



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 1995

Zenons Paradoxien der Bewegung und die Struktur von Raum und Zeit

Ferber, Rafael

Abstract: The monograph (1981) shows that a fundamental paradox (that a line consists of infinitely many points) underlies all four paradoxes of motion: the runner, Achilles and the Tortoise, the Arrow and the Stadium. By the dissolution of the fundamental paradox, all four paradoxes of motion disappear. The second edition (1995) contains a postface, which gives a reply to P.K. Feyerabend, K.R. Popper, W.R. Knorr, J. Mansfeld and others who have discussed the book. The postface defends the following theses: (a) The paradoxes have not to be solved, but dissolved by elimination of their common source, the so-called fundamental paradox. (b) The fourth paradox, the stadium, has been misunderstood by Aristotle and has to be reconstructed in a new way. Half the time equals the whole because the two rows both have to traverse an infinite number of points.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-29515>

Monograph

Published Version

Originally published at:

Ferber, Rafael (1995). Zenons Paradoxien der Bewegung und die Struktur von Raum und Zeit. Stuttgart: Steiner.

Ferber, Rafael: Zenons Paradoxien der Bewegung und der Struktur von Raum und Zeit. München 1981.

1 Einleitung

Es gib grundlegende Annahmen über Raum und Zeit: Kontinuität und Ausdehnungslosigkeit von Raum- und Zeitpunkten.

Rezeptionslage (Vlastos, Barnes, Grünbaum, K.v.Fritz)

- 2 Zenons Paradoxien haben bis heute keine adäquate Lösung gefunden. Ferber sieht in den Paradoxien kein physikalisch-mathematisches Problem sondern ein empirisch-physikalisches, d.h. mathematische Lösungsversuche sind dem Problem unangemessen. Auf der Grundlage empirischer Ergebnisse der modernen Physik will Ferber die „endgültige Ausschaltung“, nicht aber die Widerlegung der Paradoxien versuchen. Daraus ergeben sich grundlegende Einsichten der Struktur von Raum und Zeit. Das methodische Vorgehen wird als historisch-systematisch charakterisiert.

- 3 Ferber gibt einen Überblick: 1. Teil: Exposition der Paradoxien in der aristotelischen Fassung; 2. Vorstellung „paradigmatischer Lösungsversuche[...]“;

- 4 3. Teil: Aufdeckung des Zenon'schen Fundamentalparadoxons und dessen Ausschaltung; 4. Teil: „Konsequenzen für die Struktur von Raum und Zeit“, Auseinandersetzung mit Kant und Reichenbach, Skizze seiner eigenen normativistischen Position zu Raum und Zeit.

- 5 Ferbers leitende Arbeitshypothesen sind, dass es sich (1) um „nicht bloß triviale Sophismen“ handelt, d.h. dass die Paradoxien ernst zu nehmende Probleme aufweisen und (2) dass sich die Paradoxien ausschalten lassen, d.h. dass es nicht annehmbar ist sich auf den Standpunkt der paradoxen Verfasstheit der Welt zurückzuziehen. Erklärtes Ziel ist die Eliminierung der Paradoxien. Damit wird aber nicht der Anspruch auf Wahrheit erhoben, sondern bloß gesagt, dass sich der Erfolg der gemachten Thesen über ihre Anwendbarkeit bestimmt (vgl. zur Erläuterung S. 85-91)

6 **I. Exposition der Paradoxien**

1. Das Dichotomie-Paradox (Phys. Z 9.239b 11-13)

Aristoteles macht zwei grundlegende Voraussetzungen:

- (a) Die zu durchlaufende Raumstrecke bildet ein Kontinuum (Kontinuumsthese)

Denn nur so lässt sich die Strecke als unendlich teilbar vorstellen.

Beschreibung der Situation: Man kann sich die Teilung so vorstellen, dass die erste Teilstrecke oder die zweite Teilstrecke fortgesetzt geteilt wird. Das läuft auf eine unendliche Rückwärts- bzw. Vorwärtsbewegung hinaus.

- 7 Aber dies ändert rein gar nichts am „Gehalt des Paradoxons“

Weiterhin muss Aristoteles aber annehmen:

- (b) Anfangs und Endpunkt der Strecke wie auch alle anderen Punkte der Strecke sind unteilbar und ausdehnungslos.

