

**Zur Rolle der Sprache in  
erkenntnistheoretischer Hinsicht<sup>†</sup>  
(1961)**

**On the role of language from an epistemological point  
of view**

(*Synthese* 13, S. 185–200;  
repr. in *Abhandlungen*, S. 155–169)

---

185/A155

| In der Philosophie von Rudolf Carnap nimmt sein Werk *Logische Syntax der Sprache*<sup>a</sup> eine markante Stellung ein. Die hier entwickelte Konzeption der Wissenschaftslogik als Studium der Wissenschaftssprache mit den sich an sie knüpfenden Begriffen bildet sozusagen den Ausgangsrahmen für Carnaps weitere Untersuchungen. Im Laufe dieser Untersuchungen hat er die Auffassungen, die er in der *Logischen Syntax* vertritt, erheblich revidiert, und auch jener Rahmen der Betrachtung selbst mit den zugehörigen Begriffsbildungen hat starke Wandlungen erfahren, wozu die Diskussionen mit den Philosophen verwandter Forschungsrichtung Wesentliches beigetragen haben.

Diese Schritte der Revision der Philosophie Carnaps bedeuten eine sukzessive Loslösung von den exklusiven und reduktiven Tendenzen des anfänglichen Programms der Wiener Schule, gegenüber dessen allzu simplifizierenden Thesen ja bereits die *Logische Syntax* bedeutsame Korrekturen brachte. Hier aber verfocht Carnap ja noch die Ansicht, daß alle Erkenntnistheorie, sofern sie Anspruch auf Wissenschaftlichkeit erheben kann, nichts anderes als Syntax der Wissenschaftssprache bzw. als solche aufzufassen sei, während er seitdem die Aufgabestellung für die wissenschaftliche Philosophie durch die Hinzunahme der Semantik und der Pragmatik (unter Anknüpfung an C. W. Morris) wesentlich erweiterte und ferner der Unterscheidung des Lo-

---

<sup>†</sup>Contribution in honor of Professor Rudolph Carnap's seventieth birthday, received after Vol. XII no. 4 had been published ([*Synthese*] *editor's note*).

<sup>a</sup>*Vide* [?].

gischen vom Deskriptiven den anderen Gesichtspunkt der Unterscheidung von theoretischer Sprache und Beobachtungssprache gegenüberstellte. Die Bedeutung, welche die Einführung dieser Erweiterungen des methodischen Rahmens für die Ausgestaltung der Philosophie Carnaps und auch für deren Annäherung an die gewohnten philosophischen Auffassungen besitzt, soll im folgenden unter einigen Gesichtspunkten beleuchtet werden; zugleich soll dabei auf gewisse sich natürlich anschließende Fragen hingewiesen werden. |

186/A156

## 1

Die Anlage der *Logischen Syntax* kann als eine Erweiterung des Ansatzes der Hilbertschen Beweistheorie angesprochen werden. Bei Hilbert erstreckt sich die Methode der Formalisierung nur auf die Mathematik. Allerdings hatte Hilbert in seinem Vortrage „Axiomatisches Denken“ auch gesagt: „Alles, was Gegenstand des wissenschaftlichen Denkens überhaupt sein kann, verfällt, sobald es zur Bildung einer Theorie reif ist, der axiomatischen Methode und damit mittelbar der Mathematik.“<sup>b</sup> Carnap geht in der *Logischen Syntax* einen Schritt weiter in dieser Richtung, indem er die Wissenschaft im Ganzen als axiomatisch-deduktives System betrachtet, welches mittels der Formalisierung zu einem mathematischen Objekt wird: die Syntax der Wissenschaftssprache ist die auf dieses Objekt gerichtete Metamathematik.

