen auf, die eigenartig klingen: „Formulierungsprobe“ – Formulierungsprobe? „Erfahrenheit“ – Erfahrenheit? Oder „stilgemäßes Aviso des Denkwiderstandes“ etc., etc. – „Wie bitte?“, ist man hier und an anderen Stellen versucht zu fragen, und: „Wovon genau ist denn die Rede?“

Das Eigenwillige an Flecks Diktion ist nicht unbemerkt geblieben: Bereits in den ersten Rezensionen von *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*, Mitte der dreißiger Jahre, werden Flecks Wortprägungen thematisiert – weshalb „Kollektiv“ und nicht „Gemeinschaft“? Sie werden immer wieder

vermerkt – „nicht im Stil der abgeklärten, nüchternen Monographie“, „zuweilen eher appellativ als argumentativ“ – auch von Lesern, für die Deutsch eine Fremdsprache ist: „Extraordinarily difficult“, „la petite voix de Fleck, aux accents parfois inouïs“.

Dass Fleck sein Denken ausdrücklich nicht im Rückgriff auf eine bereits etablierte wissenschaftsphilosophische oder auch -soziologische Begrifflichkeit zu entwickeln versuchte, scheint auf der Hand zu liegen. Und es ist von daher auch nicht überraschend, dass die Frage, welche Einflüsse für ihn prägend waren und welcher Tradition oder Schule er allenfalls zuzuordnen sei, nicht schlüssig beantwortet werden konnte. Etwas anderes ist die Frage, was durch Flecks manchmal geradezu saloppe, bisweilen auch sperrige, da und dort doppelbödige Sprache in sein Denken hineinkommt, was seine Art des Sprechens oder Schreibens zum Gehalt dieses Denkens beiträgt oder in dieses hineinträgt. Dieser Frage wurde von Johannes Fehr zum Einstieg in das Rostocker Werkstattgespräch nachgegangen.

*Organisation:*

Dr. Olaf Engler

*Vortragende:*

Karsten Böger, Tobias Breidenmoser (HU zu Berlin) Dr. Olaf Engler, Björn Henning, Dr. Mathias Iven (Rostock), Dr. Ludger Jansen, Prof. Dr. Bertram Kienzle, Prof. Dr. Hans-Uwe Lammel, Michael Pohl M.A., Raja T. Rosenhagen M.A., Prof. Dr. Lars Schwa-

be, Prof. Dr. Niko Strobach (Universität des Saarlandes, Saarbrücken), Sebastian Zacharias M.A. (HU zu Berlin)

### **Dimensions of Knowledge, Rostock-Toruń Workshop, 19. Juni 2009**

*Organisation:*

Dr. Ludger Jansen

*Vortragende:*

Krzysztof Abriszewski, Ewa Bińczyk, Aleksandra Derra, Friedemann Drews, Martin Lemke M.A., Przemek Nowakowski, Anita Pacholik-Zuromska, Michael Pohl, Raja T. Rosenhagen M.A.

### **Philosophy and Medicine, 31. Juli bis 1. August 2009**

Den ersten Teil der Summer School bildete ein viertägiges Einführungsseminar, an dem vorwiegend Studierende der Philosophie, aber auch ein Teilnehmer aus der Medizin teilgenommen haben (insgesamt 14 Teilnehmer). An dieses Seminar schloß sich der Workshop über eineinhalb Tage an, der für die Studierenden Bestandteil der Summer School war, aber auch von ca. 40 weiteren Teilnehmern aus der Universität und von auswärts unabhängig vom Einführungsseminar besucht wurde. Auf diesem Workshop gaben Experten des Gebiets der Philosophie der Medizin anhand von Fachvorträgen einen Einblick in ihr jeweiliges Arbeitsgebiet. Dabei kamen sowohl auswärtige Gastredner zu Wort, die an einschlägigen Projekten auf dem Gebiet der Philosophie der Me-

dizin arbeiten, als auch Wissenschaftler aus der Rostocker MEF. Das Einführungsseminar sollte die Teilnehmer der Sommerschule in die Lage versetzen, an den Diskussionen des Workshops teilzunehmen, was recht gute Erfolge gezeigt hat.

Für das Einführungsseminar konnte Prof. Dr. Ingvar Johansson gewonnen werden. Er ist Emeritus der Universität Umeå in Schweden und war langjähriger Mitarbeiter des Instituts für formale Ontologie und medizinische Informationswissenschaft (IFOMIS) in Leipzig und Saarbrücken.

Die Teilnehmer der Sommerschule haben durch das Einführungsseminar und den Workshop einen guten Einblick in aktuelle Diskussionen der Medizinphilosophie gewonnen. Durch den Workshop hatten die Studierenden Gelegenheit, sich aktiv an den Diskussionen mit den vortragenden Wissenschaftlern zu beteiligen. Dass die Studierenden mit hoher Motivation und gutem Gewinn an der Veranstaltung teilgenommen haben, zeigt die Tatsache, dass viele von ihnen im Anschluss an die Lehrveranstaltung Seminararbeiten (z.T. im Rahmen von Modulprüfungen) schreiben wollten.

