Daniël F. M. Strauss

Die Grenzen der Logik übersteigen: Zum Unterschied zwischen Widerspruch und Antinomie

Ins Deutsche übertragen von Martin J. Jandl[1]

In:
Die Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie
26(1):37-61.
[UFS, Bloemfontein
South Africa]

Abstract

Die Philosophie und alle akademischen Disziplinen achten darauf, logisch stringent zu argumentieren – ausgenommen die dialektische Tradition, die Widerspruch und Antinomie gutheißen (z.B. Heraklit, Nikolaus von Kues, Hegel, Marx, Vaihinger, Simmel, Rex und Dahrendorf). Zunächst wird ein kurzer Überblick über die konfligierenden theoretischen Standpunkte innerhalb der verschiedenen akademischen Disziplinen gegeben, bevor noch der ›Reduktionismus‹ positiv oder negativ bewertet wird. Vor der Folie der historischen Entwicklungslinien werden die vielfältigen Begriffe, die in diesem Kontext angewendet werden, dargestellt und im Kontext der Normativität positioniert, die das logische Denken bestimmt. Es wird argumentiert, dass der logische Gegensatz von ›logisch‹ und ›unlogisch‹ als Begründung für andere normative (konträre) Gegensätze dient, und zwar für solche wie zwischen ›legal‹ und ›illegal‹ und ›moralisch‹ und ›unmoralisch‹.

Durch die Entdeckung der irrationalen Zahlen wurde der Ausgangspunkt des pythagoreischen Denkens, dass alles Zahl ist, auf eine geometrische Perspektive zurück verwiesen, die eine statische Metaphysik des Seins nach sich zieht und die Ideen von Pluralität und Bewegung herausfordert. Diese geistesgeschichtliche Entwicklung enthüllt das Problem der ›primitiven Begriffe‹ – ›primitiv‹ im Sinne von ›grundlegend‹, ›irreduzibel‹ und daher ›nicht definierbar‹ – in wissenschaftlichen Diskursen als einen alternativen Theorieentwurf vis-à-vis derjenigen theoretischen Ansätzen, die eine Reduktion des Seienden auf eine bestimmte Erklärungsweise anstreben. Zenons Paradoxien werden herangezogen, um eine stimmige Auffassung über die Differenz zwischen dem potentiell und aktual Unendlichen und über die Natur von (theoretischen) Antinomien darzulegen. Genuine Antinomien sind – der Auffassung von primitiven Begriffen folgend – ihrem Wesen nach ›intermodal‹ (wie sich im gescheiterten Versuch zeigt, Bewegung als modus auf die statischen Positionen im Raum zu reduzieren), und Antinomien unterscheiden sich daher von logischen Widersprüchen (wie z.B. der

[1] Ich danke Dr. Darrell Patrick Rowbottom von der Durham Universität (England) und der Mathematiker, Prof.dr. Hubertus Bargenda (Universität der Freistaat, Bloemfontein, Süd-Afrika), für ihre wertvollen Kommentare und Vorschläge, die in die Endfassung dieses Artikels Eingang gefunden haben.

›quadratische Kreis‹, der bloß zwei Figuren innerhalb eines modalen Aspekts miteinander vermischt). Obwohl jede Antinomie einen logischen Widerspruch nach sich zieht, setzt dieser nicht notwendigerweise eine Antinomie voraus. Die Folgerung daraus lautet, dass die Logik selbst ontisch begründet ist – was sich am Wesen des Prinzips des hinreichenden Grundes oder des Prinzips der ausgeschlossenen Antinomie erkennen lässt – und dass die Logik Bedeutung nur auf der Basis einer nicht-reduktionistischen Ontologie erlangt.

Sollte die Methode der ›immanenten Kritik‹ wahre Antinomien enthüllen, dann ist der Weg für eine bedeutungsvolle intellektuelle Interaktion zwischen unterschiedlichen philosophischen Ansätzen offen. Durch den Unterschied von Widerspruch und Antinomie sind Philosophen gefordert, die Implikationen einer nicht-reduktionistischen Ontologie zu reflektieren und so alle monistischen Ismen zu meiden.

1. Einleitende Bemerkungen

Die menschliche Erfahrung der Wirklichkeit ist in die Kenntnis von Einheit und Verschiedenheit (›unity‹ und ›diversity‹) eingebettet. Die menschliche Erfahrung basiert auf der menschlichen Erkenntnisfähigkeit, die Identifikation und Unterscheidung voraussetzt. Im alltäglichen Leben ist es ganz natürlich und sinnvoll, Unterschiede zwischen verschiedenen (distinkten) (Arten von) Entitäten zu artikulieren, und es ist nicht minder natürlich darauf (analytisch) empfindlich zu reagieren, wenn Verschiedenes vermischt wird. Eine Standardpraxis von Philosophen und Logikern ist, diese Vermischung mittels der Begriffe ›Widerspruch‹ und ›Antinomie‹ zu fassen, die üblicherweise als synonym gelten. Mit dem Aufgang der Philosophie und einiger anderer Disziplinen im antiken Griechenland (wie Mathematik, Astronomie und die Heilwissenschaften) erwachte die Kenntnis über die logisch-analytische Auffassungsgabe des Menschen. Die frühe griechische Philosophie belegt aber auch das Auftauchen von dialektischen Konzeptionen, die Widersprüche miteinander in Einklang zu bringen trachten – und damit gutzuheißen. Ein später Schüler des Heraklit stellt fest:

»For all things are alike in that they differ, all harmonize with one another in that they conflict with one another, all converse in that they do not converse, all are rational in being irrational; individual things are by nature contrary, because they mutually agree. For rational world-order [*nomos*] and nature [*physis*], by means of which we accomplish all things, do not agree in that they agree.«[2]

Im Laufe der westlichen Geistestradition erlangen in ständig wachsender Anzahl akademische Disziplinen den Status einer unabhängigen Spezialwissenschaft, weil sie in wachsendem Ausmaß an den Prinzipien des logischen Denkens festhalten. Schon ein kurzer Blick auf die Geschichte der vielfältigen Disziplinen zeigt, dass sich innerhalb einer jeden alternative und oft konfligierende Richtungen entwickelten – was sich sicherlich nicht allein aus logischen Gründen erklären lässt. Diese missliche Lage deutet

2 Diese Worte, die ein später Schüler des Heraklits ausgesprochen hat, wurden fälschlicher Weise Hippokrates zugeschrieben, näherhin seinem Werk *Περὶ διαιτης* I, xi, 6. Siehe Dooyeweerd, 2004:44.

eher darauf hin, dass theoretisches (i.e. wissenschaftliches) Denken nicht Überlegungen entkommen kann, die die Grenzen der Logizität überschreiten.[3]

Um diese Andeutung zu erhärten, soll die Unterscheidung von Antinomie und Widerspruch eingeführt werden. Es wird sich zeigen, dass diese Unterscheidung innig mit dem oben erwähnten Problem von Einheit und Verschiedenheit zusammenhängt. Das Problem des Einen und Vielen hat neben anderen Fragestellungen – wie das Verhältnis von Universalität und Individualität, von Konstanz und Dynamik, vom Endlichen und Unendlichen, von Notwendigkeit und Zufall und vom Erkennbaren und Unerkennbaren – die Entwicklung von Philosophie und Wissenschaften mit bestimmt.

Die Geschichte dieser Disziplinen lehrt uns, dass Begründungsprobleme der (Natur- oder Sozial-) Wissenschaften immer philosophische Probleme sind. Das erklärt die erwähnte historische Tatsache, dass alle akademischen Disziplinen in ihrer historischen Entwicklung verschiedene philosophische Denkschulen widerspiegeln. Damit wird die Frage unausweichlich, was das für die Anforderungen des logischen Denkens und der logisch stringenten Argumentation heißt. Ein kurzer und unvollständiger Überblick mag helfen, den Hintergrund der nachfolgenden Diskussion der Unterscheidung von Widerspruch und Antinomie zu porträtieren. Dieser knappe Überblick bietet nur einen flüchtigen Blick und nicht eine detaillierten Exposition, die mehr als einen Artikel pro erwähnte Disziplin erforderte. Dennoch sollen die zahlreichen Ismen aufgezeigt werden – eben mit Hinblick auf die Tatsache, dass solche Positionen meistens Antinomien nach sich ziehen, weil sie ja reduktionistisch sind.

- *Mathematik*: axiomatischer Formalismus (Hilbert), Logizismus (Russell, Frege) und Intuitionismus (Brouwer, Heyting, Troelstra, Dummett) in der modernen Mathematik;[4]
- *Physik*: klassischer Determinismus (Einstein, Schrödinger, Bohm und die Schule von De Broglie) und die mechanistische Haupttendenz der klassischen Physik

3 Ich beabsichtige nicht, das Verhältnis des ›rein Logischen‹ zu demjenigen, das den logischen Aspekt übersteigt, als die Unterscheidung zwischen Aussagen in einer Objektsprache und denjenigen in einer Metasprache aufzufassen (utens/docens). Die ursprüngliche Unterscheidung, die wahrscheinlich ins 13. Jahrhundert zurück datiert, führt die alte Streitfrage fort, ob Logik ein spezifischer Teil der Philosophie oder bloß ihr Instrument ist. Die *dialectica utens* wurde als Behandlungsweise der Argumente in allen Disziplinen angesehen, während die *dialectica docens* als eine spezielle Wissenschaft (*scientia specialis*) aufgefasst wurde, die sich mit dem dialektischen Syllogismus oder mit den sekundären Intentionen im Zusammenhang mit den dialektischen Schlüssen befasst.

4 Salmon verweist lediglich auf die ›intuitionistischen Philosophen der Mathematik‹, ohne den wahrhaft mathematischen Charakter dieser Richtung des 20. Jahrhunderts anzuerkennen (s. Salmon 2001:23) – er rekurriert dabei auf Körner (1968). Im Gegensatz dazu merkt Stegmüller (1970:331) an: »The special character of intuitionistic mathematics is expressed in a series of theorems that contradict the classical results. For instance, while in classical mathematics only a small part of the real functions are uniformly continuous, in intuitionistic mathematics the principle holds that any function that is definable at all is uniformly continuous.« Beth (1965:89) hebt ebenfalls diesen Punkt hervor: »It is clear that intuitionistic mathematics is not merely that part of classical mathematics which would remain if one removed certain methods not acceptable to the intuitionists. On the contrary, intuitionistic mathematics replaces those methods by other ones that lead to results which find no counterpart in classical mathematics.«

(letzter Vertreter: Heinrich Hertz)[5] versus die Kopenhagener Interpretation der Quantenmechanik (Bohr und Heisenberg); das zeitgenössische Ideal, eine ›theory of everything‹ zu entwickeln (Hawking und die Superstringtheorie: Greene);

- *Biologie*: mechanistische Orientierung (Eisenstein), physikalistischer Ansatz (Neodarwinismus), Neovitalismus (Driesch, Sinnott, Rainer-Schulbert Soldern, Haas, Heitler), Holismus (Adolf Meyer-Abich), emergenter Evolutionismus (Lloyd-Morgan, Woltereck, Bavinck, Polanyi) und Pan-Psychismus (Teilhard de Chardin, Bernard Rensch);
- *Psychologie*: die ursprünglich atomistische Assoziationspsychologie (Herbart), der Reiz-Reaktions-Ansatz bzw. Behaviorismus, die Gestaltpsychologie in Form der Leipziger Schule (Krüger und Volkelt) und in Form der Berliner Schule (Koffka und Köhler), Tiefenpsychologie (Freud, Adler, Jung), die Logotherapie von Frankl, die phänomenologische Psychologie, zeitgenössische systemtheoretische Ansätze (beeinflusst von Bertalanffy);
- *Historiografie*: vergleiche hier den Widerspruch zwischen der linearen und zyklischen Auffassung von Geschichte, das Ideal der Aufklärung eines linear akkumulativen Wachstums, das Aufleben der griechischen Überzeugung, dass Geschichte eine ewige Wiederkehr ist, in den Gedankengebäuden von Vico, Herder, Hegel, Goethe, Daniliwski, Nietzsche, Spengler und bis zu einem gewissen Grad bei Toynbee;
- *Linguistik*: zwei Gedankenlinien dominierten das 19. Jahrhundert – einerseits Rousseau, Herder, Romantizismus, Humboldt und andererseits der rationalistische Trend, der von Bopp, Schleicher und den Jung-Grammatikalisten zu Paul verläuft (mit seiner historistischen Konzeption von Sprache-in-Entwicklung); im Gegensatz dazu hat Cassirer eine neo-kantianische Auffassung von Sprache entwickelt (Sprache als ›symbolische Form‹, die der Wirklichkeit aufgeprägt wird), Bühler verfolgt den Anreiz des Behaviorismus in seiner Signaltheorie, am Beginn des 20. Jahrhunderts dominiert Wundt die Szene, de Saussure leistet einen Beitrag zum strukturalistischen Verständnis (gefolgt von Geckeler, Coseriu und anderen), Reichling untersucht Elemente der Gestaltpsychologie in seiner Betonung des Wortes als die Grundeinheit der Sprache, Chomsky erneuert die Lehre des Apriori innerhalb des Kontext seiner generativen Grammatik;
- *Soziologie*: der ursprünglich organistische Orientierung (Comte, Spencer) wurden kontinuierlich mechanistische und physikalistische Ansätze (L.F. Ward im späten 19. Jahrhundert und W.R. Catton in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts) gegenübergestellt, das dialektische Erbe Hegels durchdringt Simmels formalistische Soziologie mit ihrem individualistischen, neu-kantianischen Fokus (Park und Burgess erforschten diese Richtung in den USA), Max Weber entwickelte die soziologischen und ökonomischen Implikationen der neu-kantianischen Schule von Baden, Talcott Parsons konstruierte das Systemmodell (basierend auf Bertalanffys Verallgemeinerung des zweiten Hauptgesetzes der Thermodynamik), was für die

5 Mario Bunge stellt fest: »It is now generally understood that mechanics is only a part of physics whence it is impossible to reduce everything to mechanics, even to quantum mechanics.« Obwohl er die Meinung vertritt, dass der Physikalismus des Wiener Kreises und die Enzyklopädie einer Einheitswissenschaft tot sind, hält er daran fest, dass »the sharp decline of physicalism has not been the end of reductionism.« (s. seinen Beitrag *The Power and Limits of Reduction* in Agazzi 1991:33).