Das hierbei benutzte idealisierende Schema der Wissenschaft ist aber gewiß für die Erkenntnistheorie nicht zulänglich. Zunächst einmal stellt es ja nur das fertige Resultat der Wissenschaft dar, nicht den vollen Prozeß des wissenschaftlichen Geschehens. Wohl vermag bei den großen mathematischen Theorien eine axiomatisch-deduktive Präsentation der fertigen Disziplinen das Bedeutsame an ihnen hinlänglich zur Darstellung zu bringen. Doch bereits in der theoretischen Physik ist die Sachlage wesentlich anders, da hier die obersten Grundsätze der Theorie in ihrer mathematisch genauen Fassung für die Forschung meistens das Endergebnis und nicht den Ausgangspunkt bilden.

Außerdem aber ist ja für viele Gebiete der Forschung die Hervorkehrung des Deduktiven gewaltsam. Man verfährt in diesen Gebieten gar nicht deduktiv; vielmehr kommt hier das logische Schließen fast nur für die *heuristischen* Überlegungen zur Anwendung, durch welche die Aufstellung von Hypothesen

<sup>b</sup> Vide [?], p. ■ .

oder von Tatsachen-Behauptungen motiviert wird.

Mit der Hinzunahme der *Pragmatik* kann nun alledem Rechnung getragen werden. In die Pragmatik gehört sicherlich die Erörterung der Entwicklung der Wissenschaften, freilich nicht im Hinblick auf das Historisch-Biographische, sondern im Sinne der Herausarbeitung des methodisch Bedeutsamen der Gedankengänge. Hier finden daher die heuristischen Betrachtungen ihre natürliche Einordnung.

187      Beiläufig sei hier daran erinnert, daß die Heuristik nicht nur in den | empirischen Wissenschaften, sondern auch in der rein mathematischen Forschung eine Rolle spielt, worauf in neuerer Zeit besonders nachdrücklich Georg Pólya  
A157 hingewiesen hat. Es besteht ja eine methodische | Analogie zwischen der mathematischen und naturwissenschaftlichen Forschung in der Hinsicht, daß es auch für die Mathematik eine Art von Empirie und ein Erraten von Gesetzmäßigkeiten auf Grund einer Reihe von Einzelfeststellungen gibt. Allerdings hat eine solche Art der Aufstellung eines Gesetzes in der Mathematik nur einen provisorischen Charakter, zumal in der Zahlentheorie, wo sich ja der Einzelfall niemals bloß durch unwesentliche Bedingungen (wie solche von Ort und Zeit in der Physik) aussondern läßt, vielmehr jede Zahl ihre besonderen Eigenschaften hat. Daß wir aber selbst in der Zahlentheorie aus unserem Umgehen mit den Zahlen Überzeugungen gewinnen können, zeigt das Beispiel des Satzes von der Eindeutigkeit der Zerlegung der Zahlen in Primfaktoren, den man von dem Zahlenrechnen her (wenn man noch keine zahlentheoretischen Beweise kennengelernt hat) geneigt ist, für ganz selbstverständlich zu halten. Erst auf einer fortgeschrittenen Stufe macht man sich das Erfordernis eines Beweises für diesen Satz klar, dem ja dann in befriedigender Weise entsprochen wird.

## 2

Für die Betrachtung des Verhältnisses von Syntax und Semantik ist es nützlich, wenn wir uns vergegenwärtigen, daß nach der gewohnten Auffassung für eine Sprache als solche wesentlich ist, daß ihre Worte und Sätze eine unmittelbare Sinn-Bezogenheit haben. Wenn wir die Formbildungen einer Sprache losgelöst von der Bedeutung der Ausdrücke zum Gegenstand machen, so ist dieses eine bewußtermaßen vorgenommene, modifizierende Abstraktion.

In Carnaps *Logischer Syntax* wird die Ausschaltung des Sinnesmäßigen zu einem Teil dadurch ausgeglichen, daß er neben den „Formbestimmungen“

die „Umformungsbestimmungen“ als Regeln der Sprache statuiert. Zu diesen Umformungsbestimmungen für die Sprache einer formalisierten Theorie rechnet er nicht nur solche Regeln, nach denen ein Satz in einen ihm logisch gleichwertigen übergeführt werden kann, sondern allgemeiner alle solchen, nach denen sich logische Abhängigkeiten bestimmen, und ferner auch die  
188 Festsetzungen, wonach bestimmte Sätze | die Rolle logisch allgemeingültiger Aussagen oder auch *formalisierter Axiome* haben.