Denn wären A und B teilbar und ausgedehnt, hätte die Strecke gar keinen bestimmten Anfangs- bzw. Endpunkt.

Aristoteles macht bezüglich der Zeit analoge Annahmen. Hier zählen dieselben Argumente.

- 8 Damit ergeben sich als fundamentalen aristotelischen Voraussetzungen des Dichotomie-Paradoxes:

- (a) Kontinuität von Raum- und Zeitstrecke

- (b) Unteilbarkeit und Ausdehnungslosigkeit von Raum- und Zeitpunkt.

2. Das Achilles-Paradox

Im wesentlichen ist das Problem das selbe wie bei dem Dichtomie-Paradox.

- 9 „Im Unterschied zum Dichotomie-Paradox jedoch ist der zu erreichende Punkt nicht fixiert, sondern weicht zurück, ohne je erreicht werden zu könne.“ Damit gelten im Wesentlichen dieselben Voraussetzungen wie für das Dichtomie-Paradox. Ferber nennt als zentrale Fragestellung: „Wie kann die Teilung einer per definitionem unendlich teilbaren Raum- bzw. Zeitstrecke beendet werden?“ Die Definition der Unendlichen Teilbarkeit einer Raum- bzw. Zeitstrecke widerspricht der Forderung, dass die Teilung irgendwann vollendet werden kann. Das Postulat widerspricht der Definition.
- 10 Kontradiktorischer Widerspruch: „Eine Strecke ist unendlich teilbar und nicht unendlich teilbar“. Damit liegt eine Antinomie vor.

3. Das Pfeil-Paradox

Ferber rekonstruiert das Argument folgendermaßen:

- (a) Alles ruht immer, solange es einen Raum einnimmt, der gleich groß ist wie es selbst.
 - (b) Das Bewegte ist immer im Jetzt. (b') Im Jetzt nimmt das Bewegte einen Raum ein, der gleich groß ist wie es selbst.
 - (c) Der bewegte Pfeil ist unbewegt.
- 11 (b) setzt voraus, dass das Jetzt unteilbar ist, (b') sogar dass das Jetzt ausdehnungslos ist. Wäre das Jetzt ausgedehnt, so nähme das Bewegte einen Raum ein, der größer ist als es selbst.
„Wenn es aber auch nicht möglich ist, im Jetzt zu ruhen, dann muss es unteilbar und ausdehnungslos sein. Denn von der Ruhe eines Dinges können wir nach Aristoteles nur sprechen, wenn dieses Ding während einer Reihe von Jetztpunkten, d.h. während einer Zeitstrecke, am selben Ort ist.“
- 12 Letztlich ist das Argument dann so zu rekonstruieren:
- (a) Alles ruht immer, solange es einen Raum einnimmt, der gleich groß ist wie es selbst.
 - (b) Das Bewegte ist immer im unteilbaren und ausdehnungslosen Jetzt. (b') Im unteilbaren und ausdehnungslosen Jetzt nimmt das Bewegte einen Raum ein, der gleich groß ist wie es selbst.
 - (c) Der bewegte Pfeil ist immer unbewegt.
- 13 Auch hier ergeben sich so wiederum als grundsätzliche Voraussetzungen:
- (a) Ein Jetztpunkt ist unteilbar und ausdehnungslos.
 - (b) Eine Zeitstrecke ist kontinuierlich, insofern sie aus einer kontinuierlichen Menge von Jetztpunkten besteht (Kontinuumsthese)
- 14 Damit beruht die Pfeil-Paradoxie aber im Prinzip auf den selben Voraussetzungen wie auch die Paradoxien von der Dichtomie und vom Achill.

4. Das Stadium-Paradox

- 14- a) Aristoteles Version
- 22 Ferber diskutiert hier zunächst verschiedene Lesarten des Stadium-Paradox in der aristotelischen Fassung. Allerdings wird gezeigt, dass keine der Analysen, wohl dem gerecht wird, was der historische Zenon meinte. Unter der Annahme aber, dass auch das Stadium-Paradox nicht trivial ist, rekonstruiert Ferber im Anschluss „Zenons

Intuition“, die zudem hinreichend durch die entsprechenden Stellen in der Physik abgesichert werden kann.