Soziologie sehr fruchtvoll war und seinen Gegner in der Konfliktsoziologie findet (Dahrendorf, C.W. Mills und Rex und die Frankfurter Schule); ein systemtheoretischer Ansatz wurde neulich von J.C. Alexander wiedererweckt, A. Giddens entwickelt die Theorie des Strukturierens – und während der letzten beiden Dekaden stellt Habermas die Theorie des kommunikativen Handelns vor;

- *Ökonomie*: die klassische Schule von A. Smith, der neoklassische Ansatz (von Cournot und Dupuit bis Menger, Jevons, Walas und Pareto), der Marginalismus von Marshall, Keynes' ›Allgemeine Theorie‹, alternative Ansätze zum Wettbewerb (Chamberlin und Robinson);
- *Rechtswissenschaften*: die historistische Orientation von Savigny, gefolgt von den Romanistischen (Jhering) und den Germanistischen (Gierke) Schulen, der Neo-Hegelianismus (Binder), der Neo-Kantianismus (Stammler, Radbruch, Kelsen), das Revival der Naturrechtstheorien nach dem Zweiten Weltkrieg, der Rechtspositivismus (der nach wie vor lebendig ist);
- *Theologie*: dialektische Theologie (Barth, Gogarten, Brunner) in seiner Abhängigkeit von Kierkegaard und Jaspers, Bultmann (abhängig von Heidegger), Theologie der Hoffnung (Moltmann, der auf den Neo-Marxisten E. Bloch rekurriert), der historistische Entwurf von Pannenberg (aufbauend auf Dilthey und Troeltsch), die ›atheistische‹ Theologie von Altizer und Cox (beeinflusst vom Neopositivismus), existenzial-hermeneutische Richtungen (Fuchs, Ebeling, Steiger), die Befreiungstheologie (beeinflusst vom Neomarxismus).

Wenn man diese (philosophisch fundierten) Gedankenschulen innerhalb der Disziplinen betrachtet, dann fällt auf, dass viele mit einem Reduktionismus im pejorativen Sinne verstrickt sind.[6] Zwar gibt es auch eine positive Konnotation von ›Reduktionismus‹ in den Einzelwissenschaften – so wird z.B. in der Mathematik von der Mengenkonstruktion als Reduktion gesprochen oder in der Chemie wird die Auflösung von Verbindungen in die einzelnen Bestandteile als Reduktion bezeichnet etc. Um die problematischen Anwendung dieses Begriffs zu bestimmen, sei auf seine Verwendung seit der Mitte des 20. Jahrhunderts hingewiesen. Quine (1953:37ff) benutzt diesen bei der Diskussion des Verifikationismus und Reduktionismus und in den früher 1970er Jahren erscheint das Werk *Beyond Reductionism* (Smythies & Koestler 1972). Smith hält Polanyi für den vielleicht ernsthaftesten und umfassendsten Kritiker des Reduktionismus, »because he was a major scientist of this century and was drawn into philosophical debate primarily because of the threat to scientific freedom, political democracy, and to human values that he saw in reductionism«. Er fährt fort mit:

> »His works *The Contempt of Freedom, The Logic of Liberty, Science, Faith and Society, Personal Knowledge*, and *The Tacit Dimension* have as a common theme the criticism of reductionism in all its scientific, cultural and moral forms.«[7]

---

6 Popper (1974:269) stellt fest: »As a philosophy, reductionism is a failure.« Und Goodfield (1974:86) merkt an: »Reductionist methodology may have been extremely successful, but the history of science abounds with examples where forms of explanation, successful in one field, have turned out to be disastrous when imported to another.« Eine positive Wertschätzung des Reduktionismus findet sich bei Dawkins und Dennett (1995:80ff).

7 siehe Smith, G.L. (1994). *On Reductionism*. Sewanee, Tennesse – erhältlich im Web: http://smith2.sewanee.edu/texts/Ecologoy/OnReductionism.html (Zugriff vom 22.01.2005).

Wir werden im Folgenden die Grenzen der logischen Wahrnehmung (Identifikation und Unterscheidung) untersuchen, um die wahrhaften Antinomien zu erklären, die beim Versuch auftauchen, wenn das tatsächlich Irreduzible reduziert werden soll. Dieser Ansatz ist ähnlich der Strategie, die der Physiker Henry Margenau (einige Ideen von Mario Bunge aufgreifend) verfolgt. Er nennt sie »the strategy consisting of reducing whatever can be reduced without however ignoring emergence or persisting in reducing the irreducible« (Margenau 1982:187, 196f). Sobald wir die systematische Unterscheidung zwischen Antinomie und Widerspruch bewertet haben werden, sollen dessen Implikationen für das Verständnis der Natur von unterschiedlichen Ismen innerhalb der akademischen Disziplinen herausgearbeitet werden.

2. Kurzer historischer Überblick

Weil sowohl akademische als auch nicht-akademische Disziplinen gerne daran Gefallen finden, mit ›logischen Problemen‹ zu kämpfen, möchte ich auf das Lügner-Paradoxon eingehen, das Diels und Kranz dem Epimenides (5. Jahrhundert v. Chr.) zugeschreiben. Es besteht darin, dass ein Kreter (und zwar der kretische Prophet) feststellt, dass alle Kreter lügen. Im Bericht des Titus (1: 12-13) ist zu lesen, dass der Apostel Paulus dies als wahr bezeugt. Aber wie kann diese Aussage, die ja von einem Lügner geäußert wird, wahr sein?[8]

Schon der Hinweis auf diesen Widerspruch zeigt, dass die alten Griechen mit fundamentalen logischen Fähigkeiten der Identifikation und Unterscheidung rangen.[9] Die Schule des Parmenides postulierte das primordiale Wesen des Seins und identifizierte es mit dem Denken.[10] Aber in Platons Dialog *Parmenides* findet sich ein negatives Argument bezüglich der Wechselseitigkeit (Verwiesenheit) von Identifikation und Unterscheidung, das letztlich auch die Grenzen der Begriffsbildung aufzeigt – denn das Eine (und das Viele) in einem absoluten Sinne entzieht sich dem Zugriff der logischen Begriffsbildung.[11] In *Sophisten* wird daher folgerichtig anerkannt, dass der Versuch, Sein und Nicht-Sein als solche zu erkennen, eine Aporie in sich ist, i.e. ein ungelöstes Problem.[12] Sobald das Sein gedacht wird, wird auch Nicht-Sein gedacht.[13] In

---

– Putnam (1982:126) hält Szientismus und Relativismus für reduktionistisch. In Bezug auf den Phänomenalismus stellt er fest: »The idea that the statements of science are translatable one by one into statements about what experience we will have if we perform certain actions has now been given up as an unacceptable kind of reductionism.« (Putnam 1982:187)

8 In dieser Formulierung ist bereits der mögliche Ausweg angedeutet. Denn normalerweise lügt ein Lügner ja nur manchmal, und nicht immer.

9 Derrida wendet die wechselseitige Verwiesenheit von Identifikation und Unterscheidung auf die Sprache an: »The identity of a language can only affirm itself as identity to itself by opening itself to the hospitality of a difference from itself or of a difference with itself.« (Derrida 1993:10)

10 Diels-Kranz I, 231; Parmenides B Fr.3: »For thinking and being are the same.«

11 Die Schlussfolgerung aus den vier Wegen des dialektischen Arguments bezüglich des Einen und Vielen lautet: »Therefore, if the One is, it is everything and nothing, in relation to itself and to the many.« (*Parmenides* 160b 1-3)

12 Die Logik benützt den Begriff ›Aporie‹ in Verbindung mit der theoretischen Wahrheit einer Aussage, wenn Gründe vorliegen, die für sie sprechen, und Gründe, die gegen sie sprechen.

anderen Worten: Die Identifikation bezieht sich darauf, was von ihr verschieden ist. Während also Platon ein klares Verständnis der logischen Prinzipien von Identifikation und Unterscheidung demonstriert,[14] findet sich bei Aristoteles zusätzlich das Verständnis des Prinzips des ausgeschlossenen Mittleren (s. *Metaphysik* 1057a).

Im Mittelalter gibt es neben der Fortführung der aristotelischen Prädikatenlogik eine bemerkenswerte dialektische Tradition, die bei Heraklit und Platons dialektischer Logik ihren Ausgang nimmt. Es ist möglicherweise diese ›via negativa‹ des Neoplatonismus (Pseudo-Dionysius, Plotin), die Nikolaus von Kues dazu inspiriert, Gott als ›coincidentia oppositorum‹, i.e. Zusammenfallen der Gegensätze (s. *De Docta Ignorantia I*, 22), aufzufassen: In seiner Untersuchung des so genannten aktual Unendlichen erweist sich Gott zugleich als das Größte und als das Kleinste (s. *De Docta Ignorantia*, I, 5). Der Begründer der modernen Mengentheorie und der Theorie der transfiniten Zahlen, Georg Cantor, formuliert einen ähnlichen Gedanken bezüglich der kleinsten transfiniten Ordnungszahl (ω): ω ist sowohl gerade als auch ungerade und gleichzeitig weder gerade noch ungerade.[15]

Die vielleicht elaborierteste Form der dialektischen Tradition findet sich einerseits in den Gedanken von Hegel, Marx und denjenigen Soziologen des 20. Jahrhunderts, die als Konflikttheoretiker bekannt sind (Simmel, Rex und Dahrendorf), und andererseits in

---

›*Aporia*‹ hat sich ins die lateinischen Begriffe ›*dubitatio*‹ und ›*questio*‹ transformiert (s. Waldenfels 1971:448).

13 Sivak (1999:426) erklärt Derridas Dekonstruktion mit ähnlichen Worten: »Deconstruction, as it emerged in Derrida's early writings, examined how texts of philosophy, when they established definitions as starting points, did not attend to the fact that all such gestures involved setting each defined item off from all that it was not.«

14 Die folgende Passage hebt beide Prinzipien hervor: »Solche Einwände schrecken uns also nicht und überzeugen uns nicht davon, daß ein Gegenstand jemals zu gleicher Zeit und in der gleichen Lage und Beziehung das Entgegengesetzte litte oder täte.« (*Politeia*, Buch IV, 436).

15 Innerhalb des Systems der natürlichen Zahlen, das unter den Operationen der Addition und Multiplikation in sich geschlossen ist (i.e. die Addition und Multiplikation von natürlichen Zahlen wird als Ergebnis wieder eine natürliche Zahl haben), ist das Kommutativgesetz gültig; bezüglich zweier natürlicher Zahlen a und b gilt also: $a + b = b + a$, und $ab = ba$. Das Kommutativgesetz ist nicht gültig hinsichtlich transfiniter Ordnungszahlen (die kleinste transfinite Ordnungszahl ω hat ein erstes Element, jedes Element hat einen unmittelbaren Nachfolger, d.h. es gibt kein letztes Element und jedes Element außer dem ersten hat einen unmittelbaren Vorgänger). Cantors ›coincidentia oppositorum‹ lässt sich wie folgt illustrieren (man beachte allerdings, dass Cantor in diesem Beispiel in dem Produkt *ba b* als den Multiplikator und *a* als den Multiplikanden auffasst, s. Cantor 1962:178). Man nehme die Menge $A = \{1, 2\}$ und $B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, ...\}$ und betrachte das (lexikografisch) geordnete Produkt AB; i.e. $\{(1,1),(1,2),(1,3), ...,(2,1),(2,2),(2,3), ..\}$ oder $\omega + \omega = \omega.2$ (i.e. $\omega \neq \omega.2$). Das geordnete Produkt BA hingegen ergibt: $\{(1,1),(1,2),(2,1),(2,2),(3,1), ...\}$ Dieses Produkt erfüllt klar die Voraussetzungen einer transfiniten Ordnungszahl, was impliziert dass $2.\omega = \omega$. Das Produkt AB zeigte, dass $\omega \neq \omega.2$. Die Zahl ω lässt sich darstellen als $2.\omega$ und auch als $1 + 2.\omega$ – aber niemals anders herum, weil $\omega \neq \omega.2$ und $\omega \neq \omega.2 + 1$. Die Schlussfolgerung daraus ist evident: ω ist gerade (nämlich $2.\omega$) und ungerade (nämlich $1 + 2.\omega$) und gleichzeitig ist ω weder gerade (nämlich $\neq \omega.2$), noch ungerade (nämlich $\neq \omega.2 + 1$) (s. Cantor 1962:178-179). Man erinnere sich daran, dass Cantors Beweis keinen Widerspruch beinhält!

der Philosophie des ›Als ob‹ von Vaihinger (dem Begründer der Zeitschrift *Kant-Studien*). Die Bedeutung des letztgenannten zeigt sich in seiner Verbindung zu vielen akademischen Disziplinen (wie Mathematik, Physik, Linguistik, Ökonomie und Rechtswissenschaften, um nur einige zu nennen). Vaihinger behauptet, dass die Verwendung inhärenter antinomischer Strukturen (als ›Fiktionen‹ bezeichnet) dem (wissenschaftlichen) Denken in erstaunlich effizienter Weise dienen kann. So charakterisiert er mathematische Konstrukte wie negative Zahlen, Brüche, irrationale und imaginäre Zahlen als ›fiktionale Konstrukte‹ (die keine Hypothesen sind) mit einem »great value for the advancement of science and the generalization of its results in spite of the crass contradictions which they contain« (Vaihinger 1949:57). Allgemein zielt Vaihinger daraufhin ab, für jenes Rätsel ein Lösung zu präsentieren, das darin besteht, dass durch die Anwendung von derart »unlogischen und tatsächlich sinnlosen Begriffen« richtige Ergebnisse resultieren (s. Vaihinger 1949:240). Seine Antwort liefert er mit dem ›allgemeinen Gesetz der Fiktion‹, i.e. die Korrekturen der Fehler, die man begangen hat, oder der ›Methode des antithetischen Fehlers‹ (s. Vaihinger 1949:109).

An diesem Punkt wird das oben erwähnte Problem von Einheit und Vielheit wieder virulent – nicht nur bezüglich der vielen Ismen in den verschiedenen Disziplinen, sondern auch bezüglich der opponierenden und sich oftmals auch widersprechenden philosophischen Gedankenschulen (die dialektische Tradition mit eingeschlossen), die den Widerspruch ja als philosophisches Positivum anerkennt. Aber was bedeuten nun die nebeneinander bestehenden unterschiedlichen Konnotationen des Widerspruchbegriffs? Diese Frage zieht die Herausforderung nach sich, das terminologische Problem von mehrfachen Begriffen zu klären und zu untersuchen, ob nicht mehr als bloß logische Unterschiede dahinter stecken. Daher sollten wir damit fortfahren, die mehrfachen Begriffe genauer zu betrachten, die in diesen Kontexten angewandt werden.