Bald hernach hat Carnap, unter dem Einfluß der Untersuchungen von Alfred Tarski und im Zusammenhang mit der Erweiterung seines methodischen Programmes, den Begriff der logischen Folge aus der Syntax in die Semantik  
A158 verwiesen. |

In der Semantik werden den logischen Symbolen mittels der „rules of truth“ ihre Bedeutungen zugeordnet, und an diese Wahrheitsregeln knüpft sich der semantische Folgerungsbegriff. Von da aus kann das formale Deduzieren so eingeführt werden, daß zunächst Folgerungsbeziehungen teils als Sätze, teils als Ableitungsregeln vermerkt werden und dann die Mannigfaltigkeit solcher sich ergebender Sätze und Regeln einer Axiomatisierung unterworfen wird. Auf diese Weise wird der Begriff der Umformungsbestimmungen als ursprünglicher Regeln der Sprache grundsätzlich entbehrlich, während die „rules of truth“ als zur Charakterisierung der Sprache gehörig anzusehen sind.

Die hiermit ermöglichte prägnante Gegenüberstellung des semantischen und des syntaktischen Folgerungsbegriffes hat für die Darstellung der mathematischen Logik – sofern diese nicht von vornherein auf eine konstruktive Methodik ausgerichtet ist – große Vorteile, und besonders Heinrich Scholz hat diesen Gesichtspunkt sehr zur Geltung gebracht.

An der Semantik wird oft als Mangel empfunden, daß sie auf einer nicht-konstruktiven Art der Begriffsbildung beruht. Diese Nicht-Konstruktivität ist aber für die Semantik nicht spezifisch. Eine Semantik kann an sich auch in einem elementaren Rahmen der Begriffsbildung betrieben werden. Andererseits wird sich die Überschreitung der elementaren Begrifflichkeit, ob mit oder ohne Semantik, kaum vermeiden lassen, wenn man, wie Carnap es anstrebt, für die Logik einen solchen Begriff der „Gültigkeit“ festlegen will, auf Grund dessen für jeden rein logischen Satz  $A$  (d. h. einen Satz ohne außerlogische Bestandteile) nicht nur die Alternative „ $A$  oder nicht- $A$ “ logisch gültig ist (im Sinne des Satzes vom ausgeschlossenen Dritten), sondern darüber hinaus entweder die logische Gültigkeit von  $A$  oder diejenige von nicht- $A$  besteht.

Die Semantik wird auch noch in anderer Hinsicht kritisiert, nämlich insofern sie den Bereich der umfangslogischen Betrachtung überschreitet und sich mit den Fragen des Sinnes und insbesondere mit dem Verhältnis des Extensionalen zum Intensionalen befaßt. So macht besonders | Willard Quine geltend, daß mit der Einführung der Sinngehalte (Intensionen) von Ausdrücken als Gegenständlichkeiten eine wissenschaftlich unzulässige Hypostasierung vollzogen werde, und daß selbst bei der Reduktion der Fragen des Sinnes auf solche der Sinngleichheit und Sinnverschiedenheit man sich noch immer in einem Gebiet des schwer Präzisierbaren befinde. Bei dieser Diskussion ist Quine mit Carnap darin einhellig, daß er tendiert, die Sinngleichheit zweier Aussagen als ihre logische Äquivalenz zu erklären und entsprechend auch die Sinngleichheit von Prädikaten und von Kennzeichnungen auf logische |  
A159 Äquivalenzen zurückzuführen. Dadurch tritt der Begriff der Sinngleichheit in enge Beziehung zu dem des Analytischen.