22 b) Zenons Intuition

Ferber nimmt an, dass Aristoteles die Zenon'sche Paradoxie missverstanden hat. Es hat nur den Anschein, dass das Stadium-Paradox gar nichts mit unendlicher Teilbarkeit und der Ausdehnungslosigkeit von Raum-Zeit-Punkten zu schaffen hat.

23 Ferber macht inhaltliche sowie formal-stilistische Argumente dafür geltend, dass nur folgender Teil Basis für die Analyse der tatsächlichen Zenon'schen Argumentation sein kann:

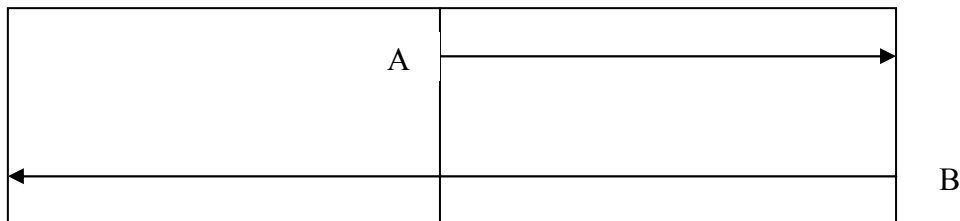
„Das vierte Paradox ist das bezüglich der im Stadium aus entgegengesetzter Richtung an gleichen vorbeibewegten gleichen Massen, die einen vom Ende des Stadiums, die anderen von der Mitte, mit gleicher Geschwindigkeit. Dabei glaubt er [Zenon], passiere es, dass die halbe Zeit gleich der doppelten sei.“ (Z 9.239b 33-240a 1)

In den bisherigen Interpretationen wurde davon ausgegangen , dass es sich um drei Massen handele.

24 Ferber will eine radikale Alternative zu diesen Lesarten unterbreiten und zeigen, dass so auch das Stadium eine nicht-triviale Paradoxie darstellt.

25 Die Textgrundlage erlaubt, nicht, von drei Massengruppen zu sprechen. Denn wenn sich zwei Massegruppen aneinander vorbeibewegen und beide die gleiche Masse haben, so bewegen sie sich an gleichen Massegruppen vorbei. Beide haben dieselbe Geschwindigkeit.

Damit ergibt sich folgendes Bild:



A braucht nun zum Ende des Stadiums nur halb soviel Zeit wie B zum Anfang. Zenon behauptet nun aber paradoxerweise, dass $t_A=t_B$

26 Wie kommt Zenon aber auf diese absurde Feststellung. Es ist wohl so, dass A, um zum Ende zu gelangen unendlich viele Teilstrecken zurücklegen muss (eine abzählbare unendliche Menge). Aber dasselbe gilt auch für B. D.h. beide Mengen haben die gleiche Mächtigkeit. Da beide Mengen eine unendliche Menge von Zeitpunkten enthalten, sind beide gleich groß, nämlich unendlich groß. Dasselbe gilt auch für die Raumstrecke.

Damit lehnt Zenon den Gedanken ab, das Ganze sei größer als der Teil bezüglich unendlicher Mengen ab

27 Damit erkennt Zenon ein wichtiges Merkmal aktual unendlicher Mengen. Ferber weist hier auf Georg Cantor und Bolzano hin, die sich im 19. Jh. mit solchen Eigenschaften von Mengen befasst haben. Es besteht zwischen den Elementen der unendlichen Reihe, die A durchlaufen muss und denen die B durchlaufen muss eine eineindeutige Beziehung. Die Mengen sind äquivalent bzw. haben dieselbe Mächtigkeit.