Einführungsseminar und Workshop haben die Organisatoren und ihre Herkunftsinstitute mit Wissenschaftlern aus der MEF und auswärtigen Medizinphilosophen zusammengebracht. Vorträge und Diskussionen haben Gä-

ste und Veranstalter vielfältig für ihre weitere Arbeit angeregt; mit mehreren Referenten sind weitere gemeinsame Aktivitäten besprochen worden.

*Organisation:*

Dr. Ludger Jansen, Prof. Dr. Hans-Uwe Lammel und Raja T. Rosenhagen M.A.

*Vortragende:*

Rainhard Z. Bengez, Kirsten Brukamp, Andreas Büttner, Lara Huber, Josef Ingenerf, Prof. Dr. Ingvar Johansson, Lara Kutschenko, Peter Mc Laughlin, Sabine Salloch, Stefan Schultz, Lars Schwabe

### **Bioprozesse – Logik und Ontologie lebender Systeme, 25. bis 27. März 2010**

Dem Teilprojekt OntoCell fällt die Aufgabe zu, die logischen und ontologischen Grundlagen von zellulären Prozessen lebender Systeme bereitzustellen. Entsprechend berücksichtigten die Beiträge auf der Tagung die Themen „Leben“, „Lebewesen“, „Zelle“ und „Prozess“, und bemühten sich aus philosophischer Sicht um die Klärung damit einhergehender, fundamentaler ontologischer Fragen.

Von Rostocker Seite geschah das zum Beispiel durch die Vorstellung einer Ereignistheorie, zu der sich die „Logik des Aspekts“ von Antony Galton in den letzten 25 Jahren gemauert hat. Diese Theorie ist zwar in einer der arithmetischen nachgebildeten Formelsprache des reinen Denkens verfasst, legt aber ihren Aussagen keine arithmetischen Gegenstände, Ei-

genschaften und Relationen zugrunde, sondern spricht in zeitlichen Aussagen über Zustände, Ereignisse und lebende Systeme.<sup>127</sup> Sie hat es nicht mit einem Redebereich unwandelbarer, zeitloser Gegenstände zu tun, sondern sieht sich der *évolution créatrice* gegenüber. Es gehört zu den hervorstechenden Zügen besagter Ereignistheorie, dass sie in ihrer Semantik gar nicht erst von Redebereich spricht, sondern all das betrachtet, was war bzw. ist, und sich offen hält für das, was die Zukunft bringen wird. So kann es nicht ausbleiben, dass sie bei der Ausarbeitung des Interpretationsbegriffes und der Semantik atomarer sowie quantifizierter Sätze noch gänzlich unerforschtes Neuland betritt.

Das Verständnis der lebenden Zelle im Wandel stellt Ansprüche an die moderne Logik, welche diese nur durch ihren eigenen Wandel erfüllen kann, der sie von der angestammten Orientierung an den Zahlen zur Einbeziehung der Tatsachen des Lebens führt.

*Organisation:*

Prof. Dr. Bertram Kienzle

*Vortragende:*

Martin Lemke M.A., Prof. Dr. Marianne Schark (Freiburg), Prof. Dr. Hans-Peter Schütt, Prof. Dr. Johanna Seibt (Aarhus), Prof. Dr. Niko Strobach

**Wissensformen und Weltverständnis, 30. April und 1. Mai 2010**

Wir leben heute in einer durch die Resultate und Methoden der verschiedenen Wissenschaften geprägten Welt. Infolgedessen scheint es zunächst so, als sei unser Weltverständnis allein durch eine bestimmte Form von Wissen, nämlich das moderne wissenschaftliche Wissen, ausgezeichnet. Dies ist jedoch nicht der Fall. Wie insbesondere die Wissenschaftsgeschichte gezeigt hat, lassen sich aus verschiedenen Perspektiven Alternativen zur heutigen wissenschaftlichen Weltauffassung aufzeigen. Es gibt demnach neben dem modernen wissenschaftlichen Wissen auch noch andere Formen von Wissen, die sich im Rahmen verschiedener historischer, geographischer und soziokultureller Gemeinschaften und Kontexte herausgebildet haben. Beispiele hierfür sind die verschiedenen Formen des Alltagswissens oder der lebensweltlichen Erfahrung; historisch gesehen das antike Wissen oder das Wissen der Neuzeit; systematisch betrachtet aber auch Formen von Wissen mit Bezug auf unterschiedliche Wissenschaften.