Eine solche Begriffsbestimmung von Sinngleichheit führt aber zu Unzuträglichkeiten, insbesondere sofern man, wie es ja Carnap und viele der heutigen Philosophen tun, die Sachverhalte der reinen Mathematik zu den logischen Gesetzen rechnet. Denn nach dieser Auffassung sind ja je zwei gültige Sätze der reinen Mathematik logisch äquivalent, und es müßten daher, wenn Sinngleichheit dasselbe wäre wie logische Äquivalenz, je zwei zutreffende Sätze der reinen Mathematik, also etwa der Satz, daß es unendlich viele Primzahlen gibt, und der Satz, daß die Zahl  $\pi$  irrational ist, denselben Sinn haben – oder um ein elementarerer Beispiel zu nehmen: der Satz, daß  $3 \times 7 = 21$  ist, müßte denselben Sinn haben wie derjenige, daß 43 eine Primzahl ist.

Wir können uns aber für diese Überlegung sogar von der Stellungnahme zu der Frage des rein logischen Charakters der Arithmetik unabhängig machen. Nehmen wir ein Axiomensystem  $A$  und zwei ganz verschiedene Lehrsätze  $S$ ,  $T$ , die aus diesem Axiomensystem beweisbar sind. Wir werden dann schwerlich bereit sein zu sagen, die Feststellung „aus  $A$  folgt logisch  $S$ “ habe denselben Sinn wie die Feststellung „aus  $A$  folgt logisch  $T$ “, auch wenn diese beiden Aussagen zutreffend, daher auch beide logisch gültig und somit einander logisch äquivalent sind.

Es fällt also keineswegs immer Sinngleichheit von Aussagen mit deren logischer Äquivalenz zusammen. Andererseits wird man aber doch in vielen Fällen, auch in der Mathematik, eine logische Umformung als nicht Sinnändernd betrachten. Zum Beispiel die beiden Aussagen „wenn  $a, b, c, n$  Zahlen der mit 1 beginnenden Zahlenreihe sind und  $a^n + b^n = c^n$ , so ist  $n = 1$  oder  $n = 2$ “ und „es gibt nicht Zahlen  $a, b, c, n$  der mit 1 beginnenden Zahlenreihe,

190 derart daß  $n > 2$  und  $a^n + b^n = c^n$  | wird man als Formulierungen derselben mathematischen Behauptung (des großen Fermatschen Satzes) ansprechen.

An diesen Beispielen tritt uns zunächst die Schwierigkeit der Abgrenzung dessen, was jeweils als sinngleich zu gelten hat, entgegen. Zugleich aber bemerken wir, daß diese Schwierigkeit ihre Ursache in der Unterschiedlichkeit der Abstraktionsweise hat, welche den verschiedenen Untersuchungsgebieten eigentümlich ist. Zwei theoretisch-physikalische Feststellungen, von denen eine aus der anderen durch eine Umrechnung eines in ihr auftretenden mathematischen Ausdruckes hervorgeht, werden wir als sinngleich erklären; wenn es sich aber um mathematische Feststellungen handelt, ist das im allgemeinen nicht statthaft. Von der Formulierung eines mathematischen Satzes werden wir sagen, daß ihr Sinn durch eine elementar-logische Umformung  
A160 nicht | verändert wird; wenn dagegen die elementar-logischen Beziehungen selbst behandelt werden, dann gilt dieses nicht mehr. Wir haben hier nur die Sinngleichheit von Aussagen betrachtet; jedoch für Prädikate und Kennzeichnungen läßt sich ganz das Entsprechende feststellen. Dabei liefert die Betrachtung mathematischer Kennzeichnungen ein reiches Maß an Beispielen, bei denen die Gegenüberstellung von Extension und Intension ganz im Sinne unserer üblichen wissenschaftlichen Denkweise liegt. Nehmen wir etwa die Darstellung einer positiv-reellen Zahl durch einen Ausdruck der Analysis, z. B. eine unendliche Reihe oder ein bestimmtes Integral. Eine solche Darstellung bildet eine Kennzeichnung der betreffenden reellen Zahl. Die Extension dieser Kennzeichnung ist die reelle Zahl selbst, und die Intension ist eine Regel zur Bestimmung dieser Zahl, d. h. zu ihrer Eingrenzung in beliebig enge Intervalle. Ein und dieselbe positiv-reelle Zahl kann, wie man weiß, durch sehr verschiedenartige solche Regeln bestimmt werden; dann haben wir gleiche Extension bei verschiedener Intension.