3. Mehrfache Begriffe

Sowohl in wissenschaftlichen als auch in alltäglichen Kontexten sprechen wir über Widersprüche, Antinomien, Paradoxien, Rätseln, Dilemmata und sogar Puzzeln. Insbesondere seit Kant, der in der ›transzendentalen Dialektik‹ der *Kritik der reinen Vernunft* für vier Thesen und Antithesen unter der Kategorie der Antinomie scheinbar stringente Beweise liefert, ist dieser Begriff in der Philosophie allgemein bekannt. Die unterschiedlichen in diesem Kontext verwendeten Begriffe werden bei einem Überblick deutlich, der keinen systematischen Kriterien genügt, sondern eher einen impressionistischen Überblick geben soll: Das 1849 posthum erschienene Werk des deutschen Mathematikerphilosophen Bernard Bolzano trägt den Titel *Paradoxien des Unendlichen*. Russell (1956:144, 190ff) spricht von Widerspruch, Paradoxon und Antinomie. E. Teensma veröffentlicht ein Buch mit dem Titel *The Paradoxes* (1969), und E.P. Northrops Werk trägt den Titel *Riddles in Mathematics* (1944). In *Dilemmas* findet sich Gilbert Ryles Diskussion des Wettlaufs des Achilles mit der Schildkröte (Ryle 1953:50-69). Es lässt sich aber auch die Verwendung des Begriffs Rätsel finden. M. Gardner untersucht diesen in *Mathematical Puzzles and Diversions* (1968). In jüngster Vergangenheit publizierte Michael Clark *Paradoxes from A to Z* (2002).

Aber weder die klassische oder moderne Logik noch die Philosophie im Allgemeinen entwickelt eine systematische Analyse der Unterschiede zwischen diesen ungleichen Bezeichnungen. Widerspruch, Antinomie und Paradoxon werden als austauschbar behandelt. So verwenden Fraenkel et al. bei der Diskussion der bekannten Widersprüche und Paradoxien den Begriff Antinomie.[16] Wir fangen damit an das Wesen der normativen Gegensätze zu reflektieren, um die Normativität der Logizität herauszustreichen.

4. Normative (konträre) Gegensätze

Die logischen Prinzipien der Identität und der Widerspruchsfreiheit erstrecken sich auf die menschliche Fähigkeit des Verstehens und Argumentierens. Copi (1994:372) hält mit den Worten »the principle of contradiction asserts that no statement can be both true and false« – das Prinzip des Widerspruches hält fest, dass eine Aussage nicht gleichzeitig wahr und falsch sein kann – eine allgemein akzeptierte Überzeugung fest. Das klassische Beispiel eine ›unlogischen Begriffs‹ stammt von Kant (1783:341, §52b) – der ›quadratische Kreis‹. Die Klassifikation dieses Begriff als unlogisch bedeutet, dass man einen normativen Standard in Anschlag bringt, denn man stellt ja fest, dass dieser Begriff nicht den Ansprüchen genügt, denen er aufgrund der inhärenten normativen Standards genügen müsste. Es ist ein Widerspruch, nicht zwischen einem Quadrat und Kreis zu unterscheiden, oder – um es anders auszudrücken – die Vermischung zweier räumlicher Figuren verletzt die Anforderung der passenden Identifikation und Unterscheidung: Ein Quadrat ist ein Quadrat (logische richtige Identifikation), und ein Quadrat ist nicht ein Nicht-Quadrat, also z.B. ein Kreis (logisch richtige Unterscheidung).

Das Denken, das den logischen Normen widerspricht – das unlogische Denken –, bleibt an die Struktur von Logizität gebunden und ist nicht alogisch (oder nicht-logisch), also z.B. ökonomisch, moralisch oder juristisch. Die (nicht-logischen) Facetten unserer Erfahrung werden oft ›a-logisch‹ genannt, aber sie sind nicht ›un-logisch‹. Tatsächlich bieten diese ja Raum für konträre Gegensätze, die denen zwischen ›logisch‹ und ›unlogisch, ›ökonomisch‹ und ›unökonomisch‹, ›moralisch‹ und ›unmoralisch‹ und ›legal‹ und ›illegal‹ ähnlich (bzw. analog) sind. Obwohl im Laufe der Menschheitsgeschichte das ökonomisch, moralisch und rechtlich Richtige ganz unterschiedlich bewertet wurde, lässt sich nicht leugnen, dass in diesen Dimensionen eine ihnen eigene Normativität innewohnt, die sich in den konträren Gegensätzen manifestiert. Der logische Widerspruch liegt diesen anderen Instanzen normativer Widersprüche zu Grunde und reflektiert auf analogische Weise in deren jeweiligen Gebieten die Bedeutung der logischen Analyse (Identifikation und konträrer Gegensatz).

Doch das Phänomen der Widersprüche erzählt nicht die ganze Geschichte. Gehen wir daher noch einmal zurück zu der Vermischung der räumlichen Figuren, wie wir sie beim quadratischen Kreis gefunden haben, und vergleichen wir sie mit etwas, das noch um einiges drastischer ist – dem Versuch, alles Seiende in ausschließlich räumlichen

16 Fraenkel et al. (1973:5-12) unterscheiden zwischen logischen Antinomien (diejenigen von Russell, Cantor und Burali-Forty) und semantischen Antinomien (diejenigen von Richard, Grelling und dem Lügner).

Begriffen zu erklären. Denn genau das passiert in der griechischen Philosophie nach der Entdeckung der irrationalen Zahlen – ein Ereignis, das zur Geometrisierung der griechischen Mathematik führt (und zwar nach der ursprünglich von Pythagoras betriebenen Arithmetisierung). Dieser Wechsel innerhalb der Mathematik inspiriert die Entwicklung einer spekulativen Metaphysik, die materielle Entitäten ausschließlich in räumlichen Begriffen fasst. Als Resultat fehlt im griechischen Denken die Reflexion des leeren Raumes. In der reifen griechischen Philosophie gibt es keinen Raum, sondern nur den Platz, den ein konkreter Körper einnimmt. Wenn es keinen Körper gibt, dann gibt es auch nichts, von dem man den Platz prädizieren könnte. Daher ist es nur folgerichtig, wenn der ›leere Platz‹ als der Platz von nichts aufgefasst wird, der letztlich überhaupt kein Platz ist. Aber wie lässt sich dann die Bewegung von räumlichen Körpern denken? Soll man Bewegung als einen ›Platzwechsel‹ verstehen? Es ist klar, dass mit der Identifikation eines Körpers mit dem Platz die Bewegung unmöglich wird – zumindest dann, wenn der Körper als Subjekt der Bewegung gedacht wird –, und ein Platzwechsel läuft unter diesen Bedingungen auf nichts geringeres als auf einen Seinswechsel hinaus. In dieser Metaphysik markiert die Einführung (oder Definition) der Bewegung einen Widerspruch: Ein Körper kann sich genau dann bewegen, wenn er sich nicht bewegen kann (was den Argumenten des Zenon gegen Vielfalt und Bewegung sehr nahe kommt).

Der Versuch, alles Seiende in ausschließlich räumlichen Begriffen zu denken, ist natürlich eine Reduktion alles Seienden auf den Raum (ähnlich Pythagoras’ Behauptung, dass alles Zahl ist). Aber, wie bereits bemerkt, das erste Opfer eines räumlichen Reduktionismus ist die Bewegung. Um dieses Problem besser hantieren zu können, wenden wir uns einem Problem zu, das jenem zu Grunde liegt, nämlich der ›Kohärenz des Irreduziblen‹ – eine andere Formulierung für das Basisproblem der Philosophie, also das von Einheit und Vielfalt. Mit Bezug auf Hegel unterscheidet Russell zwischen einer kontinuierlichen Größe (Ganzheit) und einer diskreten Größe als verschiedene Klassen des ›Klassenbegriffs‹ und darauf aufbauend hält er fest, »that this opposition of identity and diversity in a collection constitutes a fundemental problem for logic – perhaps even the fundamental problem of philosophy« (Russell 1956:346).

5. Einzigartigkeit und Kohärenz

Die Behauptung, dass Reduktionen ungerechtfertigt sind, setzt implizit die Überzeugung voraus, dass es etwas nicht Reduzibles und in diesem Sinne Einfaches gibt.[17] Die typisch reduktionistischen All-Behauptungen wie die Pythagoreische Überzeugung, dass alles Zahl sei, oder das Grundpostulat des Materialismus, dass alles Materie sei, oder die Ausgangsthese des Postmodernismus, dass alles Interpretation sei, ist eine Herausforderung für die Unhintergehbarkeit von Einzigartigkeit und Kohärenz.[18] Diese

17 Salmon (2001:32) bezieht sich auf »primitive terms« (›primitive Begriffe‹) in der ›reinen Mathematik‹.

18 P. Hoyningen-Huene schreibt über die Irreduzibilität im Zusammenhang mit Komplementarität: »But this property is just *identical with the epistemological non-reducibility* of these features. In other words: In order to establish that in a certain situation complementarity prevails, it has to be shown that the features involved are irreducible to each other.« (s. auch seine *Theory of Antireductionist Arguments: The Bohr Case Study*, in Agazzi 1991:67)

All-Behauptungen sind prinzipiell reduktionistisch, weil sie aus der Perspektive eines einzigen, allumfassenden Prinzips die Vielfalt des Universums zu erklären trachten, die sich in unserer Erfahrung manifestiert.[19] Ein Argument zugunsten der Akzeptanz von Irreduziblität – als die eine Seite der Münze, auf deren zweiten Seite die wechselseitige Kohärenz des Irreduziblen geprägt ist – sollte zeigen, dass sich jeglicher ungerechtfertigte Reduktionismus in unlösbare Probleme verfängt, die dann üblicher Weise als Widersprüche, Paradoxien oder Antinomien behandelt werden.[20] Ernst Cassirer (1957:73), ein Vertreter der neo-kantianischen Marburger Schule, der allerdings für seine *Philosophie der symbolischen Formen* bekannt ist, stellt explizit und klar fest, dass die kritische Analyse der Erkenntnis genau dann grundlegende Funktionen akzeptiert, die nicht deduzierbar sind und auch gar nicht deduziert werden müssen, wenn man einen Regress ad infinitum vermeiden will.

Jede Einzelwissenschaft wendet solche Grundbegriffe an, die sowohl fundamental als auch irreduzibel sind. Und diese Grundbegriffe sind genau deswegen fundamental, weil sie nicht definierbar sind. Zahlreiche Disziplinen erkennen diesen Sachverhalt an, indem sie explizit ›primitive Begriffe‹ einführen. So wird z.B. bei Zermelo-Fraenkels Mengentheorie die Prädikatenlogik erster Stufe angenommen und auf ihrer Basis wird das spezifisch binäre mengentheoretische Prädikat $\in$ als undefinierbarer Begriff eingeführt, die ›Zugehörigkeitsrelation‹ (Fraenkel et al. 1973:23) genannt wird.[21] Russell (1956:138) stellt fest: »The relation of whole and part is, it would seem, an indefinable and ultimate relation.« Für die Ökonomie der primitiven Begriffe muss man nicht einmal den Begriff der Identität als einen primitiven Begriff nehmen, weil er in der axiomatischen Mengentheorie von Lemmon (1968:124) mittels der Axiome der Extensionalität definiert werden kann. In der allgemeinen Linguistik gilt der Begriff der Bedeutung als primitiv, in der Kinematik ist es die Konstanz (›Invarianz‹ wird gewöhnlicher Weise mit einheitlicher Bewegung assoziiert); in den Rechtswissenschaften ist Vergeltung ein primitiver Begriff. In seiner Diskussion der mathematischen

---

Weingartner rekurriert auf ›primitive Begriffe‹: »Term (concept, idea) *t* is scientifically analyzable if it is reducible to primitive terms. *t* is reducible to primitive terms if *t* is itself a primitive term or it can be traced back to primitive terms by a chain of definitions.« (s. seinen Aufsatz *Reductionism and Reduction in Logic and in Mathematics*, in Agazzi 1991:124)

19 Mit Bezug auf Einsteins dreißig jährigen Suche nach einer einheitlichen Feldtheorie vertritt Brian Greene, ein Spezialist auf dem Gebiet der Superstringtheorie, die Überzeugung, dass Physiker einem Rahmen gefunden haben, in dem sie ihre Einsichten zu einem ›saumlosen Ganzen‹ zusammenfügen können, dass also Physiker eine einheitliche Theorie formulieren, die prinzipiell alle Phänomene erklären kann (s. Greene 2003:viii). Er stellt die Superstringtheorie als die ›Unified Theorie of Everything‹ vor (s. Greene 2003:15, 364-370, 385-386).

20 Vgl. z.B. die Anmerkung von Weingartner (1991:130) bezüglich des Fehlers des Logizismus: »Logicism is an example of reduction which was as a whole unsuccessful.«

21 Dieser Ansatz folgt einem allgemeinen Muster: Eine axiomatische Theorie (die axiomatischen Theorien der Logik ausgeschlossen) »is constructed by adding to a certain basic discipline – usually some system of logic (with or without a set theory) but sometimes also a system of arithmetic – new terms and axioms, the specific undefined terms and axioms under consideration.« (Fraenkel et al. 1973:18)

Bedeutung von Konstanten stellt Russell (1956:89) fest: »Constancy of form must be taken as a primitive idea.« Hier ließen sich noch zahlreiche weitere Beispiele anführen.

Als Ergebnis dieser kurzen Ausführungen ist festzuhalten, dass die Aneignung von Begriffen und die Formulierung von Definitionen letztlich auf primitiven Begriffen beruhen. Natürlich stellt sich nun die Frage, woher das Wissen über die primitiven Begriffe herrührt. Diese Frage ist epistemologisch, hängt mit den philosophischen Annahmen über die Welt zusammen und impliziert des Weiteren ontologische Überzeugungen. Dies genauer auszuführen würde den Rahmen dieser Überlegungen allerdings übersteigen, und daher möchte ich mich wieder der auf dem Raum basierenden Metaphysik zuwenden, die wir in der Schule des Parmenides finden.