Angesichts dieser verschiedenen Wissensformen lässt sich die grundlegende Frage stellen, ob sie lediglich unverbunden (oder gar unversöhnlich) nebeneinander stehen oder ob sich gemeinsame Strukturen und Beziehun-

<sup>127</sup> Aufsatz „Advertising LEIM“ → S. 165

gen zwischen ihnen aufweisen lassen, die es erlauben, sie zu einem integrativen Weltverständnis zu verbinden. Die zentrale Fragestellung, die in diesem öffentlichen Symposium bearbeitet wurde, lautet somit: Lassen sich gemeinsame, eventuell sogar kultur- und zeitunabhängige Strukturen unterschiedlicher Formen von Wissen und Wissenschaft aufweisen, die es erlauben, zu einem integrativen Weltverständnis zu gelangen?

*Organisation:*

Dr. Olaf Engler

*Vortragende:*

Prof. Dr. Wolfgang Bernard, Prof. Dr. Ralf Bill, Prof. Dr. Clemens Cap, Dr. Olaf Engler, Prof. Dr. Georg Füllen, Prof. Dr. Michael Großheim, Dr. Ludger Jansen, Prof. Dr. Udo Kern, Prof. Dr. Bertram Kienzle, PD Dr. Timo Kirschstein, Prof. Dr. Rüdiger Köhling, Prof. Dr. Kersten Krüger, PD Dr. Sergei A. Kuznetsov, Dr. Holger Meyer, Prof. Dr. Carolin Retzlaff-Fürst, Prof. Dr. Gerd Röpke, Prof. Dr. Lars Schwabe, Prof. Dr. Oliver Schmitt, Prof. Dr. Heinrich Stolz, Prof. Dr. Dieter G. Weiss, Prof. Dr. Hans Jürgen Wendel, Dr. Christian Wirkner, Prof. Dr. Olaf Wolkenhauer

**Cells – What do you know?, 8. Juni 2010**

The intention of this meeting was, to explore what a „system perspective“ in cell biology can teach us about (i) how cells work and how they differ from inanimate complex systems; (ii) how we should and are studying them; (iii) the status and nature of models and theories in biology versus phy-

sics.

*Organisation:*

Prof. Dr. Olaf Wolkenhauer

*Vortragende:*

Prof. Dr. William Bechtel (Department of Philosophy, University of California, San Diego), Prof. Dr. Frank Bruggemann (Netherlands Institute for Systems Biology, Amsterdam), Marie I. Kaiser M.A. (Center of Philosophy of Science, Muenster), Prof. Dr. Stig William Omholt (Norwegian University of Life Sciences, Aas), Michael Pohl M.A., Prof. Dr. Ingo Roeder (Institute for Medical Informatics, Leipzig),

**Herbstworkshop der Arbeitsgruppe Ontologie (AgO), 29. Oktober 2010**

Die „Arbeitsgruppe Ontologie“ (AgO) an der Universität Rostock vernetzt Wissenschaftler der Universität aus der Philosophie und der Informatik mit den Bereichsexperten (z. B. aus den Lebenswissenschaften), die Ontologien entwickeln oder anwenden wollen. Mitglieder der Gruppe arbeiten an biomedizinischen Ontologien (sowohl für klinik- als auch für forschungsbezogene Anwendungen, etwa für die Neurowissenschaften) zur Sozialontologie, der Modellierung von Zeit- und Modalbegriffen sowie der Ontologie von Dispositionen und Ereignissen.

*Organisation:*

Dr. Ludger Jansen

*Vortragende:*

Georg Fuellen, Dr. Ludger Jansen, Prof. Dr. Bertram Kienzle, Ulf Leser, Oliver Schmidt, Silke Trißl, Jens Wiebensohn

## **Bioprozesse II – Transformation einer Leitwissenschaft, 24. und 25. März 2011**

Am Zentrum für Logik, Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte der Universität Rostock arbeitet ein Verbund aus Natur- und Geisteswissenschaftlern am Verständnis der lebenden Zelle im Wandel.<sup>128</sup> Das Gesamtziel des Verbundvorhabens ist die Entwicklung eines wissenschaftstheoretischen Neuansatzes, der es ermöglicht, den stetigen Fortschritt und Wandel unseres Wissens über komplexe lebende Systeme als einen langfristigen und dynamischen Transformationsprozess von Wissenssystemen zu rekonstruieren, zu beurteilen und zu dokumentieren sowie darüber hinaus erkenntnistheoretische, bildtheoretische und ontologische Probleme der vielschichtigen Modelle, Abbildungen und Repräsentationen zellulärer Prozesse lebender Systeme neu aufzugreifen und zu diskutieren. Dem Teilprojekt OntoCell fällt dabei die Aufgabe zu, die logischen und ontologischen Grundlagen von zellulären Prozessen lebender Systeme bereitzustellen; und das Teilprojekt TransCell verfolgt das Ziel, Transformationsprozesse in den Wissenschaften im Hinblick auf ihre Erklärungskraft, insbesondere für den Bereich der Lebenswissenschaften, zu

analysieren.