28 Ferber diskutiert hier kurz Eigenschaften transfiniten Mengen (Cantor, Bolzano, Dedekind).

- Auch in dieser Paradoxie werden wieder dieselben Voraussetzungen wie für die anderen Paradoxien gemacht (Kontinuum, Unteilbarkeit, Unausgedehntheit)
- 29 Ferber begegnet hier dem möglichen Einwand, man habe durch diese Fassung des Problems Erkenntnisse der Mathematik des 19. Jahrhunderts auf das 5. Jh. Chr. projiziert. Er macht geltend, dass dieser Gedanke sich aber schon in nuce bei Anaxagoras findet.
- 30 Diskussion der Beziehung zwischen Anaxagoras und Zenon
- 31 Hypothese: Anaxagoras sei durch Zenon zu seiner These veranlasst worden. Ferber führt abschließend Gründe auf, die für seine Neuinterpretation für das Stadium-Paradox sprechen.

5. Gemeinsamkeiten der vier Paradoxien

- 32 (1) Alle Paradoxien sind mit der physikalisch-empirischen Natur befasst. Es geht nicht um das Durcheilen irgendwelcher mathematisch-idealer Gebilde.
- (2) Die Analyse der physikalisch-empirischen Probleme wird auf mathematische Art und Weise vollzogen, denn sie gehen alle von Voraussetzungen aus, die physikalisch-mathematischer Natur sind: (a) Ein Raum- bzw. Zeitpunkt ist unteilbar und ausdehnungslos; (b) Eine Raum- bzw. Zeitstrecke ist ein Kontinuum. → beide Annahmen basieren nicht auf empirischen Data.

„Diese physikalisch-mathematischen Präsuppositionen werden [...] von Zenon auf Grund des physikalisch-empirischen Charakters der Paradoxien stillschweigend in die physikalisch-empirische Welt hineinprojiziert“

- 33 „Da Zenons Paradoxien der Bewegung [...] wesentlich durch eine Konfusion der physikalisch-mathematischen mit der physikalisch-empirischen Ebene entstehen, ist es in jedem Fall zum Zweck der Analyse unerlässlich, diese beiden Gemeinsamkeiten voneinander zu trennen.“

34

II. Diskussion von Lösungsvorschlägen

Die Zurückweisung der Paradoxien durch Rekurs darauf, dass es doch in Wirklichkeit nicht so sei, wie von den Paradoxien behauptet, ist nicht statthaft, da sinnliche Evidenz noch kein hinreichendes Kriterium zur Widerlegung abgibt. Ferber will im Folgenden unterschiedliche Lösungstypen exponieren.

1. Das Dichotomie- und Achilles-Paradox

- (a) Aristotelischer Lösungsversuch:
- 35 Aktual unendliches kann nicht durchlaufen werden, aber potential unendliches. Unendlichkeit als Akzidens (potential) kann durchlaufen werden. Da aber für Aristoteles auch das potential-unendliche objektiv Seiendes ist, zieht der Widerlegungsversuch keineswegs. Der Raum und die Zeit sind also nicht realiter in unendlich viele Teile geteilt, aber es ist möglich (ist – kann). Ferber macht dagegen geltend, dass eine empirische Raum- bzw. Zeitstrecke aber weder realiter (aktual) noch potential unendlich teilbar.
- (b) Mathematische Lösung (B. Russell)
- Unendliche Reihen ergeben eine konkrete Summe. Aber das Problem wird dadurch nicht behoben, da es nicht um die Vollendbarkeit einer mathematischen Reihe geht, sondern wie eine unendliche Anzahl von physikalisch-empirischen Aufgaben bewältigt werden kann.

- 36 (c) Psychologische Lösung (H. Bergson)
Zeit wird als aus unteilbaren Einheiten bestehend erfahren, weshalb Raum und Zeit nicht unendlich teilbar sind. Einwand: Aus so-erfahren folgt nicht notwendig so-sein.
- (d) Linguistische Lösung (F. Waismann)
Aus der Unvollendbarkeit einer mathematischen Reihe folgt nicht die Unvollendbarkeit einer temporalen Folge. Verwechslung der Bedeutungen von ‚niemals‘: temporal, nicht-temporal. Aber Aristoteles’ Begründung ist gar nicht mathematischer Natur.
- 37 (e) Commonsense language (G.E.L. Owen)
In der natürlichen Sprache tritt das Problem gar nicht auf. Einwand: Die Sprache kann auch täuschen.
- (f) Vlastos
- 38 Kerngedanke: „Der Abstand zum jeweils zu erreichenden Punkt kann so klein gemacht werden, dass ihm kein arithmetischer Sinn mehr zukommt.“ Der Läufer muss also gar nicht mehr unendlich viele Aufgaben bewältigen.
Einwand: Was keinen arithmetischen Sinn mehr hat, muss nicht schon bar jeglicher Existenz sein. Heißt es, wenn die Differenz keinen arithmetischen Sinn mehr hat, dass dann auch schon keine Differenz mehr besteht?
- 39 „Dabei verwechselt er die arithmetische Beschreibung eines Phänomens mit dem Phänomen und folgert aus der Unmöglichkeit des ersten auf die Unmöglichkeit des zweiten.“
Die Lösung ist selbst ein Paradox: „Um einen Endpunkt zu erreichen, muß man [...] nicht einen Lauf machen, der in diesem Endpunkt endet.“