Um auch bei Prädikaten ein mathematisches Beispiel verschiedener Extensionen mit gleicher Intension zu erwähnen, so können ja die Primzahlen unter den von 1 verschiedenen Zahlen auf zweierlei Art charakterisiert werden: einerseits als solche, die keinen echten Teiler außer 1 besitzen, andererseits als solche, die in einem Produkt nur dann aufgehen, wenn sie in mindestens einem Faktor aufgehen. Das ergibt zwei verschiedene Prädikat-Intensionen mit gleicher Extension: die Extension ist die Klasse der Primzahlen, die Intensionen sind die den beiden Charakterisierungen entsprechenden  
191 Definitionen des Begriffes „Primzahl“. | Analoge Beispiele finden sich auch in empirischen Wissenschaften, z. B. wenn eine Tierart auf verschiedene Weisen charakterisiert werden kann, so daß sich verschiedene Definitionen desselben

Artbegriffes ergeben und somit verschiedene Intensionen des Art-Namens bei gleicher Extension.

Unsere Überlegung zeigt uns einerseits, daß es große Klassen von Fällen gibt, in denen der Begriff der Intension eine wissenschaftlich naturgemäße Anwendung hat. Andererseits sind wir auf die Schwierigkeiten im Begriff der Sinngleichheit aufmerksam geworden, die mit der Verschiedenartigkeit der Einstellung in den verschiedenen Forschungsgebieten zusammenhängen, wobei die Gegenüberstellung bloß des Logischen und des Außerlogischen nicht genügt, um diesen Unterschieden Rechnung zu tragen.

A161 Wir können uns den in dieser Hinsicht vorliegenden Sachverhalt näherbringen, indem wir uns die Art der Abstraktion vergegenwärtigen, auf welche es bei dem Begriff der Intension ankommt. Hier geht man | nicht aus von der Absonderung der Sprachausdrücke als Formgebilde von ihrer Ausdrucksfunktion, vielmehr behält man diese geflissentlich bei, und wovon man abstrahiert, das sind nur die für diese Funktion unwesentlichen Besonderheiten der Ausdrucksmittel und die auf ihnen beruhende Vielfältigkeit von Formulierungen, welche für den gleichen Ausdruckszweck verwendbar sind. Diese Mannigfaltigkeit der Möglichkeiten besteht einerseits in konventioneller Hinsicht, durch die Vielheit der Sprachen, andererseits aber auf Grund begrifflicher und sachlicher Gleichwertigkeiten, wie sie zwischen Bestimmungen, zwischen Eigenschaften und zwischen Beziehungen bestehen können. Eine solche Gleichwertigkeit bewirkt aber nur dann die Vertretbarkeit eines Ausdruckes durch einen anderen, wenn sie im Rahmen der Darlegung oder der Untersuchung, in welcher der Ausdruck verwendet wird, ganz unproblematisch ist, d. h. zu dem Bereiche dessen gehört, worüber man nicht erst diskutiert, sondern was als ausgemacht gilt. In der Tat liegt ja bei unseren Erkenntnisbemühungen, wenigstens im Stadium eines entwickelten Reflektierens, jeweils ein gewisser Vorrat an (teils mehr, teils minder bewußten) Vorstellungen, Ansichten und Überzeugungen zu Grunde, an welche wir uns bei unseren Fragen, Überlegungen und Verfahren halten, sei es mit Wissen oder instinktiv. Solche Vorstellungen, Ansichten und Überzeugungen mögen, im Anschluß an Ferdinand Gonseths Begriff des „préalable“, als „vorgängig“ bezeichnet werden.