Das Verständnis der lebenden Zelle im Wandel stellt Ansprüche an die moderne Logik, welche diese nur durch ihren eigenen Wandel erfüllen kann, der sie von der angestammten Orientierung an den Zahlen zur Einbeziehung der Tatsachen des Lebens führt. Dieser Einsicht gemäß hat eine Rostocker Forschergruppe im März 2010 auf dem Workshop *Bioprozesse I* eine der natürlichen nachgebildete Formelsprache des tempo-modalen Denkens, die sog. LEIMSprache, vorgestellt,<sup>129</sup> in der man zeitliche Aussagen über Zustände und Ereignisse lebender Systeme machen kann. Dieser Workshop dient der Vorstellung von Fortschritten, die es seither gegeben hat. Darüber hinaus soll er aber auch das seit geraumer Zeit zu beobachtende Hineinwachsen der Biologie in die Rolle der Leitwissenschaft der Wissenschaftstheorie reflektieren.

### *Organisation:*

Prof. Dr. Bertram Kienzle und Prof. Dr. Hans Jürgen Wendel

### *Vortragende:*

Prof. Dr. Bertram Kienzle, Martin Lemke M.A., Marianne Scharke, Corina Strösser, Dieter G. Weiss, Prof. Dr. Hans Jürgen Wendel

<sup>128</sup>Aufsatz „Zellbiologie und Mikroskopie“ → S. 33

<sup>129</sup>Aufsatz „Advertising LEIM“ → S. 165



**Deutungsmacht – Religion und belief systems in Deutungsmachtkonflikten, 12. bis 14. April 2012**

Jeder hätte sie gern, viele kämpfen darum, manche haben sie und alle sprechen davon – aber keiner kann genau sagen, was sie eigentlich ist: *Deutungsmacht*. Wie entsteht, funktioniert und vergeht sie, exemplarisch im Kontext von Religion und vergleichbaren *belief systems*? Anhand signifikanter Deutungsmachtkonflikte sollen Konstellationen von Deutungen und Macht in Geschichte und Gegenwart untersucht werden, um zu klären: Was für eine Form von Macht ist Deutungsmacht? Warum und wie erweisen sich Deutungen als „mächtig“, wann und warum werden sie anerkannt oder nicht? Ausgehend von der Hypothese, dass *Deutungsmacht* sich in *Deutungskonflikten* manifestiert, widmet sich die Tagung den zu unterscheidenden Geltungsansprüchen, die im Streit verschiedener Deutungen um Macht und Anerkennung konfliktiv werden.

*Organisation:*

Prof. Dr. Philipp Stoellger

*Vortragende:*

Prof. Dr. Emil Angehrn, Prof. Dr. Yves Bizeul, Prof. Dr. Heiner Hastedt, Prof. Dr. Hans Michael Heinig, Prof. Dr. Klaus Hock, Prof. Dr. Heinrich Holze, Prof. Dr. Thomas Klie, Prof. Dr. Martina Kumlehn, Prof. Dr. Burkhard Liebsch, Prof. Dr. Gesa Mackenthun, Prof. Dr. Philip Manow, Prof. Dr. Wolfgang März, Prof. Dr. Marius Timmann Mjaaland, Prof. Dr. Eckhart Reinmuth, Prof. Dr. Marc

Rölli, Prof. Dr. Werner Stegmaier, Prof. Dr. Philipp Stoellger, Prof. Dr. Stephanie Wodanka

**Health, Life, and Experts. Knowledge in the Life Sciences, Rostock-Toruń Workshop, 16. und 17. Juni 2011**

The life sciences and the cognitive sciences have lately been in the focus of philosophical interest for several reasons. On one hand, these sciences are in many respects structurally different from the physical sciences that were the main paradigm for the reflections of traditional philosophy of science, which leads to new challenges for philosophy of science. On the other hand, these sciences offer a scientific account of traditional philosophical core concepts like life, knowledge and consciousness. Finally, efforts to organize biomedical expert knowledge in data structures, so-called *formal ontologies*, for easy exchange and access of data, bring together researchers working in life sciences, information science and philosophy. All these common interests lead to a mutual, hopefully beneficial exchange between philosophical and scientific approaches to these fields of knowledge.

One goal of our joint workshop of the philosophy departments of the University of Rostock and the Copernicus University of Toruń is to further

this exchange of ideas. The talks cover a broad spectrum ranging from historical topics and the philosophy of experiments in cellular biology to questions of evolutionary epistemology, information processing in the brain and the neural correlates of consciousness and self-knowledge.