6. Zenons Paradoxien – ein anderes Verständnis der Antinomien

In der Schule des Parmenides ist es Zenon, der gegen Vielfalt und Bewegung argumentiert, und zwar aufgrund der Annahme eines absolut statischen Seins. Die vier bekannten Beweisreihen des Zenons über ›die Nicht-Bewegung‹, ›Achilles und die Schildkröte‹, den ›fliegenden Pfeil‹ und die ›auf dem Rennplatz bewegten Massen‹ wird von Aristoteles (*Physik* 239b 5ff) diskutiert, der dabei von den Überzeugungen ausgeht, dass das Kontinuierliche unmöglich aus unteilbaren Bestandteilen zusammengesetzt sein kann (*Physik* 232a 23ff) und dass das Kontinuierliche niemals in eine unendliche Anzahl von Teilen zerlegt werden kann (*Physik* 238a 22). Die Grundlage des ersten Paradoxons liegt für Aristoteles in der Teilbarkeit und diejenige des dritten darin, dass zwei distinkte Folgen von kleiner werdenden Mengen bei einer aufeinander folgenden Addition beim selben Grenzwert konvergieren. Es hat den Anschein, dass die aristotelische Erklärung ab initio Bewegung als ein Kompositum von räumlicher Teilbarkeit und Addition von kleiner werdenden Größen auffasst (daher sind beide Fälle damit verbunden, was die moderne Mathematik die ›Dichte‹ von räumlicher Kontinuität nennt, die auf ›analoge‹ Weise im System der rationalen Zahlen reflektiert wird, weil ja jedes Intervall zwischen zwei rationalen Zahlen bis ins Unendliche weiter teilbar ist), wobei die Erklärung des fliegenden Pfeils mit Bewegung beginnt, aber dann zu distinkten Bewegungen innerhalb der Zeit gerinnt, als ob es etwas wäre, das sich von Moment zu Moment auf einem definierten Platz im Raum befindet.[22]

An dieser Stelle mag es auch interessant sein, das vierte Fragment des Zenons zu betrachten. Hier wird die Wirklichkeit von Bewegung gleich zu Beginn zugestanden, und Zenon fährt dann mit einem Argument fort, das sich auf die Perspektive des statischen Wesens des Raumes stützt, um die Möglichkeit von Bewegung auszuschließen.

»Was sich bewegt, das bewegt sich weder im Raum, den es einnimmt, noch im Raum, den es nicht einnimmt.« (Diels-Kranz B Fr.4)

---

22 Wenn ›an einem Platz sein‹ so viel wie ›sich in einem Ruhezustand befinden‹ bedeutet und wenn das mit dem fliegenden Pfeil jeden Moment so ist, dann befindet sich der fliegende Pfeil ausschließlich im Ruhezustand, d.h. er bewegt sich überhaupt nicht. Natürlich betont die moderne Kinematik, dass der Ruhezustand ein relatives Stadium von Bewegung ist. Aber ohne Bezug zu dem einen oder anderen System lässt sich nicht von Bewegung eines spezifischen kinematischen Subjekts sprechen (s. Stafleu 1980:81, 83f).

Das erklärt sicherlich, warum Grünbaum (1967:3) die ›Paradoxien der Ausdehnung‹ von den ›Paradoxien der Bewegung‹ unterscheidet – wobei er sich explizit von der Authentizität der historischen Quellen distanziert und sich auf das Vermächtnis von Zenon in der gegenwärtigen Wissenschaftstheorie beschränkt (s. Grünbaum 1967:4).[23] In seinen umfassenden Analysen der Paradoxien des Zenons bezieht Grünbaum leider nicht die Frage von Einzigartigkeit und Irreduzibilität (mit den damit zusammenhängenden Fragestellungen von primitiven Begriffen und Undefinierbarkeit) in seine Überlegungen mit ein. Das bedeutet allerdings nicht, dass sich in seiner Argumentationsweise nicht die implizite Akzeptanz von Einzigartigkeit als Kernbegriff von Bewegung finden lässt. So diskutiert Grünbaum (1974:376) in seiner Arbeit über Raum und Zeit Einsteins Prinzip der konstanten Lichtgeschwindigkeit und weist darauf hin, dass dieses eine obere Grenze betrifft, die sich nur im Vakuum realisiert. Einsteins Relativitätstheorie geht von der Hypothese aus, dass ein singuläres Lichtsignal eine konstante Geschwindigkeit aufweist (in Bezug auf alle möglichen Bewegungssysteme), ohne damit notwendiger Weise zu postulieren, dass ein solches Lichtsignal tatsächlich existiert. Stafleu (1980:89) merkt dazu an: »The empirically established fact that the velocity of light satisfies the hypothesis is comparatively irrelevant.«

Das Postulat bezüglich der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit vertieft eine Einsicht, die bereits Galilei und seine Vorgänger bezüglich der Trägheit formulierten. Galilei revidiert die aristotelische Auffassung, dass alles, was sich bewegt, eine Bewegungsursache benötigt, um die Bewegung fortzusetzen. Diese Revision erfolgt mittels eines Gedankenexperiments, in dem von einem Körper ausgegangen wird, der sich auf einer unendlichen Fläche in Bewegung befindet. Dieses Gedankenexperiment ist die Basis der Trägheitsgesetze. Die Frage ist nun, ob die Bedeutung der uniformen Bewegung primitiv und einzigartig ist in dem Sinne, dass sie sowohl von der statischen Bedeutung des Raumes als auch von der dynamischen Bedeutung der physikalischen Energieoperation (Ursache und Wirkung) differenziert werden sollte. Weil die Physik von dynamischen Kräften handelt, die im Wechselspiel von Energietransformationen wirksam werden, und weil eine (konstante) einförmige Bewegung tatsächlich vorgestellt werden kann, ohne an eine Ursache (eine kausale Kraft) zu appellieren, ist die Annahme der Einzigartigkeit und Irreduzibilität angebracht. Daraus folgt, dass in einem funktionalen Sinne Bewegung ursprünglich ist: Das sich Bewegende wird seine Bewegung unendlich lange fortsetzen. Nicht die Bewegung als solche verlangt nach einer Ursache, sondern ausschließlich die Bewegungsänderung braucht eine Ursache – weder Beschleunigung noch Bremsung sind ohne Energie-Input (i.e. ohne physikalische Ursache) möglich.

Obwohl die moderne Physik bis ins 19. Jahrhundert von einer mechanistischen Tendenz dominiert ist, hat sie doch gemerkt, dass eine ausschließlich kinematische Erklärung von physikalischen Phänomenen unhaltbar ist. Ein durchgängig mechanistischer Ansatz, wie er sich im posthum publizierten Werk von Heinrich Hertz

23 Diese Position imitiert eine Einschränkung, die sich bei Russell (1956:348, Fußnote) findet: »Not being a Greek scholar, I pretend to no first-hand authority as to what Zeno really did say or mean. The form of his four arguments which I shall employ is derived from the interesting article of M. Noel, ›Le mouvement et les argument de Zénon d'Elée‹, *Revue Métaphysique et de Morale*, Vol. I, pp. 107-125. These arguments are in any case well worthy of consideration, and as they are, to me, merely a text for discussion, their historical correctness is of little importance.«

DiePrinzipien der Mechanik, in neuem Zusammenhang dargestellt(hrsg von Ph. Lenard, 1894) finden lässt, zeigt sehr deutlich das Dilemma eines reduktionistischen Ansatzes auf. Um das Ziel zu erreichen, die Physik auf Zahl, Raum und Bewegung (repräsentiert in den Begriffen Masse, Raum, Zeit) einzuschränken, negiert Hertz den physikalischen Begriff der Kraft. Daher stellt sich ihm die *Kraft* als inhärent antinomisch dar (s. Katscher 1970:329). Doch was sich Hertz als eine Antinomie darstellt, entpuppt sich als der dynamische Sinn der Kraft – ein Einsicht, die von den Physikern des 20. Jahrhunderts vollzogen wird –, was dann eben zur Anerkennung eines weiteren einzigartigen und irreduziblen funktionalen[24] Modus der Wirklichkeit führt: Neben den Modi der Zahl, des Raumes und der Bewegung ist eben der physikalische Modus zu akzeptieren.[25]

7. Die intermodale Bedeutung einer Antinomie

Die kinematische Bedeutung der einheitlichen Bewegung unterscheidet sich auch von den funktionalen Modi Zahl und Raum. Das oben erwähnte B-Fragment von Zenon zeigt tatsächlich auf, dass der einzigartige und irreduzible Fluss (Bewegung) nicht in ausschließlich räumlichen Begriffen gefasst werden kann – und wenn man es versucht, dann resultiert daraus eine Antinomie. Um dies zu erklären, ist es nötig, die Bedeutung des Begriffs der Antinomie zu verändern. Der Verweis auf die ursprüngliche Bedeutung von Antinomie ist dazu der erste Schritt: Antinomie setzt sich zusammen aus ›anti‹ und ›nomos‹ und meint daher ›gegen ein Gesetz‹. Der Versuch, die Bewegung in räumlichen Begriffen zu erklären, führt zu einem (theoretischen) Konflikt zwischen kinematischen und räumlichen Gesetzen. Solch ein Konflikt zwischen unterschiedlichen funktionalen (modalen) Gesetzen demonstriert in der Tat das Wesen der theoretischen Antinomie. In der wirklichen Welt sind diese beiden Seinsmodi einzigartig und wechselseitig

24 Die Aspekte der Wirklichkeit werden nicht dadurch in den Blick genommen, indem man nach dem konkreten ›Was‹ eines Seienden oder Prozesses fragt, sondern diese Aspekte stellen die Art und Weise dar, wie Seiendes und Prozesse funktionieren, i.e. sie beziehen sich auf das ›Wie‹ eines Seienden oder Prozesses. Vom Lateinischen her haben wir Ausdrücke geerbt wie ›modus operandi‹ und ›modus vivendi‹, in denen das ›Wie‹ durch den Begriff ›modus‹ ausgedrückt wird. Ein Aspekt wird dann als spezifischer einzigartiger Modus betrachtet, der in einem allgemeinen Sinne ein ›modus quo‹, also eine Seinsweise ist. Als Äquivalent zu ›Facetten‹, ›Aspekten‹ oder ›Funktionen‹ lässt sich also von ›Modalitäten‹, ›modalen Aspekten‹ oder ›modalen Funktionen‹ sprechen. Auf die Bedeutung des Unterschieds zwischen Substanz und Funktion macht bereits Cassirer (1953) aufmerksam. Wenn Entitäten und Prozesse in ihre Funktionen aufgelöst werden, sprechen wir von Funktionalismus; wenn modale Funktionen wie Entitäten behandelt werden, sprechen wir von Reifikation. Bei Rombach (1965-66) findet sich eine Tiefenanalyse der entscheidenden Rolle des Funktionalismus für die Entwicklung der modernen Naturwissenschaften.

25 Daher ist zu verstehen, warum Janich (1975:68f) zwischen phoronomischen und dynamischen Aussagen unterscheidet. Auch Einstein (1959:42f) betont den Unterschied zwischen den mechanischen Gesichtspunkt (von dem aus gesehen alle Prozesse reversibel sind) und dem thermodynamischen Gesichtspunkt (als den allgemeinsten Ansatz in der Physik, in dem der Lauf der Ereignisse nicht reversibel ist).

zusammenhängend.[26] Daher führt der Versuch, einen einzigartigen Modus auf einen anderen der Modi zu reduzieren, zu einer theoretischen Antinomie.

In diesem Sinn lässt sich eine Antinomie als die intermodale Vermischung auffassen, i.e. als das Fehlen der klaren Untershceidung zwischen verschiedenen Modi, Funktionen oder Aspekten der Wirklichkeit. Weiters zieht eine Antinomie stets einen logischen Widerspruch nach sich, wohingegen ein Widerspruch nicht notwendiger Weise eine Antinomie voraussetzt. Der oben erwähnte quadratische Kreis ist Beispiel für die unklare Identifikation und Unterscheidung zwischen zwei räumlichen Figuren. Ein Widerspruch wie dieser weist einen intramodalen Wesenszug auf, weil sich die Vermischung nur auf Gegebenheiten innerhalb eines modal-funktionalen Aspekts bezieht.

Innerhalb der dialektischen Tradition des Marxismus zeigt sich dieser Unterschied zwischen einer (intermodalen) Antinomie und einem (intramodalen) Widerspruch besonders deutlich. Hörz, ein Philosophen in der Tradition der materialistisch-dialektischen Denkweise, spricht über einen dialektischen Widerspruch wie folgt: Man könne feststellen, dass ein bewegter Körper gleichzeitig an einem bestimmten Platz ist und dort nicht ist – was er den dialektischen Widerspruch der Platzänderung nennt. Eine Formulierung, die jeden logischen Widerspruch ausschließt, lautet wie folgt: »As the result of movement a body finds itself at a specific place and with regard to the movement itself the body does not find itself at a specific place.« (Hörz 1967:58) Dieser dialektische Widerspruch findet sich auch bei Hegel:

> »Wenn wir von der Bewegung überhaupt sprechen, so sagen wir: Der Körper ist an einem Orte, und dann geht er an einen anderen Ort. Indem er sich bewegt, ist er nicht mehr am ersten, aber auch noch nicht am zweiten; ist er an einem von beiden, so ruht er. Sagt man, er sey zwischen beiden, so ist dies nicht gesagt; denn zwischen beiden ist er auch an einem Orte, es ist also dieselbe Schwierigkeit hier vorhanden. Bewegen heißt aber: an diesem Orte seyn, und zugleich nicht; dies ist die Kontinuität des Raums und der Zeit, und diese ist es, welche die Bewegung erst möglich macht.« (Hegel 1833:337ff)

Hegel und Hörz unterscheiden den Aspekt der Bewegung (wenn sich ein Körper nicht an einem bestimmten Platz befindet) und den räumlichen Aspekt (die Position eines Körpers, wenn er einen bestimmten Platz einnimmt). Sie appellieren also an zwei verschiedene Aspekte, um den Vorwurf der logischen Widersprüchlichkeit zu umgehen, und gleichzeitig wertschätzen sie die (intermodale) Unterscheidung, sie im ›dialektischen Widerspruch‹ machen.