192 | Die Annahme gewisser vorgängiger Vorstellungen und Voraussetzungen für eine jegliche wissenschaftliche Disziplin, und auch für unsere natürliche Einstellung des täglichen Lebens, unterliegt nicht der gleichen Problematik wie die Annahme von Erkenntnissen a priori. Es wird nicht behauptet, daß die vorgängigen Voraussetzungen etwas Unumstößliches seien. Eine Wissen-

schaft, die sich zunächst auf eine Voraussetzung stützt, kann in ihrem weiteren Verlauf uns dazu führen, diese Voraussetzung preiszugeben, wodurch wir eventuell genötigt werden, die Sprache der Wissenschaft zu ändern. Auch bringt es die wissenschaftliche Methodik mit sich, daß wir vorgängige Voraussetzungen uns zum Bewußtsein bringen und sogar zum Gegenstand einer Untersuchung machen bzw. in das Thema einer Untersuchung einbeziehen können.

Damit verlieren dann diese Voraussetzungen für das betreffende Forschungsgebiet den Charakter der Vorgängigkeit. Im Verlauf der Entwicklung der theoretischen Wissenschaften kommt es so dazu, daß immer weitere ihrer Voraussetzungen der Thematisierung unterworfen werden, so daß sich der Bereich des Vorgängigen immer mehr verengert.

A162 | An die Stelle des früheren, spontanen Vorgängigen treten dann eigens statuierte Ausgangs-Begriffe und Prinzipien.

Im Unterschied zum Begriff des a priori ist der des Vorgängigen entweder auf einen Erkenntniszustand oder auf eine Disziplin bezogen; es wird nicht etwas absolut Vorgängiges angenommen.

Wenn man nun diesen Begriff des Vorgängigen akzeptiert, so kann man folgende Definition der Sinnlichkeit ansetzen: zwei Aussagen einer Disziplin sind sinnlich, wenn die Äquivalenz zwischen ihnen für die Disziplin vorgängig ist. Entsprechend würde die Sinnlichkeit von Prädikaten und die von Kennzeichnungen zu erklären sein. Auch kann in der Definition die Disziplin durch eine Erkenntnislage (Erkenntniszustand) ersetzt werden, in Bezug auf welche man in genügend bestimmter Weise von Vorgängigem sprechen kann.

Es möchte scheinen, daß sich auf diese Art die vermerkten Schwierigkeiten in der Bestimmung von Sinnlichkeit beheben lassen. Freilich muß man bei der gegebenen Erklärung der Sinnlichkeit in Kauf nehmen, daß die Sinnlichkeit von Sätzen von der Disziplin bzw. der Erkenntnislage abhängt, im Rahmen deren sie betrachtet wird. Das ist aber bei näherem Zusehen nicht

193 so paradox. |

### 3

Wenden wir uns nun zu derjenigen Erweiterung des methodischen Rahmens der *Logischen Syntax*, welche Carnap durch die Gegenüberstellung von theoretischer Sprache und Beobachtungssprache gewinnt.



Theorie und Experiment einander gegenüberzustellen, ist uns bei der Betrachtung der Methode der Naturwissenschaften geläufig. Doch in der anfänglichen Form des logischen Empirismus kam das Moment des Theoretischen nicht recht zur Geltung; und es haben erst Diskussionen über die anfängliche Auffassung, an denen insbesondere Karl Popper beteiligt war, dazu geführt, daß bei dem revidierten Standpunkt der *Logischen Syntax* der Ansicht der Vorzug gegeben wurde, wonach die Formulierungen von Naturgesetzen als eigentliche Sätze der Wissenschaftssprache figurieren.