*Organisation:*

Dr. Ludger Jansen und Anita Pacholik-Zuromska

*Vortragende:*

Tobias Breidenmoser, Pawel Gladziejewski, Niels Grewe, Dr. Ludger Jansen, Anna Karczmarczyk, Anita Pacholik-Zuromska, Johannes Röhl, Lars Schwabe, Corina Strößner

**Collectives in Space and Time, 23. bis 25. Juni 2011**

Suffering from an individualistic bias, classical ontology has long disregarded collectives. But collectives are important. Not only do we live and work in social collectives, but in a way we seem to be collectives ourselves, namely collectives of cells, molecules or atoms. Set theory and mereology, the two standard accounts for collectives, have notorious difficulties: How can abstract sets be renderings of concrete collectives, existing in space and time, having causal relevance? How can we avoid that the arbitrariness of sets and sums carries over to collectives? The workshop brings together experts from philosophy and information science to explore these problems and discuss possible solutions.

*Organisation:*

Prof. Dr. Bertram Kienzle

*Vortragende:*

Nikk Effingham, Antony Galton, Niels Grewe, Rico Hauswald, Heinrich Herre, Prof. Dr. Bertram Kienzle, Martin Lemke M.A., Peter Simons, Niko Strobach

## Kaminabende

### **Charakter-Variationen über ein Thema von Immanuel Kant, 29. Januar 2009**

„Worin besteht das Band, das Personen mit ihren Handlungen verknüpft?“ Dieser Frage ging Professor Dr. Bertram Kienzle vom Institut für Philosophie der Universität Rostock an diesem Kaminabend nach und versuchte, sich in Auseinandersetzung mit Immanuel Kant einer Antwort zu nähern.

*Vortragender:*

Prof. Dr. Bertram Kienzle

### **Erkenntnisprozesse des Web 2.0: Entthronte Elite oder intolerante Masse?, 7. Mai 2009**

Das Web 2.0 – hier Insbesondere Wikipedia – wird gerne als technologische (Wieder)geburt der Demokratie gefeiert. Massen neigen aber auch zu Intoleranz und Erkenntnisprozesse können so undemokratische Elemente wie Methodenkorrektheit oder experimentelle Falsifikation enthalten. Der Vortrag untersuchte aus dem Blick-

winkel der Wissenschaftstheorie das Spannungsfeld, Vorurteile und Probleme, welche das Web 2.0 für Erkenntnisprozesse und Wissensgewinn verursacht.

*Vortragender:*

Dr. Clemens Cap

**Eine neurowissenschaftliche Theorie des Selbst. Konzeptuelle und erkenntnistheoretische Herausforderungen, 18. Juni 2009**

In den drei Teilen des Vortrages wurden experimentelle Resultate aus den Neurowissenschaften präsentiert, die eindrucksvoll demonstrieren, dass das körperliche Selbst ein überraschend fragiles Konstrukt ist, mathematische Modelle und Ansätze aus der Disziplin der „Computational Neuroscience“ präsentiert, die zur Beschreibung und Erklärung von einigen Aspekten des körperlichen Selbst taugen, wie beispielsweise die Interpretation der Helmholtz'schen „unbewussten Inferenz“ und einige konzeptuelle und erkenntnistheoretische Herausforderungen identifiziert.

*Vortragender:*

Prof. Dr. Lars Schwabe

**Von Äpfeln, Birnen und anderen Missverständnissen. Open-Access-Szenarien in den Geisteswissenschaften, 9. Juli 2009**

Open Access, der kostenfreie Zugang zu wissenschaftlicher Information, ist

in allen Bereichen des Wissenschaftsbetriebs im Gespräch. Worum geht es bei Open Access und warum teilt er die Wissenschaftsgemeinschaft oft in Befürworter und Gegner? Welche Szenarien verbinden sich in den Geisteswissenschaften mit Open Access? Der Vortrag gab Gelegenheit, in klärender Absicht diesen und anderen Fragen nachzugehen.

*Vortragende:*

Dr. Karin Ilg-Hartbecke

**Euler als Physiker. Über Eulers Theorie der relativen Bewegung, 19. November 2009**

Leonhard Euler (1707–1783) dominierte nicht nur die Entwicklung der Mathematik nach Newton und Leibniz, sondern auch die Ausbildung der nachnewtonschen Physik im 18. Jahrhundert. Im Vortrag wurde gezeigt, dass Euler eine Theorie der relativen Ruhe und Bewegung von Körpern entwickelte, wobei er konsequent Postulate über die relative Bewegung von Zuschauern einbezieht, welche die Bewegungen der Körper beobachten und beschreiben.

*Vortragender:*

Dr. Dr. Dieter Suisky

**Psychiater im Spannungsfeld von Politik und Wissenschaft – Zum Umgang mit Hochschullehrern an der Universitätsnervenklinik Rostock in der SBZ und DDR bis 1961, 22. April 2010**

In der SBZ und DDR kam es seit 1945 in vielen Bereichen zu einer grundlegenden Reformierung, so auch im Hochschulwesen. Ein wichtiges Ziel war u.a. die Konstituierung einer „neuen Intelligenz“, die die Lehren des Marxismus-Leninismus an den Hochschulen und Universitäten verbreiten sollte. Vor diesem Hintergrund soll gezeigt werden, wie außerwissenschaftliche Aspekte zudem die Disziplinengese beeinflussten können.