40 (g) J. Barnes

41

42 brauche ich nicht unbedingt alles wissen!

43

44

45

46

47

48 4. Gemeinsamkeiten der Lösungsvorschläge

Alle Lösungsvorschläge exponieren nicht, dass es sich um Probleme physikalisch-empirischer Natur handelt, die unter der Vorraussetzung grundlegender Prämissen physikalisch-mathematischer Natur entstehen.

- 49 Es gibt keine einzige akzeptable Lösung. Vielleicht sind sie gar nicht zu lösen, sondern (wie Ferber zeigen will) nur ausschaltbar.

50 **III. Ausschaltung der Paradoxien**

1. Das Zenonische Fundamentalparadox

[Ferber geht davon aus, dass es gar nicht um ein reales Problem geht, sondern dass das Problem erst durch inkonsistente Annahmen über die Struktur von Raum und Zeit in die Welt kommen. D.h. die Paradoxien erwachsen einzig und allein aus unserem Denken, aus einer Verselbständigung des Denkens gegenüber der empirischen Wirklichkeit. Sozusagen aus einer Verirrung des reinen Denkens in das Gebiet der doxa, des nur in angenommener Weise Seienden.]

Deshalb ist Ferbers leitende Frage: Welche Bedingungen müssen erfüllt sein, damit die Paradoxien nicht mehr auftreten?

Die beiden Grundvoraussetzungen der Paradoxien bilden selbst ein Paradox, denn sie schließen sich kontradiktorisch aus.

- 51 Zenons metrisches Paradox der Ausdehnung.
Damit sind alle vier Paradoxien Zenons von einem Fundamentalparadox bedingt. D.h. aber, dass unter Ausschaltung des Fundamentalparadoxes auch die davon abhängigen Paradoxien ausgeschaltet werden können.
- 52 Das Fundamentalparadox ist nicht selbst auf Zenon rückführbar wird aber als fundamentales postuliert.
Ferber vermutet, dass das Fundamentalparadox in der Philosophie Parmenides wurzelt. Die Probleme entstehen, weil Zenon, die parmenideischen Bestimmungen des Seins auf die physikalisch-empirische Welt der Doxa überträgt (Kompetenzüberschreitung).
Aber dies ist nicht nur historisch von Belang, weil diese Auffassung von Raum und Zeit auch der heutigen zugrunde liegt.
- 53 Aristotelische Lösung: Nur simultane Teilbarkeit führt dazu, dass ein Größe in Nichts geteilt wird, nicht aber die Annahme der Teilbarkeit in einem beliebigen Punkt. Dies setzt nur potentielle Teilbarkeit voraus. Aber da potentielle Einschnitte aktuelle voraussetzen, haben die Einschnitte dann doch die Größe Null. Damit ist aber das Paradox nicht behoben.
- 54 Grünbaum nimmt an, dass die Punkte auf einer Geraden mengentheoretisch als abzählbare unendliche Menge beschreibbar sind. „Eine nicht abzählbar unendliche Menge von ausdehnungslosen Punkten [...] lässt sich nicht arithmetisch addieren, aber mengentheoretisch so vereinigen, dass das Paradox nicht mehr entsteht“
Diese Lösung ist nicht anschaulich, was noch kein prinzipieller Einwand ist.
- 55 Die mengentheoretische Lösung Grünbaums ist nicht befriedigend, da nur durch die Einführung von Axiomen eine Äquivalenz zwischen linearem Kontinuum und physikalischer Raum- bzw. Zeitstrecke erklärt werden kann. Es geht um eine physikalisch-empirische Strecke, nicht aber um ein mathematische lineares Kontinuum. (es besteht eine Asymmetrie zwischen Mathematik und empirischer Wirklichkeit)
Empirische Punkte haben nicht die Ausdehnung Null. Eine empirische Strecke besteht nicht aus einer überabzählbaren, aktual unendlichen Menge von Punkten, denn eine empirische Raum- bzw. Zeitstrecke muss sinnlich wahrnehmbar sein, was für das mathematische Kontinuum nicht gilt.
- 56 Wenn die Lösung auch mathematisch korrekt ist, so ist sie für den Zweck der Beschreibung einer empirisch-physikalischen Raum- bzw. Zeitstrecke nicht adäquat.
Auch die Integralrechnung liefert durch die Bestimmung eines Grenzwertes kein adäquates Modell (gilt auch für die internal set theory)
Da sich die Probleme auf empirisch-physikalischer Ebene Stellen sind sie wohl auch dort zu heben und nicht innerhalb mathematischer Modelle.