8. Differenzierung der Aspekte in Zenons Paradoxien

In den Paradoxien des Zenon sind verschiedene modale Aspekte im Spiel. Der theoretische Versuch, die Bedeutung von Bewegung auf die Bedeutung des Raumes zu reduzieren, führt zu einer Antinomie – aber diese Antinomie zeigt sich in einem logischen Widerspruch, der sie begleitet. So z.B. in dem vierten Argument, in dem Zenon von der Bewegung ausgeht und zu dem Schluss gelangt, dass Bewegung nicht

26 Der ›Weg‹ einer Bewegung betont die nicht zu leugnende Verbindung zwischen Bewegung und Raum. Die fortgesetzte Ordnung von Ereignissen enthüllt eine Verbindung mit der numerischen Bedeutung von Sukzession. Wir kommen darauf weiter unten zurück.

möglich ist (weswegen sich etwas bewegt genau dann, wenn es sich nicht bewegt). Der logische Widerspruch resultiert aus dem antinomischen Versuch, die ursprüngliche (primitive und undefinierbare) Bedeutung von Bewegung auf die statische räumliche Ausdehnung zu reduzieren. Um es noch einmal in aller Klarheit zu sagen: Eine Antinomie resultiert aus dem Versuch, das Irreduzible zu reduzieren, wobei diese Reduktion intermodal verläuft und sich die Antinomie gleichzeitig im logischen Modus als logischer Widerspruch ausdrückt.[27] Natürlich eliminiert diese Perspektive nicht die bedeutungsvolle Analyse des numerischen und räumlichen Aspekt eines konkreten, bewegten Körpers (vgl. die zahlreichen Argumente in Grünbaum 1967). Materielle (physikalische) Entitäten und Prozesse zeigen vielfältige funktionale Eigenschaften, deren konkrete, vielseitige Existenz sich nicht in irgendeiner dieser einzelnen Seinsmodi (die gleichzeitig die Erklärungsmodi sind) erschöpft.

Die Lösung der Paradoxien des Zenons liegt wohl nicht darin, dass Zenon die Metapher des ›bewegten Beobachters‹ allzu wörtlich verstanden hat – so der Lösungsvorschlag von Lakoff & Johnson (1999:157f). Denn letztlich zeigt diese Antinomie ja, dass Bewegung nicht (erschöpfend oder exklusiv) in räumlichen Begriffen zu fassen ist. Die irreduziblen Modi (Funktionen oder Aspekte) der Wirklichkeit sind unmittelbar mit der Identität eines Seienden verbunden, das ein konkretes und mannigfaltiges Funktionieren in jedem dieser Aspekte aufweist, ohne jemals von einem dieser Aspekte vollständig absorbiert zu werden. Betrachten wir die fundamentalen Funktionen eines Atoms. Neben der arithmetischen Funktion (die Atomzahl) hat es klarer Weise auch eine räumliche Funktion, weil es ja durch eine spezifische räumliche Konfiguration gekennzeichnet ist – dem Nukleus und seinem peripheren Elektronensystem. Gemäß der Wellenmechanik sind Wellenbewegungen um den Nukleus quantifiziert, worin die kinematische Funktion des Atoms liegt. 1911 formuliert Rutherford in seiner Atomtheorie die Hypothese, dass Atome aus einem positiv geladenen Kern und negativ geladenen Teilen bestehen, die um den Kern kreisen (eine Theorie, die vom Planetensystem inspiriert ist). Ein Jahr später, also 1912, formuliert Niels Bohr eine neue Theorie, die zwei wichtige Ideen beinhält: (i) Die Elektronen bewegen sich in einer begrenzten Anzahl von diskreten Umlaufbahnen um den Kern, und (ii) wenn sich ein Elektron von einer Umlaufbahn mit einem höheren Energiegehalt zu einem mit einem niedrigeren Energiegehalt bewegt, wird elektromagnetische Strahlung freigesetzt. Daher ist ein Atom als eine Mikrototalität durch seine physikalischen Funktionen der Energieoperation qualifiziert.

Die (relative) Bewegung eines materiell Seienden betrifft das ontische Funktionieren dieses Seienden innerhalb des kinematischen Aspekts der Wirklichkeit. Aber die Bewegung eines physikalischen Seienden setzt die räumliche Funktion eines physikalisch Seienden voraus – man denke hier nur an den Weg der Bewegung – und auch die numerische Funktion, die sich dann zeigt, wenn die Bewegungsmessung eine numerische Spezifikation erfordert (um seine Geschwindigkeit zu etablieren).[28] Obwohl

27 Stafleu (1987:61) ist darin zuzustimmen, die Paradoxien des Zenons, die eigentlich gegen die Möglichkeit von Bewegung vorgebracht werden, als eine Demonstration zu verstehen, dass sich Bewegung unmöglich aus den numerischen und räumlichen Relationen erklären lässt.

28 Der Begriff ›Geschwindigkeit‹ in der Phoronomie ist ähnlich demjenigen der ›Größe‹ in metrischen Räumen. Die klassische ›Definition‹ einer Linie als die ›kürzeste Distanz‹ zwischen zwei Punkten ist falsch. Hilbert (1970:302 – Problem 4 seiner klassischen 23

Salmon (2001:5) sicherlich darin recht behält, dass Zenon »in his attempt to demonstrate the impossibility of plurality, motion, and change [points at] problems lying at the very heart of our concepts of space, time, motion, continuity, and infinity«, so führt doch keine seiner Überlegungen in seinem Werk *Zeno's Paradoxes* zu einer Diskussion der wechselseitigen Irreduzibilität dieser Wirklichkeitsfunktionen (namentlich der numerischen, räumlichen, kinematischen und der physikalischen Wirklichkeitsfunktion). Andererseits werden aber auch nicht der Bereich und die Grenzen der verschiedenen Erklärungsmodi hinsichtlich der Einzigartigkeit (primitive Bedeutung) von Bewegung reflektiert. Dennoch kommt es vor, dass ein Autor verschiedene Aspekte eines Ereignisses betont, z.B. Max Black, der seine Argumente wie folgt zusammenfasst.

»But Achilles is not called upon to do the logically impossible; the illusion that he must do so is created by our failure to hold separate the finite number of real things that the runner has to accomplish and the infinite series of numbers by which we describe what he actually does.« (Black, in Salmon 2001:80)

In diesem Zitat findet sich die Unterscheidung der verschiedenen Aspekte, durch die wir uns einem solchen Ereignis näher können – nämlich der numerische und der physikalische Aspekt.

Teilt man Zenons Argumente in (i) die Paradoxien der Pluralität und (ii) die Paradoxien der Bewegung, dann gewinnt man den Eindruck, man hätte es mit zwei getrennten Gebieten der Reflexion zu tun. Doch Salmon (2001:vi) betont richtiger Weise, dass diese beiden Gebiete nicht voneinander unabhängig sind, und er behält auch darin Recht, dass (i) fundamentaler als (ii) ist: »We shall see that the paradox of plurality is logically more basic than the paradoxes of motion.« (Salmon 2001:7) Wir werden jedoch seine Qualifikation ›logisch‹ zu ›onto-logisch‹ erweitern, weil numerische Überlegungen in einem ontischen Sinne begründend und fundamental für das Verständnis der Bedeutung von Raum und Bewegung sind.[29]

Auch hinsichtlich von (ii) fokussieren die meisten Philosophen und Mathematiker das Problem der Unendlichkeit von Punkten oder Intervallen, das in einer begrenzten Zeitspanne passiert/durchquert werden soll. Eine konstant wiederkehrende Überlegung betrifft die ›logische Unmöglichkeit‹, eine endlose (unendliche) Folge zu ›komplettieren‹. Die ›mathematische Lösung‹ dieses Problems liegt scheinbar darin, dass –

---

mathematischen Probleme, die er auf dem internationalen Kongress in Paris, 1900, vorstellt), spricht vielmehr über die gerade Linie als der ›kürzeste Verbindung‹ zweier Punkte. In seinen Grundlagen der Geometrie (1899) abstrahiert Hilbert von den Inhalten seiner Axiome und treibt seine Reflexion auf der Basis von drei undefinierten Begriffen voran: ›Punkt‹, ›liegend auf‹ und ›Linie‹. Innerhalb der funktionalen Struktur einer (metrischen) Raumdistanz (i.e. eindimensionale Ausstreckung) ist das (numerische) Maß der Ausstreckung einer Linie, die kontinuierliche Linie selbst ist primitiv, so wie die Spezifikation der Geschwindigkeit eines sich bewegenden Körpers ein Bewegungsmaß erfordert, während Bewegung selbst primitiv bleibt. In beiden Fällen können wir davon sprechen, dass die quantitative Bedeutung der Zahl innerhalb des Aspekts von Raum und Bewegung analogisch reflektiert ist. Die Physik bezeichnet die numerische Analogie innerhalb der Funktion der Energieoperation als ›Masse‹.

29 Nebenbei bemerkt, berühmte Mathematiker des 20. Jahrhunderts – wie Gödel und Bernays – argumentieren zugunsten des ontischen Status des numerischen Wirklichkeitsaspekts (s. Wang 1988:304; Bernays 1976:45, 122).

aus der arithmetischen Perspektive (des Erklärungsmodus) – die aufeinander folgenden Teilsummen der Folge $1 + 1/2 + 1/2^2 + 1/2^3 + \ldots,\ 1 - 1/2^n$ ($n = 1, 2, 3, \ldots$) nicht grenzenlos anwachsen, sondern bei einem Grenzwert von 1 konvergieren (s. Weyl 1966:61). Dem fügt Weyl (1966:61) aber unmittelbar die Anmerkung bei, dass das Bestehen einer Strecke mit der Länge 1 aus unendlich vielen Teilstrecken mit den Längen 1/2, 1/4, 1/8,… als ‚abgehackten' Ganzheiten dem Wesen des Unendlichen als »Unvollendbaren« widerspricht, das Achilles zu durchqueren hat.[30] Mit anderen Worten, sobald die Idee der vollendeten Totalität mit dem Unendlichen kombiniert wird – z.B. in der Rede vom ›unendlichen Ganzen‹ oder von der ›unendlichen Totalität‹ –, dann wird der wahren Natur des Unendlichen widersprochen (in diesem Fall durch die Behauptung, dass Achilles letztendlich dasjenige vollständig durchquert, was nicht komplettiert werden kann).

Max Black fasst interessanter Weise das Unendliche als unvollständig auf, wenn er der Summe der unendlichen Folge 100 + 10 + 1 + 1/10 + 1/100 +…, die ja gleich 111 1/9 ist, nicht zugesteht, dass die Mathematiker es tatsächlich geschafft hätten, eine unendlichen Anzahl von Zahlen zu addieren (s. Black, in Salmon 2001:70). Black und auch Wisdom (in Salmon 2001:83) kritisieren die ›mathematische Lösung‹.

»The idea that the limit of an infinite series is attainable is a mistake. If a physical action is interpreted by means of an infinite series, then the completion of the action is self-contradictory.« (Wisdom, in Salmon 2001:87)[31]

Owen (in Salmon 2001:139) weist darauf hin, das ein »beneficial result« von Zenons Argumenten darin liegt, dass Mathematiker gezwungen sind, Arithmetik und Geometrie zu unterscheiden. Owen stellt die Idee einer unendlichen Teilbarkeit infrage, denn wie könnte solch eine Division jemals beendet sein.[32] Ebenso sind die Argumente in Ryles *Dilemmas* auf denselben Annahmen über das ›unvollständige Unendliche‹ fundiert, obwohl er die Ganzes-Teile-Relation bei seinen Ausführungen einführt (mit Bezug auf den klassischen Ausspruch, dass das Ganze mehr als die Summe seiner Teil ist). Ryle (1977:61) unterscheidet die Frage ›Wie viele Teile wurden von einem Objekt abgetrennt?‹ von der Frage ›In wie viele Teile lässt sich ein Objekt zerteilen?‹. Die erste Frage geht vom Begriff der Ganzheit aus, die alle ihre (endlichen) Teile enthält, während die zweite Frage die Perspektive umkehrt und den fortlaufenden Prozess der

---

30 »Die Unmöglichkeit, das Kontinuum als ein starres Sein zu fassen, kann nicht prägnanter formuliert werden als durch das bekannte Paradoxon des Zenon von dem Wettlauf zwischen Achilleus und der Schildkröte. Der Hinweis darauf, daß die sukzessiven Partialsummen der Reihe $1/2 + 1/2^2 + 1/2^3 + \ldots,\ 1 - 1/2^n$ ($n = 1, 2, 3, \ldots$) nicht über alle Grenzen wachsen, sondern gegen 1 konvergieren, durch den man heute das Paradoxon zu erledigen meint, ist gewiß eine wichtige, zur Sache gehörige und aufklärende Bemerkung. Wenn aber die Strecke von der Länge 1 wirklich aus unendlich vielen Teilstrecken von der Länge 1/2, 1/4, 1/8, … als ›abgehackten‹ Ganzen besteht, so widerstreitet es dem Wesen des Unendlichen, des ›Unvollendbaren‹, daß Achilleus sie alle schließlich durchlaufen hat.«

31 Die mathematische Standardformulierung des Wesen des Limes beinhält nicht, dass »the limit of an infinite series is attainable« (s. unten, Fußnote 37).

32 »For suppose we ask whether such a division could be (theoretically, at least) continued indefinitely: whether any division can be followed by a sub-division, and so on, through an infinite number of steps. Let us say, to begin with, (A) that it does have an infinite number of steps. Then could such a division nevertheless ever be (or ever have been) completed?« (Owen, in Salmon, 2001:142)

Teilung erkundet. Diese Unterscheidung imitiert Zenons B Fragment 3, in dem er wie folgt argumentiert (in der Übersetzung von Guthrie):

»If there is a plurality, it must contain both a finite and an infinite number of components: finite, because they must be neither more nor less than they are; infinite, because if they are separate at all, then however close together they are, there will always be others between them, and yet others between those, *ad infinitum*.« (Zenon, in Guthrie 1980:90-91)

Die Annahme einer Pluralität führt zu der widersprüchlichen Schlussfolgerung, sie enthalte eine endliche und eine unendliche Anzahl von Komponenten. Doch wie schon Parmenides und seine Schule nach der Entdeckung der irrationalen Zahlen von einem arithmetischen zu einem räumlichen Erklärungsmodus wechselten, sollten auch wir die räumliche Ganzes-Teile-Relation ins Auge fassen, um verstehen zu können, worum es hier geht.[33] Wenn sich die Pluralität des ersten Arguments auf die Perspektive von den Teilen auf das Ganze bezieht, dann muss die Anzahl dieser Teile limitiert sein, während sie gleichzeitig die Welt als Ganzes (das Universum) konstituieren. Wenn allerdings das Argument vom Ganzen zu den Teilen fortschreitet, dann führt die darin wirksame unendliche Teilbarkeit dazu, dass immer noch anderen Teile zwischen bereits abgetrennten Teilen existieren, und zwar bis ins Unendliche. Fränkel (1968:430) wendet explizit die Ganzes-Teile-Relation an, um die Bedeutung des B Fragments 3 des Zenon zu erklären.[34] Vielleicht sollte man dieses als die erste ›zweidirektionale‹ Diskussion der räumlichen Ganzes-Teile-Relation verstehen.[35]

9. Verwechslungen bezüglich des Wesens der Unendlichkeit

Schon die Tatsache, dass so viele Wissenschafter bei der Diskussion von Zenons Paradoxien in Begriffen der unvollendeten Natur des Unendlichen argumentieren, zeigt, dass sie wahrscheinlich kein klares Verständnis bezüglich dessen entwickelt haben, was traditioneller Weise als das potentiell und das aktual Unendliche bezeichnet wird. Selbst wenn ein kompetenter Wissenschaftler wie Russell, dem sicherlich ein klares Verständnis dieser beiden Arten des Unendlichen zuzusprechen ist, das Unendlichkeitsproblem in seiner historischen Entwicklung darstellt (s. Salmon 2001:45-68), stößt man dabei nicht auf die Erklärung dieser beiden Arten von Unendlichkeit.