*Vortragender:*

Dr. med. Ekkehardt Kumbier

**Die mathematische Weltbeschreibung zwischen Formel und Anschauung, 22. Februar 2011**

Die Ausweitung der Mathematik und ihrer Anwendung auf die Natur ist eine Tendenz der abendländischen Wissenschaftsgeschichte. In den Einführungen zur Mathematik wird aber stets betont, dass die Mathematik keine Naturwissenschaft ist und naturwissenschaftliche Befunde sie nicht widerlegen. Damit stellt sich die Frage, wovon die Mathematik handelt, welchen metaphysischen und ontologischen Status die Gegenstände der Mathematik haben und warum etwas,

das nicht von der Natur handelt, trotzdem auf selbige angewendet werden kann.

*Vortragende:*

Prof. Dr. Bertram Kienzle, Dr. Olaf Engler, Martin Lemke, M.A.

**The Concept of Microtrabecular Lattice and the Epistemology of Scientific Experimentation, 11. Oktober 2009**

Experimental biologists often have to deal with the problem whether their experimental results are reliable and trustworthy or artifacts created by some kind of measurement process. I will argue that the most promising strategy to separate real entities from artifacts and to secure the reliability of experimental results is the strategy of independent confirmation using different experiments, called Robustness-Analysis nowadays.

*Vortragender:*

Tobias Breidenmoser, M.A.

**Das Substanzproblem bei Schlick und Cassirer und die Grundlegung der Physik bei Euler, 7. Juli 2011**

Anknüpfend an Otto Neuraths Darstellung des historischen Hintergrundes für die Entstehung des logischen Empirismus und die Analyse des Substanzproblems durch Schlick und Cassirer wird gezeigt, dass Eulers Grundlegung der Physik weitgehend den Kriterien des Scientismus genügt und

Euler darüber hinaus, ebenso wie der Wiener Kreis im frühen 20. Jahrhundert, in Opposition zur damaligen traditionellen Philosophie im frühen 18. Jahrhundert stand. Insbesondere wird Eulers Position in seiner Kritik des Lehrgebäudes von den Monaden, der weitgehend metaphysikfreien Definition des Kraftbegriffs und der sich daran anschließenden operationalen Definition der Masse deutlich.

*Vortragender:*

Dr. Dr. Dieter Suisky

### **„Am Anfang ist das Zeichen“ – Wurzeln des Formalismus, 14. Juni 2011**

Der Formalismus ist eine Position innerhalb der Philosophie der Mathematik, die als Antwort auf die Antinomien der Mengenlehre besonders durch David Hilbert (1862–1943) etabliert wurde. Bei diesem Vortrag wurde versucht, darzustellen, wie sich diese Strömung aus der Geschichte der Mathematik heraus verstehen lässt. Dabei wurde auch die Frage diskutiert, inwiefern der Formalismus eigentlich eine genuin philosophische Position ist und wie weit er sich als rein mathematische Idee erklären lässt.

*Vortragender:*

Jendrik Stelling, M.A.



# Personen

## Vorstand

- Dr. Olaf Engler (Geschäftsführer), Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Philosophie und der Moritz-Schlick-Forschungsstelle, Gastwissenschaftler am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin
- Martin Lemke M.A. (Geschäftsführer), Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Moritz-Schlick-Forschungsstelle im Rahmen des Langzeitvorhabens der Akademie der Wissenschaften in Hamburg „Moritz Schlick Gesamtausgabe. Nachlass und Korrespondenz“
- Prof. Dr. Jürgen Renn, Geschäftsführende Direktor am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin, Honorarprofessor für Wissenschaftsgeschichte an der Humboldt-Universität zu Berlin, Honorarprofessor für Physik an der Freien Universität Berlin; Adjunct Professor für Philosophie und Physik an der Boston University, Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher, Leopoldina

- Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Hans Jürgen Wendel, Professor für formale Philosophie am Institut für Philosophie und Leiter der Moritz-Schlick-Forschungsstelle

## Ehemalige Vorstandsmitglieder

- PD Dr. Ludger Jansen, Institut für Philosophie (2006–2010)
- Raja T. Rosenhagen M.A., Graduate Student, Department of Philosophy, University of Pittsburgh (2008–2009)
- Prof. Dr. Niko Strobach, Philosophisches Seminar, Westfälische Wilhelms-Universität Münster (2006–2008)
- Prof. Dr. Olaf Wolkenhauer, Lehrstuhl für Systembiologie und Bioinformatik (2006–2010)