Daß sich hiergegen anfangs eine Resistenz richtete, begreifen wir, wenn wir uns klarmachen, daß mit der Anerkennung der Rolle der physikalischen Gesetzesaussagen als eigentlicher Sätze jene Zweiheit von „relations of ideas“ und „matters of facts“, wie sie ehemals David Hume als Einteilung aller Gegenstände des Forschens angesetzt hatte und wie sie die Wiener Schule  
 A163 in etwas präzisierter Form aufrechtzu|erhalten bestrebt war, sich als nicht erschöpfend erweist. Die Gesetzesaussagen der Naturwissenschaft sind ja einerseits nicht Aussagen über „relations of ideas“, d. h. nicht Sätze der reinen Logik oder der reinen Mathematik, andererseits sind sie nicht Feststellungen von Tatsachen, da sie doch die Form allgemeiner hypothetischer Sätze haben.

In der Ausdrucksweise Carnaps besagt diese Konsequenz, daß der Bereich des Deskriptiven (des Außerlogischen) nicht mit dem des Faktischen zusammenfällt, daß vielmehr der Bereich des Faktischen enger ist.

Der gleiche Sachverhalt läßt sich noch von einer anderen Seite her beleuchten. Carnap erklärt in seinem Buche *Meaning and Necessity*<sup>c</sup> den Begriff des logisch Wahren mit Hilfe von „state descriptions“. Dabei knüpft er an den Leibnizschen Gedanken der „möglichen Welten“ an: was notwendig ist, muß in allen möglichen Welten gelten; und die „state descriptions“ stellen schematisch die möglichen Weltbeschaffenheiten dar. So definiert nun Carnap: Ein  
 194 Satz ist logisch wahr, wenn er für jede „state | description“ zutrifft. Bei dieser Überlegung treten die Begriffe des Möglichen und des Notwendigen auf. Es ist aber nicht ausgemacht, daß man vom Möglichen und vom Notwendigen nur im logischen Sinne sprechen kann. Carnap selbst erwähnt im Anhang zu seiner *Introduction to Semantics* (vide [?], § 38d, S. 243) unter den für die Semantik ausstehenden Problemen das Studium solcher nicht-extensionaler Operatoren, welche physikalische oder kausale Modalitäten zum Ausdruck bringen. Physikalische oder kausale Modalitäten betreffen das naturgesetz-

<sup>c</sup> Vide [?].

lich Mögliche und das Naturnotwendige. Wenn nun im Rahmen der Wissenschaftssprache Naturgesetze als gültig statuiert werden, und wenn ferner anerkannt wird, daß die Naturgesetze nicht logisch notwendig sind, so ergibt sich eine Unterscheidung des Notwendigen und des Tatsächlichen, welche von derjenigen zwischen dem Logischen und dem Deskriptiven verschieden ist. Wir können dann „state descriptions“ in einem engeren Sinne betrachten, indem wir nur solche zulassen, die den Naturgesetzen gemäß sind, und erhalten damit eine engere Mannigfaltigkeit von möglichen Welten.

Den Feststellungen von Faktischem stehen somit nicht nur diejenigen von logischen Gesetzmäßigkeiten gegenüber, sondern allgemeiner von Gesetzmäßigkeiten überhaupt. Diese allgemeinere Entgegensetzung können wir nun mit Hilfe des Begriffs des Theoretischen zum Ausdruck bringen, indem wir den Feststellungen über Tatsächliches die theoretischen Feststellungen gegenüberstellen. Der Bereich des Theoretischen enthält dann als echten Teilbereich den des Logischen.