2.2 Ausschaltung des Zenoischen Fundamentalparadoxes und der Bewegungsparadoxien

Operationalistische, definitorische Festsetzung: „Ein physikalisch-empirischer Raumpunkt ist eine atomare, endlich kleine Längen-, ein physikalisch-empirischer Zeitpunkt eine atomare, endliche Zeiteinheit.“

Mit dieser Voraussetzung erledigt sich das Fundamentalparadox.

- 57 Einwand: Lässt sich nicht zu jeder endlichen Größe eine kleinere denken? Theoretisch schon, nicht aber empirisch, was eigentlich in Frage steht.

Ferber führt nun zwei Argumente dafür an, dass ein physikalisch-empirischer Raum- bzw. Zeitpunkt realiter nicht unendlich klein sein kann:

- a) Empirisch-physikalische Punkte sind empirisch nachweisbar. Angenommen, empirisch-physikalische Punkte wären unendlich klein, dann wären sie nicht

mehr empirisch nachweisbar. Was der Bestimmung eines empirischen Punktes widerspricht, also können empirisch-physikalische Punkte nicht aktual unendlich klein sein.

- b) Aktual unendlich kleines ist keiner empirischen Messung zugänglich

Physikalisch-empirische Raum- bzw. Zeitpunkte sind auch nicht potential unendlich klein, denn:

- a) Es ist für einen Menschen, oder eine Unendlichkeitsmaschine völlig unmöglich unendlich viele Aufgaben in endlicher Zeit zu bewältigen. Empirie ist aber immer endlich.
- 59 b) Die reale Vollendung unendlich vieler physikalisch-empirischer Aufgaben ist theoretisch unmöglich. Eine potential unendliche Anzahl von Aufgaben enthält keine letzte Aufgabe, deshalb kann die Reihe auch nicht vollendet werden. Dies spricht auch gegen Unendlichkeitsmaschinen ([z.B. Thomsons Lampe])

Empirisch-physikalische Raum bzw. Zeitpunkte sind nicht unendlich klein, also sind sie endlich klein und auch nicht mehr weiter teilbar.

Das Zugrundeliegende der falschen Annahme, es gäbe unendlich kleines und unendliche Teilbarkeit ist auf die Fähigkeit der Negation zurückführbar. Denn das, was wir negieren existiert nicht in der empirisch-physikalischen Wirklichkeit. Das Negationszeichen bezeichnet keinen Gegenstand, etwas Seiendes, es ist kein kategorematisches, sondern ein synkategorematische Zeichen. [vgl. G. Frege].

- 60 Die Unendliche Teilbarkeit ist eine bloße Abstraktion, der in der empirischen Welt nichts entspricht.
- 61 Diese Theorie findet zudem ihre Fundierung in Ergebnissen der modernen Physik, die elementare Längen- bzw. Zeiteinheiten annehmen (Hodon (von hodos) bzw. Chronon). Damit ist die Theorie Ferbers auch empirisch begründet.
- 62 Ferber listet auf, was zu leisten wäre, um seinen Standpunkt zu widerlegen.