## Beirat

- Prof. Dr. Johannes Fehr, Titularprofessor für Sprachtheorie an der Philosophischen Fakultät der Universität Zürich und Leiter des Ludwik Fleck Zentrums am Collegium Hel-

- veticum
- Prof. Dr. Michael Heidelberger, Inhaber des Lehrstuhls für Logik und Wissenschaftsphilosophie am Philosophischen Seminar der Eberhard-Karls-Universität Tübingen
  - Prof. Dr. Dieter Hoffmann, Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin und Außerordentlicher Professor an der Humboldt-Universität zu Berlin
  - Prof. Dr. Bertram Kienzle, Inhaber des Lehrstuhls für Philosophie (mit dem Schwerpunkt: Theoretische Philosophie) am Institut für Philosophie
  - Prof. Dr. Rainer Schimming, Außerplanmäßiger Professor am Institut für Mathematik und Informatik der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
  - Prof. Dr. Oliver R. Scholz, Inhaber des Lehrstuhls für Philosophie (mit dem Schwerpunkt: Theoretische Philosophie) am Philosophischen Seminar der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
  - Prof. Dr. Friedrich K. Stadler, Doppelprofessur für Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftstheorie am Institut für Philosophie und Institut für Zeitgeschichte der Universität Wien und Wissenschaftlicher Leiter des Instituts Wiener Kreis
  - Prof. Dr. Niko Strobach, Professor für Philosophie (mit dem Schwerpunkt: Logik und Sprachphiloso-

- phie) am Philosophischen Seminar der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster
- Prof. Dr. Elie Zahar, University of Cambridge

## Mitglieder

### Philosophische Fakultät

- Prof. Dr. Wolfgang Bernard, Lehrstuhl für Gräzistik, Heinrich Schliemann-Institut für Altertumswissenschaften
- Karsten Böger (1. Staatsexamen), Moritz-Schlick-Forschungsstelle, DFG-Projekt „Transformationen und integratives Potential der wissenschaftlichen Philosophie“
- Dr. Andris Breitling, Institut für Philosophie
- Dr. Olaf Engler, Institut für Philosophie und Moritz-Schlick-Forschungsstelle
- Niels Grewe M.A., Institut für Philosophie, DFG-Projekt „GoodOD“
- Christian Hildebrandt, Moritz-Schlick-Forschungsstelle, Akademie-Projekt „Moritz Schlick Gesamtausgabe. Nachlass und Korrespondenz“
- Prof. Dr. Franz-Josef Holznagel, Lehrstuhl für Germanistische Mediävistik, Institut für Germanistik
- Dr. Mathias Iven, Moritz-Schlick-Forschungsstelle, Akademie-Projekt „Moritz Schlick Gesamtausgabe. Nachlass und Korrespondenz“



- PD. Dr. Ludger Jansen, Institut für Philosophie
  - Prof. Dr. Bertram Kienzle, Lehrstuhl für Philosophie (mit dem Schwerpunkt: Theoretische Philosophie), Institut für Philosophie
  - Prof. Dr. Kersten Krüger (emer.), Lehrstuhl für Geschichte der Neuzeit, Historisches Institut
  - Martin Lemke M.A., Moritz-Schlick-Forschungsstelle, Akademie-Projekt „Moritz Schlick Gesamtausgabe. Nachlass und Korrespondenz“
  - Julia Lippmann M.A., Institut für Philosophie, Forschungsfonds-MV Projekt „Transformation wissenschaftlichen Wissens in den Lebenswissenschaften: Morphologie und Neurowissenschaften im Wandel“
  - Michael Pohl M.A., Moritz-Schlick-Forschungsstelle, Akademie-Projekt „Moritz Schlick Gesamtausgabe. Nachlass und Korrespondenz“
  - Johannes Röhl M.A., Institut für Philosophie, DFG-Projekt „GoodOD“
  - Jendrik Stelling M.A., Moritz-Schlick-Forschungsstelle, Akademie-Projekt „Moritz Schlick Gesamtausgabe. Nachlass und Korrespondenz“
  - Effi Sternkiker, Moritz-Schlick-Forschungsstelle, DFG-Projekt „Transformationen und integratives Potential der wissenschaftlichen Philosophie“
  - Prof. Dr. Markus Völkel, Lehrstuhl für Europäische Geistesgeschichte und historische Methodologie, Historisches Institut
  - Prof. Dr. Dr. h.c.mult. Hans Jürgen Wendel, Lehrstuhl für formale Philosophie am Institut für Philosophie und Leiter der Moritz-Schlick-Forschungsstelle
- Mathematisch Naturwissenschaftliche Fakultät**
- Thomas Borowitz, Institut für Biowissenschaften, Forschungsfonds-MV Projekt „Transformation wissenschaftlichen Wissens in den Lebenswissenschaften: Morphologie und Neurowissenschaften im Wandel“
  - Dr. Gisela Boeck, Institut für Chemie
  - Tobias Breidenmoser M.A., Institut für Biowissenschaften, Projekt im Exzellenz-Forschungsprogramm MV „Transformation wissenschaftlichen Wissens in den Lebenswissenschaften: Das Verständnis der lebenden Zelle im Wandel“, (bis Dez. 2011)
  - Dipl.-Biol. Günther Jirikowski, Institut für Biowissenschaften, Forschungsfonds-MV Projekt „Transformation wissenschaftlichen Wissens in den Lebenswissenschaften: Morphologie und Neurowissenschaften im Wandel“