33 Was kontinuierlich ausgedehnt ist, ist ein kohärentes Ganzes in dem Sinne, dass alle seine Teile verbunden sind – daher sind die Begriffe ›Kohärenz‹ und ›Verbundenheit‹ eigentlich bloße Synonyme für die Begriffe ›Ganzheit‹, ›Totalität‹ und ›Kontinuität‹. Ein Ganzes (oder eine Totalität) enthält alle seine Teile. Paul Bernays (1976:74) versichert, dass ›Ganzheit‹, i.e. der Totalitätscharakter einer räumlichen Kontinuität, einer perfekten Arithmetisierung des Kontinuums widerstehen wird.

34 Guthrie hat eine sehr gute Meinung von diesem Aufsatz; in einer englischen Übersetzung (*Zeno of Elea's Attack on Plurality*) bezieht er sich nämlich auf Fränkel (s. Guthrie 1980:88ff, 512).

35 Als Antwort auf die Aussage ›If they are just as many as they are, they will be finite in number‹, stellt Russell fest: »This phrase is not very clear, but it is plain that it assumes the impossibility of definite infinite numbers.« (Russell, in Salmon 2001:47). Offensichtlicher Weise wendet Russell nicht die oben erwähnte zweidirektionale Auffassung der räumlichen Ganzes-Teile-Relation an.

Bevor Gregor von Rimini eine Vorlesung über *Sätze* 1344 in Paris hält, hat der Einwand gegen des aktual Unendlichen durch Fitzralph zu einer Zurückweisung beider Unendlichkeitsformen geführt. In seiner Argumentation spricht er vom ›simultanen Unendlichen‹ (›infinitum simultanum‹). Im Laufe des 14. Jahrhunderts stellen Henry von Harclay und andere Überlegungen bezüglich des Unterschieds zwischen dem ›infinitum successivum‹ und dem ›infinitum simultaneum‹ an (s. Maier 1964:77-79). Diese beiden Bezeichnungen appellieren an die fundamentalsten Intuitionen von Zahl (Sukzession) und Raum (auf-einmal-Gegebenheit). Daher scheint es empfehlenswert, anstatt von potentiell und aktual Unendlichem besser von ›sukzessivem‹ und ›auf-einmal-gegebenem‹ Unendlichen zu sprechen. Das sukzessive Unendliche bringt die Basisbedeutung von Unendlichkeit zum Ausdruck – Unendlichkeit im wörtlichen Sinne als end-los und ohne Ende.[36] Es ist bestimmt durch die primitive quantitative Bedeutung von Sukzession: eins, dann ein zweites, dann noch eines und so weiter bis ins Unendliche. Der Grund für die Ersetzung des aktual Unendlichen durch das auf-einmal-gegebene Unendliche liegt in der Verbundenheit von Zahl und Raum. Das Bewusstsein von Simultaneität (von auf-einmal-Gegebenem) ist das Korrelat jeglicher räumlich ausgedehnten Figur (Subjekt), denn sind die verschiedenen Teile einer räumlichen Figur nicht auf einmal gegeben, dann ist die Figur als solche nicht gegeben. Jegliches Verständnis der Unendlichkeit in Begriffen der ›unendlichen Ganzheit‹ und der ›unendlichen Totalität‹ hängt daher wesentlich von einer Geborgtheit wesentlich räumlicher Elemente ab. Tatsächlich scheint es unmöglich eine Mengentheorie zu entwickeln, ohne dabei nicht Schlüsselelemente von unserer Basisintuition von Raum auszuborgen, im Speziellen von der räumlichen Ordnung des auf-einmal-Gegebenen und dessen Korrelaten Ganzheit oder Totalität. Hao Wang erwähnt, dass Gödel über Mengen als ›quasi-räumlich‹ spricht, und stellt dann fest: »I am not sure whether he would say the same thing about numbers.« (Wang 1988:202).

Es gibt keinen konstruktiven Übergang vom sukzessiven zum auf-einmal-gegebenen Unendlichen (s. Wolff 1971). Aber eine voll entwickelte Behandlung der reelen Zahlen, die den approximativen Ansatz der intuitionistischen Mathematik transzendiert, die auf der Dichte der rationalen Zahlen beruht, erfordert sehr wohl die Anwendung des auf-einmal-gegebenen Unendlichen. Obgleich es den Anschein hat, dass der Grenzbegriff bloß in Begriffen der Endlosigkeit des sukzessiven Unendlichen formuliert werden könne, so hängt die Anforderung des numerischen Wesens eines zufälligen Grenzwertes von der Anwendung der reellen Zahlen ab, und die Erklärung der reellen Zahlen erfordert die Anwendung des auf-einmal-gegebenen Unendlichen. Es ist nicht möglich die (irrationalen) reellen Zahlen mithilfe von konvergierenden Folgen von rationalen Zahlen zu definieren, weil die klassische Definition des Grenzwertes (von Cantor und Heine, siehe unten Fußnote 37) voraussetzt, dass alles, was als Grenzwert funktioniert, zuvor schon eine Zahl ist – was erklärt, warum es nicht durch einen konvergierenden Vorgang geschaffen werden kann. 1883 weist Cantor diesen Zirkeldefinition der irrationalen reellen Zahlen explizit zurück (dabei vor allem auf Cauchy 1821 zurückgehend, s. Cantor 1962:187). Die mögliche Beschreibung eines Grenzwertes, die sich heute noch in Lehrbüchern finden lässt, ist diejenige von E. Heine

36 Russell (1956:297) hält daran fest, dass eine endlose Folge weder einen Beginn noch ein Ende hat.

aus dem Jahr 1872, der ein Schüler von Karl Weierstrass ist.[37] 1887 spricht Cantor auch klar aus, dass die Hauptideen von Heines Arbeit von ihm geborgt wurden (s. Cantor 1962:385).

Es ist wichtig zu realisieren, dass die Bedeutung des sukzessiven Unendlichen der numerischen Ordnung der Sukzession durch die räumliche Ordnung des auf-einmal-Gegebenen vertieft wird – die Bedeutung des sukzessiven Unendlichen wird durch seine Verbindung mit der Bedeutung der Gleichzeitigkeit bereichert. Jede sukzessive Folge von Zahlen kann unter der Leitung dieser vertieften Hypothese betrachtet werden als ob seine Elemente auf einmal gegeben sind. Die vertiefte und enthüllte Bedeutung des Unendlichen (unter der Leitung der Einsicht in die räumliche Bedeutung der Simultaneität), dem wir hier begegnen, rechtfertigt unsere Wahl, es als das auf-einmal-gegebene Unendliche zu bezeichnen. Unter der Leitung dieser Hypothese kann die ursprünglich sukzessiv-unendliche Folge der natürlichen, ganzen oder rationalen Zahlen als aktual Unendliches betrachtet werden, i.e. als unendliche Totalitäten, die auf einmal gegeben sind.[38]

Salmon und Grünbaum sind hinreichend vertraut mit (Cantors) Mengentheorie (s. den Anhang in Salmon 2001:251-268; s. auch Grünbaum 1967)[39] und von daher berechtigt, die Mengentheorie in einer Auffassung der numerischen Seite der physikalischen Bewegung anzuwenden (obgleich sie nicht bemerken, dass die Mengentheorie nicht eine rein numerische, sondern auch eine räumlich vertiefte arithmetische Theorie ist).[40]

Ähnlich wie die Theoretiker, die gegen das ›komplette‹ Unendliche argumentieren, indem sie den Standard des sukzessiven Unendlichen zur Anwendung bringen,

---

37 Allgemein wird eine Zahl *l* der Grenzwert einer Folge (x_n) genannt, wenn für eine beliebige $0 < \in$ eine natürliche Zahl n_0 existiert, so dass $|x_n - l| <$ ♏ für alle $n \geq n_0$. (s. Heine 1872:178,182).

38 Obwohl Lorenzen das auf-einmal-gegebene Unendliche in seiner konstruktiven Logik und Mathematik verwirft, liefert er eine klare Beschreibung der klassischen Theorie der reellen Zahlen in seiner Abhängigkeit von der Verwendung des auf-einmal-gegebenen Unendlichen: »Man stellt sich vielmehr die reellen Zahlen als alle auf einmal wirklich vorhanden vor – es wird sogar jede reelle Zahl als unendlicher Dezimalbruch selbst schon so vorgestellt, als ob die unendlich vielen Zahlen alle auf einmal existierten.« (Lorenzen 1972:163)

39 Dass die beiden Autoren nicht die Zirkularität in Cantors Versuch sehen, ein angeblich rein arithmetisches Verständnis eines Punktekontinuums zu entwickeln, kann aus Platzgründen hier nicht diskutiert werden. Doch dies wird Gegenstand eines weiteren Aufsatzes sein, der sich ausschließlich Zenons Paradoxien und den impliziten Unterschiede zwischen Begriffen wie ›physikalischer Raum‹, ›mathematischer Raum‹, ›physikalische Distanz‹, ›räumliche Distanz‹, ›physikalische Bewegung‹, ›kinematische Bewegung‹, ›physikalische Punkte‹ und ›mathematische Punkte‹ widmet (s. Salmon 2001:16, 20, 26, 86).

40 Grünbaums wohlwollendes Zitat von Weyl (in Salmon 2001:175) lässt den Verdacht aufkommen, dass er sich nicht über die Tatsache im Klaren ist, das Weyl gleichzeitig mit der Zurückweisung des auf-einmal-gegebenen Unendlichen auch die Ansicht Cantors zurückweist, die dieser als eine konsistente Konzeption des ausgedehnten linearen Kontinuums als ein Aggregat von unausgedehnten Elementen entwickelt (s. Grünbaum 1952). Man betrachte nur die folgenden Worte von Weyl (1966:74): »Nicht in der Beziehung von Element zu Menge, sondern in derjenigen des *Teiles* zum *Ganzen* sieht Brouwer im Einklang mit der Anschauung das Wesen des Kontinuums.«

ist schon Kant davon überzeugt, seine erste Antinomie[41] durch einen Rekurs auf die ›Endlosigkeit‹ (d.h. durch den Rekurs auf das sukzessiv Unendliche) ›auflösen‹ zu können. In seiner Anmerkung bezüglich der ersten These der zweiten Antinomie[42] stellt Kant fest, dass der Raum nicht ein Kompositum ist (als Reaktion auf die atomistische Sicht des Raumes), weil bei der Bestimmung seiner Teile der Raum ein Totum ist.[43] Er hat daher einen Blick für den Totalitätscharakter der räumlichen Kontinuität entwickeln.

Diejenigen, die sich aus der Sackgasse, die Zenon mit seinen Argumenten errichtet hat, dadurch befreien wollen, indem sie auf die Unmöglichkeit der Vollendung der Endlosigkeit hinweisen (inklusive der Unhaltbarkeit von ›unendlichen Maschinen‹),[44] müssen Rechenschaft über den Unterschied zwischen potentiell und aktual Unendlichem (also dem sukzessiven und dem auf-einmal-gegebenen Unendlichen) ablegen. Die Annahme bezüglich Zenons Halbierungsparadoxon lautet dann, dass das Argument logisch absurd zu sein scheint, dass alle einer unendlichen Anzahl von Aufgaben in einer endlichen Zeitspanne bearbeitet werden können (konnten). Viele Autoren erreichen nicht den Unendlichkeitsbegriff im Sinne des sukzessiven Unendlichen, weil sie konstant auf das ›letzte Element‹ Bezug nehmen. Es ist ebenso selbstwidersprüchlich, von einer unendlichen Teilung eines Kontinuums zu sprechen, wenn diese Rede eine ›letzte Teilung‹ inkludiert.[45] Doch wenn die Unterscheidung von sukzessivem und auf-einmal-gegebenem Unendlichen getroffen wird, erlaubt eine vertiefte arithmetische Perspektive die Anerkennung einer unendlichen Totalität, in der jede gegebene Sukzession als auf einmal gegeben angesehen werden kann, also als ein unendliches Ganzes. Weil sich das auf-einmal-gegebene Unendliche eben nicht auf das sukzessive Unendliche reduzieren lässt, ist es völlig sinnlos, gegen jenes zu argumentieren, indem man dieses als Maßstab verwendet.

Aber diese Überlegungen weichen immer noch der grundlegenden Tatsache aus, dass die meisten der hier diskutierten Ansätze in einen Kampf ziehen, der auf dem falschen Schlachtfeld stattfindet. Die wirklich interessante Frage ist nicht nach der Möglichkeit einer stimmigen mathematischen (oder mengentheoretischen) Erklärung des sukzessiven oder des auf-einmal-gegebenen Unendlichen, die man dann auf die numerische und die räumliche Seite einer wirklichen physikalischen Bewegung anwendet. Die interessanten Fragen lauten vielmehr: Lässt sich räumliche Kontinuität

---

41 »Thesis: Die Welt hat einen Anfang in der Zeit, und ist dem Raum nach auch in Grenzen eingeschlossen.« (*KrV*, A 426). Versus: »Antithesis: Die Welt hat keinen Anfang, und keine Grenzen im Raume, sondern ist, sowohl in Ansehung der Zeit, als des Raums, unendlich.« (*KrV*, A 427)

42 Die beiden Seiten der zweiten Antinomie entsprechen der zweidirektionalen Natur der räumlichen Ganzes-Teile-Relation, auf die oben in Zusammenhang mit Zenons B Fragment 3 und Ryle Bezug genommen wurde (in Verbindung mit dieser Antithesis bringt Kant die Frage nach der unendlichen Teilbarkeit aufs Tapet): »Kein zusammengesetztes Ding in der Welt besteht aus einfachen Teilen, und es existiert überall nichts Einfaches in derselben.« (*KrV*, A 435)

43 »Den Raum sollte man eigentlich nicht Compositum, sondern Totum nennen, weil die Teile desselben nur im Ganzen und nicht das Ganze durch die Teile möglich ist.« (*KrV*, A 438)

44 Diese Idee geht auf Weyl (1966:61) zurück; siehe auch Salmon (2001:26ff), Thomson (in Salmon 2001:89ff) und Benecerraf (in Salmon 2001:103ff).