Mit der Theorie ist auch das Fundamentalparadox erledigt, es lassen sich jetzt nämlich auf empirisch-physikalischer Ebene zwei Voraussetzungen über Raum und Zeit treffen, die nicht in einem kontradiktorischen Verhältnis zueinander stehen:

- (a) Ein Raum- bzw. Zeitpunkt ist eine atomare, endlich kleine Längen- bzw. Zeiteinheit.
- (b) Eine Raum- bzw. Zeitstrecke ist ein in endlich viele Teile teilbares Raum- bzw. Zeitkontinuum.

Das Dichotomie-Paradox verschwindet, da der Teilungsprozess nicht unendlich fortsetzbar ist. U.s.w.

- 63 „Das Drama findet nur in unserer Einbildung statt. Wo sich die Paradoxien aber wirklich abspielen, gibt es sie nicht. Nur wo sie sich nicht wirklich abspielen, gibt es sie. Die Paradoxien müssen aber dort gelöst werden, wo sie sich wirklich abspielen, auf physikalisch-empirischer Ebene. Da es sie dort jedoch nicht gibt, müssen sie auch dort nicht gelöst werden.“
- 64 Ferber verweist auf Demokrit und Leukipp als Urväter zu seinem Lösungsversuch. Ihre Gedankliche Leistung darf nicht unterschätzt werden. (Im Unterschied zu ihnen braucht Ferber nicht materielle Atome anzunehmen)
- 65 Ferber macht als eigentlichen Grund für das Entstehen der Paradoxien folgendes geltend:
„Er [der Grund] liegt in einer Kompetenzüberschreitung des mathematisch-idealen

Denkens: Mathematische Definitionen von Punkt und Kontinuum werden stillschweigend in die empirisch-physikalische Raum-Zeit-Welt hineinprojiziert und für objektiv gegebene Tatsachen erklärt. Man nimmt dabei unbewusst an: Wenn Punkt und Strecke in unserem physikalisch-mathematischen Denken aus bestimmten Gründen so und nicht anders sein sollen, dann sollen sie auch in der physikalisch-empirischen Wirklichkeit, auch in der Mikrowelt, so und nicht anders sein.“

66 „Die Grundschwierigkeit der ganzen Ausschaltung aber liegt in der Überwindung des Denkens, das diese Paradoxien erzeugt. Denn nicht die Wirklichkeit, sondern ein bestimmtes Denken macht die Schwierigkeit.“

66- 3. Bestätigung der Ausschaltung

69

Ferber zeigt auf diesen Seiten, wie sich durch seine Theorie auch mit dem Augustinischen Paradox von der Zeitmessung umgehen lässt. Sozusagen als Prüfstein seiner eigenen Theorie.

69- 4. Widerlegung von Einwänden

74 Hier wird im Grunde erwogen, ob es nicht doch Gründe gegen die Atomisierung des Raumes und der Zeit sprechen.

Interessant erscheinen mir noch folgende Ausführungen, die geltend machen, dass die Auffassung der Kontinuität von Raum und Zeit, sowie die Ausdehnungslosigkeit von Raum- bzw. Zeitpunkten, tief eingeprägte Denktraditionen darstellen:

„Sie zeigen nur, wie sehr wir Menschen dazu neigen, semantische Nominaldefinitionen, also im Grunde auf historischen Entscheidungen basierende Regeln eines Wortgebrauchs, zu scheinbar unerschütterlichen Tatsachen der räumlich-zeitlichen Welt zu objektivieren. Aus semantischen Traditionen machen wir Tatsachen der räumlich-zeitlichen Welt. Oft stehen wir so sehr im Bann von Traditionen, dass wir sie für die einzig mögliche halten.“ (S. 73)

Es handelt sich dabei aber um ein „fiktive Ontologie“ (ebd.)

74- **IV. Konsequenzen für die Struktur von Raum und Zeit**

82

1. Die Diskontinuität von Raum und Zeit, die „transzendente Aesthetik“ und einige „Grundsätze des reinen Verstandes“ von Kants KRV

Durch die Theorie der Diskontinuität von Raum und Zeit wird primär die Apriorität von Raum und Zeit als Formen der Anschauung in Frage gestellt, denn wenn Raum und Zeit „physikalisch-empirische, diskrete Größen“ (75) darstellen, sind sie a posteriori gegeben.