- Prof. Dr. Dr. h. c. Ronald Redmer, Professor für Statistische Physik, Institut für Physik
- Prof. Dr. Stefan Richter, Professor für Allgemeine und Spezielle Zoologie, Institut für Biowissenschaften
- Prof. Dr. Heinrich Stolz, Professor für Halbleiteroptik, Institut für Physik
- Prof. Dr. Dieter G. Weiss (emer.), Lehrstuhl für Tierphysiologie, Institut für Biowissenschaften, Zellbiologie und Biosystemtechnik
- Prof. Dr. Lars Schwabe, Institut für Informatik, Juniorprofessur für adaptive und regenerative Softwaresysteme
- Prof. Dr. Olaf Wolkenhauer, Institut für Informatik, Lehrstuhl für Systembiologie und Bioinformatik

### **Weitere wissenschaftliche und außerwissenschaftliche Einrichtungen**

#### **Medizinische Fakultät**

- Prof. Dr. Georg Fuellen, Institut für Biostatistik und Informatik in Medizin und Altersforschung
- Prof. Dr. Rüdiger Köhling, Institut für Physiologie, Lehrstuhl für Physiologie
- Prof. Dr. Hans-Uwe Lammel, Arbeitsbereich Geschichte der Medizin an der Medizinischen Fakultät

#### **Theologische Fakultät**

- Prof. Dr. Udo Kern (emer.), Theologische Fakultät, Lehrstuhl für Systematische Theologie

#### **Fakultät für Informatik und Elektrotechnik**

- Tobias Breidenmoser M.A., Institut für Informatik, Lehrstuhl für

- Prof. Dr. Werner Ebeling, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin
- Prof. Dr. Johannes Fehr, Ludwik Fleck Zentrum, Collegium Helveticum, Universität Zürich/ETH Zürich
- Dr. Tobias Fox, Patentamt Wien
- Prof. Dr. Martin Guntau, Ernst-Alban-Gesellschaft
- Dr. Angela Hartwig, Universitätsarchiv Rostock
- Prof. Dr. Michael Heidelberger, Lehrstuhl für Logik und Wissenschaftsphilosophie, Philosophisches Seminar, Eberhard-Karls-Universität Tübingen
- Dr. Marko Helwich, Generali Deutschland Köln
- Björn Henning (1. Staatsexamen), Institut für Geschichte, Universität Wien
- Prof. Dr. Dieter Hoffmann, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin

- Reinhard Messerschmidt M.A., Max Planck Institute for Demographic Research Rostock
- Prof. Dr. Jürgen Renn, Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin
- Florian Rieger, Geschäftsführer der Universitätsbuchhandlung Weiland
- Raja T. Rosenhagen M.A., Department of Philosophy, University of Pittsburgh
- Prof. Dr. Rainer Schimming, Institut für Informatik und Mathematik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
- Prof. Dr. Oliver R. Scholz, Philosophisches Seminar, Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Prof. Dr. Friedrich Stadler, Doppelprofessur für History and Philosophy of Science, Institut für Philosophie und Institut für Zeitgeschichte, Universität Wien und Wissenschaftlicher Leiter des Instituts Wiener Kreis
- Martin Stobbe, Friedrich-Schiller-Universität Jena
- Prof. Dr. Niko Strobach, Philosophisches Seminar, Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Corina Strößner M.A., Emmy Noether Junior Research Group „Formal Epistemology“, Fachbereich Philosophie, Universität Konstanz
- Prof. Dr. Christian Thies, Professur für Philosophie, Universität Passau
- Felix Timmermann, Friedrich-Schiller-Universität Jena
- Prof. Dr. James Vaupel, Max-Planck-Institute for Demographic Research Rostock
- Dr. Bartosz Wieckowski, Institut für Philosophie, Ernst Moritz Arndt Universität Greifswald
- Sebastian Zacharias M.A., Institut für Geschichtswissenschaften, Humboldt-Universität zu Berlin und Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte Berlin
- Prof. Dr. (emer.) Elie Zahar, University of Cambridge

#### **Ehemalige Mitglieder**

- Prof. Dr. Philipp Stoellger, Theologische Fakultät, Lehrstuhl für Systematische Theologie und Religionsphilosophie (20\*\* – 2013)