45 Grünbaum (1952:300) unterscheidet zwischen unendlicher Teilbarkeit (›infinite divisibility‹) und einer aktual unendlichen Geteiltheit (›actual infinite dividedness‹).

vollständig arithmetisieren?[46] Und: Ist es die Aufgabe einer mathematischen Theorie der Zahl oder des Raums, die Kernbedeutung von Bewegung in quantitativen Begriffen oder in Begriffen der statischen Bedeutung von Raum zu definieren?

Die Verwendung des auf-einmal-gegebenen Unendlichen in der Mathematik führt Weierstrass fälschlicher Weise zu einem Verständnis ohne phoronomische und physikalische Konnotationen, i.e. beraubt der Idee von Konstanz und Veränderung.

»In making the basis of the calculus more rigorously formal, Weierstrass also attacked the appeal to intuition of continuous motion which is implied in Cauchy's expression that a variable *approaches* a limit. Previous writers generally had defined a variable as a quantity or magnitude which is not constant; but since the time of Weierstrass it has been recognized that the ideas of variable and limit are not essentially phoronomic, but involve purely static considerations. Weierstrass interpreted a variable *x* as simply a letter designating any one of a collection of numerical values. A continuous variable was likewise defined in terms of static considerations: If for any value x_0 of the set and for any sequence of positive numbers d_1, d_2, ..., d_n' however small, there are in the intervals $x_0 - d_i$, $x_0 + d_i$ others of the set, this is called continuous.« (Boyer 1959:286)[47]

Diese Position bringt Russell zu der Festlegung, dass Zenons Pfeil in jedem Moment seines Fluges tatsächlich in Ruhe ist:

»After two thousand years of continual refutation, these sophisms were reinstated, and made the foundation of a mathematical renaissance, by a German professor, who probably never dreamed of any connection between himself and Zeno. Weierstrass, by strictly banishing all infinitesimals,[48] has at last shown that we live in an unchanging world, and that the arrow, at every moment of its flight, is truly at rest.« (Russell 1956:347)

Der alternative Ansatz, wie er hier vorgestellt wird, geht von der Behauptung aus, dass sich nur durch die Akzeptanz der Einzigartigkeit und wechselseitigen Abhängigkeit von Zahl, Raum und Bewegung die Gefahr der Antinomien bannen lässt, die Zenons Argumenten gegen Pluralität und Bewegung inhärent sind. Die räumliche Metaphysik des Parmenides inspiriert Zenon zu einem Verständnis von einzigartiger Ganzheit (›unitary wholeness‹), die Pluralität ausschließt. Mit anderen Worten, Zenon negiert das ›Teil‹-Element in der räumlichen Ganzes-Teile-Relation und gleichzeitig hält er an der Ganzheit fest, die die Teile aber erfordert.[49] Für ihn ist die Wirklichkeit sowohl eine als

46 Dieses Problem bezieht sich auf Zenons Paradox der Pluralität.

47 Im Laufe ihrer Entwicklung im 20. Jahrhundert haben Logik und Mathematik erkannt, dass die Ideen von Konstanz und Variabilität unmöglich umgangen werden können – womit sie gezeigt haben, dass sogar die Analyse der Zahlenbedeutung nicht von den Verbindungen zwischen verschiedenen Erklärungsmodi getrennt werden kann.

48 Mit der Einführung von Infinitesimalen in der Nichtstandardanalyse von Abraham Robinson ist diese Bemerkung von Russell überholt. Robinson entwickelt seine neue Theorie auf der Basis des fruchtbringenden Gebrauchs von Cantors Theorie der aktual unendlichen Mengen (transfinite Kardinalzahlen). Eine Zahl *a* wird *infinitesimal* (oder unendlich klein) genannt, wenn ihr absoluter Wert kleiner als *m* ist für alle positiven Zahlen *m* in $\Re$($\Re$ als die Menge der reellen Zahlen). Gemäß dieser Definition ist 0 *infinitesimal*. Dass die Infinitesimale nur das Korrelat von Cantors transfinite Zahlen sind, wird dadurch augenscheinlich, weil *r* (ungleich 0) infinitesimal ist genau dann und nur dann, wenn r^{-1} infinit ist (s. Robinson 1966:55ff).

49 Das ist eine quasi-Wittgensteinianische Position. Während Wittgenstein die Leiter wegwirft, nachdem er hochgeklettert ist (s. *Tractatus logico-philosophicus* 6.54), fängt Zenon auf der

auch unteilbar, doch um für diese Position zu argumentieren, untersucht er die Ganzes-Teile-Relation in einer Weise, die die Pluralität negiert. Zenon hält Pluralität deswegen für selbstwidersprüchlich, weil Pluralität eine Anzahl von (unteilbaren) Einheiten erfordert und weil sie auch die Teilbarkeit der Realität impliziert (s. Guthrie 1980:88). Aber Teilbarkeit bedroht Ganzheit als eine Einheit, weil das Teilbare eine Größe sein muss, die sich unendlich teilen lässt. Die postulierte Unteilbarkeit einer Einheit stößt also mit der unendlichen Teilbarkeit zusammen: »Hence, since plurality is a plurality of units, there can be no plurality either.« (Guthrie 1980:89)

Mit der Negation der fundamentalen Bedeutung von Vielheit verzerrt Zenon nicht nur die Bedeutung von Zahl (Pluralität), sondern missinterpretiert auch die Bedeutung von Raum. Die unendliche Teilbarkeit eines räumlich Ganzen reflektiert auf analogische Weise die ursprüngliche und primitive Bedeutung des sukzessiv Unendlichen. Durch die räumliche Kontinuität wird die Endlosigkeit gleichsam nach innen gewendet. Doch die Trennung von ihrer Verbindung mit der Zahl lässt die Bedeutung von Raum in sich zusammenfallen.[50] Die ursprünglich numerische Bedeutung des einheitlichen Einen ist nicht-original im Raum, weil innerhalb des Raumes die Größe einer ausgedehnten räumlichen Figur (als ein Ganzes) einen anderen Kontext für Einheit liefert – eine Einheit (Totalität), die unendlich teilbar ist. Der spekulative (metaphysische) Begriff des einheitlichen Ganzen, der Pluralität ausschließt, raubt beiden, Zahl und Raum, die Bedeutung und die wechselseitigen Verbindungen.[51]

Dieser Punkt sollte klar gemacht haben, dass die zur Debatte stehenden Fragestellungen bezüglich der Einzigartigkeit und wechselseitigen Kohärenz von Zahl, Raum

---

Spitze der Leiter mit der Ganzheit an und lässt dann die unendliche Teilbarkeit als ihren Ermöglichungsgrund fallen. Das Gegenteil passiert in der intuitionistischen Mathematik, die ihren Ausgang bei der ursprünglich räumlichen Ganzes-Teile-Relation nimmt, diese dann allerdings verdreht, weil sie die ›Teile‹-Elemente übermäßig betont (mit der impliziten unendlichen Teilbarkeit), und zwar auf Kosten des ›Ganzes‹-Element (mit dessen auf-einmal-Gegebenheit). Die intuitionistische Theorie der reellen Zahlen und des Kontinuums folgt einem ähnlichen Ansatz wie Wittgenstein – sie benutzt eine räumliche Leiter der Ganzheit, wirft sie aber unmittelbar danach weg und hält doch an der unendlichen Teilbarkeit fest, die jene impliziert.

50 Die mathematische Dimensionentheorie erforscht den Begriff der Dimension als ein Ordnung der Ausdehnung, gefasst mit den natürlichen Zahlen 0, 1, 2, 3, …, damit die fundamentale Bedeutung von Zahl in analogischer Weise reflektierend. In metrischen Raumgrößen wie Länge (ein-dimensionale Ausdehnung), Oberfläche (zwei-dimensionale Ausdehnung) und Volumen (drei-dimensionale Ausdehnung) wird auf analogische Weise die fundamentale Bedeutung von Zahl reflektiert. Bei seinen Nachforschungen zu einem Vorschlag von Poincaré führt Brouwer 1913 eine präzise (topologisch invariante) Definition der Dimension ein, die unabhängig von Brouwers Arbeit 1922 von Menger und Urysohn noch einmal geschaffen und verbessert wird. Mengers Formulierung (von Hurewicz und Wallman adoptiert) lautet schlicht: »a) the empty set has dimension -1, b) the dimension of a space is the least integer *n* for which every point has arbitrarily small neighborhoods whose boundaries have dimension less than *n*.« (Hurewicz 1959:4; s. auch:24; s. auch Alexandroff 1956:165, 167 Fußnote 12 bezüglich der intuitiven Bedeutung der Dimension, wie man sie im Invarianzprinzip von Brouwer findet).

51 Man denke nur an die oben gemachten Bemerkungen zur Geschwindigkeit und die Länge einer Linie, wo argumentiert wurde, dass innerhalb der Bereiche Raum, Bewegung und Physikalisches verschiedene numerische Analogien ausgemacht werden können.

und Bewegung die Grenzen der Logik als solche transzendieren, obwohl sie sicherlich auch mit der Bedeutung der logischen Analyse zusammenhängen. Diese Überlegungen sollten uns also dahin führen, die Selbstinsuffizienz der Logik zu betrachten.

10. Antinomien und die Selbstinsuffizienz der Logik

So lange man nur die logischen Prinzipien der Identität und Widerspruchsfreiheit bedenkt (unabhängig davon, ob diese durch das Prinzip des ausgeschlossenen Dritten ergänzt werden), hält man kein materiales Kriterium für die Wahrheit in Händen, weil sich in den Begriffen dieser logischen Prinzipien bestenfalls zugestehen lässt, dass zwei einander widersprechende Aussagen nicht beide gleichzeitig und im selben Kontext wahr sein können.[52] Es ist das ›principium rationis sufficientis‹ (auch bekannt als ›principium rationis determinantis‹ und ›principium redendae rationis‹), das das Denken unwiderruflich auf den Bereich jenseits der Logik verweist. Dieses Prinzip wird erstmals von Leibniz formuliert, und Schopenhauer unterzieht es einer genauen Untersuchung. Bei Schopenhauer findet es sich als ›Prinzip des zureichenden Erkenntnisgrundes‹ oder ›principium rationis sufficientis cognoscendi‹ (s. Schopenhauer 1974:156). Das Erbe von Leibniz wird mit folgenden Worten erfasst: Es gibt nichts ohne zureichenden Grund (›nihil est sine ratione sufficiente‹). Natürlich stimmt schon Platon (*Timaeus* 28a) dem Gedanken zu, dass jede Aussage einen Grund erfordert, und Aristoteles listet vier Gründe auf: den materialen, den formalen, den effektiven und den finalen Grund. In der *Monadologie* formuliert Leibniz seine Ansicht wie folgt:

> »[…] and the second the *principle of sufficient reason,* by virtue of which we observe that there can be found no fact that is true or existent, or any true proposition, without there being a sufficient reason for its being so and not otherwise, although we cannot know these reasons in most cases (Leibniz 1976:646 – s. Paragraph 44 und 196).

Letztlich eröffnet die Kombination des Prinzips des zureichenden Grundes mit den ontischen Erfordernissen, die durch die Akzeptanz von Einzigartigkeit und Kohärenz gegeben sind, eine nicht reduktionistische Ontologie. Jeder monistische Ismus lässt sich daher auch als ein Argument gegen die von mir verteidigte Position auffassen.[53] Unsere Vermutung ist, dass die Unhaltbarkeit jeder wahrhaft monistischen Orientierung durch die Antinomien offenbart wird, die sie nach sich zieht. Es ist eine interessante Eigenschaft der antinomischen Positionen, dass sie immer genau das Gegenteil davon erreichen, was sie eigentlich anstreben.

Nachdem schon einiges über die Antinomie gesagt wurde, die sich aus der räumlichen Metaphysik des Parmenides ergeben, möchte ich noch in aller gebotenen Kürze ein anderes Beispiel reflektieren, das aus dem Bereich des Historismus stammt. Unter dem Titel *Change and Permanence: On the Possibility of Understanding History* untersucht Hans Jonas die Sackgasse des Historismus. Für ihn macht sich ein radikaler Historismus selbst zunichte (s. Jonas 1974:241). Wandel kann nämlich nur vor der Folie eines anhaltenden oder fortdauernden Elements festgemacht werden, Wandel verlangt

52 Das sieht schon Kant sehr klar (s. Kant 1787: 84-85).

53 Monistische Ismen sind z.B. Arithmetizismus, Holismus, Physikalismus, Vitalismus, Psychologismus, Logizismus, Historismus usw.

also nach Konstanz.[54] Wenn beispielsweise das Recht intrinsisch historisch ist, dann lässt sich annehmen, dass es irgendwann in der Vergangenheit ›passiert‹ ist – was allerdings nicht der Fall ist, weil die Jurisprudenz alles über die Rechtsgeschichte weiß. Wenn das Recht selbst Geschichte ist, dann könnte es keine Geschichte haben. Die Ironie des radikalen Historismus liegt darin, dass also das Gegenteil dessen erreicht wird, was angestrebt wurde – wenn alles historisch ist, dann bleibt nichts erhalten, das eine Geschichte hat. Jonas bezieht sich auf das Element der Konstanz als etwas Transhistorisches bei der Bewertung, die durchaus zur erwähnten Ironie parallel verläuft:

»Actually, there is no paradox in this. For history itself no less than historiography is possible only in conjunction with a transhistoric element. To deny the transhistorical is to deny the historical as well.« (Jonas 1974:242)

Das Primat der Ontologie über die Epistemologie wird durch die Betonung einer nicht-reduktionistischen Ontologie widergespiegelt, weil diese primär für die Vermeidung von Antinomien optiert und erst in zweiter Linie für das Umgehen von logischen Widersprüchen, die von den ihnen zu Grunde liegenden Antinomien erst hervorgebracht werden.