Auf den Seiten 79ff. diskutiert Ferber eine relationale Auffassung von Zeit, wie sie von Leibniz zuerst vertreten wurde.

82- 2. Die Endlichkeit von Raum und Zeit, Reichenbachs allgemeinste Aussagen über die
85 Raum-Zeit-Ordnung der Natur und die erste Antinomie von Kants KRV

85 3. Die Normativität von Raum und Zeit und die Philosophie des Als Ob

Wenn man Raum und Zeit als physikalisch-empirische, diskrete endliche Größen vorstellt, so geht dies auf eine menschliche Setzung zurück. Diese Setzungen sind nicht subjektunabhängige Setzungen, wenn auch nicht völlig subjektiv, - sie sind nämlich

intersubjektiv zugänglich. Über die tatsächliche Existenz ist durch diese Annahmen noch nichts ausgesagt. Unsere Annahmen über die physikalisch-empirische Welt haben den Charakter von Postulaten.

86 „Die genauere Art und Weise aber, in der Raum und Zeit als physikalisch-empirische, diskrete Größen bestimmt sind, können wir als normativ bezeichnen.“

Raum- bzw. Zeitpunkte sind nicht, sondern sollen sein

Der normative Charakter unserer Setzungen, erhalten, in die Welt hineinprojiziert, den „Schein von Tatsachen“

Aus Intensionen (Sinnen, Gedanken), machen wir objektiv bestehende Extensionen (Bedeutungen_{Frege}) in der Welt.

87 „ist“ so-und-so heißt eigentlich „soll sein“ so-und-so!

„ist“ ist nicht einfach deskriptiv zu verstehen, sondern auch normativ!

„Im gegenwärtigen Kontext genügt die Bemerkung, dass Raum und Zeit als physikalisch-empirische, diskrete endliche Größen im normativen Sinne subjektbestimmt sind und dass uns das die Sprache zu kaschieren pflegt.“

Wichtig ist, dass in dieser Weise die praktische (Wille, von Interesse geleitet), nicht aber die theoretische Vernunft Normen setzt. Ein solcher Normativismus ist nur in dieser Weise als Idealismus aufzufassen, insofern es der praktischen Vernunft, dem Willen zukommt, Normen zu setzen.

Die Aufgabe der transzendentalen Idealität von Raum und Zeit impliziert aber noch nicht ein Bekenntnis zur Realität von Raum und Zeit. Der von Ferber vertretene Normativismus ist ein empirischer: Raum und Zeit sind durch Normen gesetzte empirische Größen.

88 „Raum und Zeit als physikalisch-empirische, diskrete und endliche Größen sind im normativen Sinne ideal, im hypothetischen aber real.“

„Deskriptive Sätze sind nicht deskriptiv, sondern verkappt präskriptiv. Der Satz ist Setzung, seine Intension der Willensakt, den er ausdrückt, seine Extension sein Wert.“

Ferber lehnt so eine Korrespondenztheorie der Wahrheit ab. Mit wahr oder falsch, entscheiden wir bloß über den Wert oder Unwert eines Gedanken.

89 Die These der Kontinuität des Raumes und der Zeit betrifft den mathematischen Apparat der modernen Naturwissenschaften

90 Im Sinne einer Philosophie des Als ob, ließe sich aber an der Kontinuitätsthese festhalten, sozusagen als nützliche Fiktion. Denn der Differenzialkalkül stellt ein sehr mächtiges Instrumentarium dar.

91 „Sind die Diskontinuität und endliche Ausdehnung von Raum und Zeit empirionormativ, so die Kontinuität und unendliche Ausdehnung fiktio- oder theorionormativ. Beide aber sind normativ. Das aber bedeutet: Der fruchtbare Konflikt zwischen Theorie und Empirie hinsichtlich von Raum und Zeit besteht nicht im Konflikt zwischen zwei deskriptiven, sondern zwischen zwei normativen Systemen.“

„Nicht eine *beschriebene*, sondern eine *vorgeschriebene* Wirklichkeit erzeugt diese Probleme.“