11. Die fundierende Rolle des *principium exclusae antinomiae*

Wenn das principium rationis sufficientis auf das Denken jenseits der Grenzen der reinen Logik verweist, wird das logische Prinzip der Widerspruchsfreiheit durch ein zu Grunde liegendes ontisches Prinzips bereichert – durch jenes Prinzip nämlich, das die intermodale Reduktionen verbietet, aus denen unvermeidlich Antinomien resultieren. Dieses Prinzip ist seinem Wesen nach ontologisch und sollte daher auch als das ontologische Prinzip der ausgeschlossenen Antinomie genannt werden (principium exclusae antinomiae).[55]

Das ewige philosophische Problem zu erklären, was trotz Einzigartigkeit und Irreduzibiltät doch kohärent ist (die Kohärenz des Irreduziblen), eröffnet die Akzeptanz der fundierenden Position des principium exclusae antinomiae mit Bezug auf das logische Prinzip der Widerspruchsfreiheit und erklärt zugleich, warum die Unterscheidung zwischen Antinomie und Widerspruch nicht eine rein logische Unterscheidung ist. Das principium exclusae antinomiae stellt nicht nur die Grenzen der Logik dar, sondern unterstreicht auch die Notwendigkeit, die Einseitigkeit der reduktionistischen Ismen in Philosophie und Wissenschaften zu transzendieren. Daher sind unsere Argumente auch als Unterstützung für eine nicht-reduktionistische Ontologie zu verstehen. Die nackten theoretischen Antinomien in einem Ismus darzulegen, dient als verstärkte Form der immanenten Kritik – kein Denker kann sich einfach vom Beweis abwenden, dass seine Position immanent antinomisch ist. Ist eine Antinomie erst einmal aufgezeigt, dann ist die Herausforderung anzunehmen, weil nun eine Alternative präsentiert werden muss, die nicht derselben immanenten Kritik ausgesetzt ist. Gelingt dies, bietet also die

54 Der Ausdruck ›Konstanz‹ ist ›Permanenz‹ vorzuziehen.

55 siehe Dooyeweerd (1997-II:36ff)

alternative Theorie nicht derselben Antinomie Unterschlupf, dann wird in der kritischen intellektuellen Begegnung ein Fortschritt gemacht.

Schlussbemerkung

Das logische Prinzip des zureichenden Grundes verweist uns auf diejenigen (außerlogischen) Gründe, auf Basis derer ein gültiges Argument fortgeführt werden kann. Wenn aber etwas wahrhaft Grundlegendes (Primitives) und Undefinierbares das Opfer eines Reduktionismus wird (wenn das Irreduzible also in reduktionistischer Manier reduziert wird), verwickelt sich das theoretische Denken in wahren Antinomien. Diese bringen den Versuch ans Licht, verschiedene funktionale Wirklichkeitsmodi aufeinander zu reduzieren (wie der Versuch der Elaten, Bewegung auf Raum zu reduzieren). Antinomien zeigen, dass sie intermodal sind – im Gegensatz zum intramodalen Verweis des logischen Widerspruchs. Beim Versuch, die Verworrenheit von Antinomie und Widerspruch zu entwirren, diskutierten wir damit zusammenhängende Probleme, wie die Bedeutung von Einheit und Verschiedenheit, das Problem des Reduktionismus und die Suche der diversen Ismen, einen allumfassenden Erklärungsmodus zu finden. Schließlich stellte sich heraus, dass die Unterscheidung zwischen Antinomie und Widerspruch auf die Anerkennung einer nicht-reduktionistischen Ontologie hinausläuft.

Bibliografie

Agazzi, E. 1991. The Problem of Reductionism in Science. In: Episteme, *A Series in the Foundational*, *Methodological*, *Philosophical*, *Psychological*, *Sociological*, *and Political Aspects of the Sciences*, *Pure and Applied*, Volume 18, *Editor*: Mario Bunge, *Foundations and philosophy of Science Unit*, *McGill University*. Boston: Kluwer Academic Publishers. [Contributions from: E. Agazzi / Introduction; E. Agazzi, Reductionism as Negation of the Scientific Spirit; M. Bunge, The Power and Limits of Reductio; P. Hoyningen-Huene, Theory of Antireductionist Arguments:The Bohr Case Study; M. Stoeckler, A Short History of Emergence and Reductionism; E. Engeler, The Technical Problem of “Full Abstractness” as a Model for an Issue in Reductionism; J. Vuillemin, A Neutral Reduction: Analytical Method and Positivism; P. Weingartner, Reductionism and Reduction in Logic and in Mathematics; R. Morchio, Reductionism in Biology; H. Primas, Reductionism: Palaver without Precedent; G.G. Granger, Must a Science of Artificial Intelligence be Necessarily Reductionist?; P. Suppes, Can Psychological Software be Reduced to Physiological Hardware?; E. Klevakina, On the Problem of Reducing Value-Components in Epistemology.]

Alexandroff, P.S. 1956. *Einführung in die Mengenlehre und die Theorie der reellen Funktionen*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften.

Beth, E.W. 1965. *Mathematical Thought*. Dordrecht-Holland: D. Reidel Publishing Company.

Boyer, C.B. 1959. *The history of the calculus and its conceptual development*. New York: Dover.

Cantor, G. 1962. *Gesammelte Abhandlungen* (1932), Hildesheim: Georg Olms Verlag.

Cassirer, E. 1953. *Substance and Function*, New York (first edition of the English translation of *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*: 1923. First German edition 1910).

Cassirer, E. 1957. *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*, Stuttgart: Kohlhammer Verlag.

Clark, M. 2002. *Paradoxes from A to Z*. London: Routledge.

Copi, I.M. 1994. *Introduction to Logic*, Ninth Edition. New York: Macmillan Publishing Company.

Cornford, F.M. 1966. *The Republic of Plato*. Translated with Introduction and Notes. Oxford: Clarendon Press.

Dennett, D.C. 1995. *Darwin's Dangerous Idea. Evolution and the Meanings of Life*. New York: Simon & Schuster.

Derrida, J. 1993. *Aporias*. Translated by Thomas Dutoit. Stanford: Stanford University Press.

Diels, H. & Kranz, W. 1959/60. *Die Fragmente der Vorsokratiker*. Band I-III. Berlin: Weidmannsche Verlagsbuchhandlung.

Dobzhansky, T. and Ayala, F.J. 1974. *Studies in the Philosophy of Biology*. *Reduction and Related Problems*. Berkeley: University of California Press.

Dooyeweerd, H. 1997. *A New Critique of Theoretical Thought*, Collected Works of Herman Dooyeweerd, The Edwin Mellen Press, A-Series Vols. 1-4 (General Editor D.F.M. Strauss.).

Dooyeweerd, H. 2004. Reformation and Scholasticism in Philosophy, The Greek Prelude, Volume I. Collected Works of Herman Dooyeweerd, The Edwin Mellen Press, A-Series Vol. 5 (General Editor D.F.M. Strauss.).

Einstein, A. 1959. *Autobiography*, in: Schilpp, 1959 (pp.2-95).

Fraenkel, A., Bar-Hillel, Y., Levy, A. & Van Dalen, D. 1973. *Foundations of Set Theory*, 2nd revised edition, Amsterdam: North-Holland Publishing Company.

Fränkel, H. 1968. Zeno von Elea im Kampf gegen die Idee der Vielheit. In: *Um die Begriffswelt der Vorsokratiker*, *Wege der Forschung*, Band IX, Editor Hans-Gerog Gadamer, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft (pp.425 ff.).

Gardner, M. 1968. *Mathematical Puzzles and Diversions*. Harmondsworth: Penguin Books.

Goodfield, J. 1974. Changing Strategies: A Comparison of Reductionist Attitudes in Biological and Medical Research in the Nineteenth and Twentieth Centuries. In: Dobzhansky and Ayala (pp.65-86).

Greene, B. 2003. *The Elegant Universe*. New York: W.W. Norton & Company Inc.

Grünbaum, A. 1952. A consistent conception of the extended linear contimuum as an aggregate of unextended elements, in: *Philosophy of Science*, Vol.19, nr.2, April 1952 (pp.288-306).

Grünbaum, A. 1967. *Modern Science and Zeno's Paradoxes*. Middletown: Wesleyan University Press.

Grünbaum, A. 1974. *Philosophical Problems of Space and Time*. Dordrecht (Holland): D. Reidel Publishing Company (second, enlarged edition).

Guthrie, W.K.C. 1980. *A History of Greek Philosophy*. Volume II. The Presocratic Tradition from Parmenides to Democritus. Cambridge: Cambridge University Press.

Heine, E. 1872. Die Elemente der Functionenlehre. In: *Journal für reine und angewandte Mathematik*. Band 74, Berlin (pp.172-188).

Hörz, H. 1967. Article on *Physics*. In: *Naturforschung und Weltbild*, Berlin.

Hurewicz, W. and Wallman, H. 1959. *Dimension Theory*, 5th edition, Princeton: Princeton University Press.

Janich, P. 1975. Tragheitsgesetz und Inertialsysteem. In: *Frege und die moderne Grundlagenforschung*, (Editor Chr. Thiel). Meisenheim am Glan.

Jonas, H. 1974. *Philosophical Essays*: *From Ancient Creed to Technological Man*. Prentice-Hall, INC.: Englewood Cliffs, New Jersey.

Kant, I. 1783. *Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik die als Wissenschaft wird auftreten können*, (Felix Meiner Edition, Hamburg 1969).

Kant, I. 1787. *Kritik der reinen Vernunft* (1781); 1787 (Felix Meiner edition, Hamburg 1956).

Koestler. A. and Smythies, J.R. (Editors) 1972. *Beyond Reductionism*. London.
Lakoff, G. & Johnson, M. 1999. Philosophy in the Flesh. The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought. New York: Basic Books.
Lakoff, G. and Núñez, R.E. 2000. *Where Mathematics Comes From. How the Embodied Mind brings Mathematics into Being*. New York: Basic Books.
Lorenzen, P. 1972. Das Aktual-Unendliche in der Mathematik, in his work: *Methodisches Denken*, Frankfurt am Main, Reprinted in Meschkowski, 1972 (pp.157-165).
Maier, A. 1964. *Ausgehendes Mittelalter*. Vol.I, Rome: Edizioni di Storia e letteratura.
Meschkowski, H. (Editor) 1972. *Grundlagen der Mathematik*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
Northrop, E.P. 1964. *Riddles in Mathematics*. Harmondsworth: Penguin Books.
Popper, K.R. Scientific Reduction and the Essential Incompleteness of All Science. In: Dobzhansky, 1974 (pp. 259-284).
Putnam, H. 1982. *Reason, Truth and History*. Cambridge: Cambridge University Press.
Quine, W.V.O. 1953. *From a Logical Point of View*. Cambridge Massachusetts: Harvard University Press.
Ritter, J. 1971 (Editor). *Historisches Wörterbuch der Philosophie*. Volume I, Stuttgart: Schwabe & Co Verlag.
Rombach, H. 1965-66. *Substanz, System, Struktur*; *die Ontologie des Funktionalismus und der philosophische Hintergrund der modernen Wissenschaft*. Freiburg: Alber.
Ryle, G. 1977. *Dilemmas, met 'n voorwoord deur René Meyer*. Pretoria: J.L. Van Schaik. (Achilles en die Skilpad – pp.50-69).
Salmon, W. (Ed.). 2001. *Zeno's Paradoxes.* New York: Bobs-Merrill. [Contributors: Resolution of the paradox, by A. Shimony. – Introduction, by W. C. Salmon. – The problem of infinity considered historically, by B. Russell. – The cinematographic view of becoming, by H. Bergson. – Achilles and the tortoise, by M. Black. – Achilles on a physical racecourse, by J. O. Wisdom. – Tasks and super-tasks, by J. Thomson. – Tasks, super-tasks, and the modern Eleatics, by P. Benacerraf. – Comments on Professor Benacerraf's paper, by J. Thomson. – Zeno and the mathematicians, by G. E. L. Owen. – Modern science and refutation of the paradoxes of Zeno. Zeno's metrical paradox of extension. Modern science and Zeno's paradoxes of motion. By A. Grünbaum. – Appendix: Sets and infinity, by W. C. Salmon. First published in 1970 by New York: Bobs-Merrill.]
Schilpp, P.A. 1951 (Editor). *Albert Einstein, Philosopher*-Scientist. Vol. I. London: Harper & Row Publishers.
Schopenhauer, A. 1974: *On the Fourfold Root of the Principle of Sufficient Reason*, translation by E.F.J. Payne, La Salle, Ill.: Open Court.
Smith, G.L., 1994. *On Reductionism*. Sewanee, Tennessee – available on the WEB at: http://smith2.sewanee.edu/texts/Ecology/OnReductionism.html (accessed on 22-01-2005).
Spivak, G.C. 1999. *A Critique of Postcolonial Reason*. Toward a History of the Vanishing Present. Cambridge: Harvard University Press.
Stafleu, M.D. 1980. *Time and Again, A Systematic Analysis of the Foundations of Physics*. Toronto: Wedge.
Stafleu, M.D. 1987. *Theories at Work: On the Structure and Functioning of Theories in Science, in Particular during the Copernican Revolution*, Lanham: University Press of America.
Stegmüller, W. 1970. *Main Currents in Contemporary German, British and American Philosophy*. Dordrecht-Holland: D. Reidel Publishing Company.
Teensma, E. 1969. *The Paradoxes*. Assen: Van Gorcum.
Vaihinger, H. 1949. *The Philosophy of "As If"*. London: Routledge & Kegan Paul (translated by C.K. Ogden).
Wang, H. 1988. *Reflections on Gödel*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Weyl, H. 1921. Ueber die neue Grundlagenkrise der Mathematik, *Mathematische Zeitschrift*. Band 10, 1921 (pp.39-79).

Weyl, H. 1932. *Das Kontinuum*, 2nd impression, Berlin.

Weyl, H. 1946. Mathematics and Logic. In: *American Mathematical Monthly*, Vol. 53, 1946 (pp.2-13).

Weyl, H. 1966. *Philosophie der Mathematik und Naturwissenschaft*, 3rd revised and expanded edition, Wenen 1966.

Waldenfels, B. 1971. *Aporie*, *Aporetik*. In: Ritter 1971 (pp.447-448).

Weingartner, P. 1991. *Reductionism and Reduction in Logic and in Mathematics*. In: Agazzi, 1991 (pp.119-148).

Wolff, K. 1971. Zur Problematik der absoluten Überabzählbarkeit. In: *Philosophia Naturalis*, Band 13 (pp.399-404).