A164 Das Spezifische des Theoretischen besteht aber gewiß nicht allein in | einer Gesamtheit von Aussagen, welche als gültig anerkannt werden, sondern vor allem in einer Begriffswelt, im Rahmen derer die theoretischen Aussagen erfolgen. Innerhalb der Wissenschaftssprache findet die theoretische Begriffsbildung ihren Niederschlag in dem, was Carnap die „theoretische Sprache“ nennt.<sup>1</sup>

195 Betrachten wir nun des Näheren die Rolle, welche Carnap der theo|retischen Sprache zuweist. Nach seiner Auffassung ist die theoretische Sprache nicht unmittelbar gedeutet, vielmehr erhalten die theoretischen Termini ihre Signifikanz erst in Verbindung mit den „Korrespondenz-Postulaten“, welche zwischen theoretischen Termen und Beobachtungstermen Beziehungen herstellen. Diese Beziehungen sind allerdings nicht als so weitgehend gedacht, daß dadurch alle theoretischen Termini in der Beobachtungssprache definiert würden. Carnap schließt sich vielmehr der Auffassung derer an, welche die Forderung, daß jeder theoretische Terminus sich experimentell definieren lassen müsse und in seiner Verwendung an eine solche Definition gebun-

<sup>1</sup>Wenn hier, in Anlehnung an Carnaps Ausdrucksweise schlechtweg von „der theoretischen Sprache“ die Rede ist, so soll damit nicht auf die Vorstellung von einer Gesamtwissenschaft Bezug genommen sein. Auch in Carnaps eigenen Ausführungen zum Thema der theoretischen Sprache ist das keineswegs der Fall. So spricht er von den „methodologischen Problemen, die mit dem Aufbau eines theoretischen Systems, etwa eines solchen der theoretischen Physik ... zusammenhängen“ (*vide* [?], S. 241–242■).

den sei, als zu einschränkend für die theoretische Forschung und auch nicht dem tatsächlichen Verfahren der theoretischen Wissenschaft entsprechend erklären, wie es im Kreise des Neopositivismus insbesondere Herbert Feigl und Carl Hempel getan haben.

Hiermit wird ein wesentliches Erfordernis für die Freiheit der theoretischen Gedankenbildung anerkannt. Es bleibt dabei aber doch der Umstand, daß die Theorie nicht als eine Gedankenwelt, sondern bloß sozusagen als eine Sprach-Apparatur angesehen wird. Zu diesem mehr nur technischen Aspekt, den die theoretische Sprache bei Carnap erhält, tritt als ein anderes charakteristisches Moment dasjenige der Reduktion auf das rein Mathematische. Carnap ist bestrebt, nach Möglichkeit die theoretischen Entitäten auf mathematische zu reduzieren. Im Gebiet der Physik zeigt sich diese Möglichkeit in spezieller Art anhand der Vorstellungsweise der Feldtheorie, wonach das physikalische Geschehen in einer Abfolge von Zuständen im Raum-Zeit-Kontinuum besteht. Die Zustandsbestimmung wird durch Skalare, Vektoren und Tensoren gegeben. Zum Beispiel in der reinen Feldtheorie der Gravitation und der Elektrizität erfolgt die Beschreibung des physikalischen Zustandes durch den symmetrischen Tensor des metrischen Feldes, aus dem sich die Längen- und Zeitmessung sowie die Trägheits- und Gravitationskräfte bestimmen, und den antisymmetrischen elektromagnetischen Tensor, der die elektrischen und magnetischen Kräfte bestimmt. Materielle, geladene oder ungeladene Teilchen werden hier als besonders konzentrierte Verteilungen der Feldgrößen in einem räumlich engen Weltgebiet aufgefaßt. Die Komponenten der Tensoren sind Funktionen der Raum-Zeit-Stellen, und bei Einführung eines Koordinatensystems und Wahl von Einheiten werden die Maßzahlen der Komponenten mathematische Funktionen | der Raum-Zeit-Koordinaten;<sup>2</sup> nennen wir sie „Feldfunktionen“. Die physikalische Feldgesetzlichkeit wird durch Differentialgleichungen für diese mathematischen Funktionen (in einer gegenüber dem Koordinatensystem invarianten Weise) formuliert, und die Feldfunktionen, welche den Ablauf der Zustände des Systems darstellen, bilden eine Lösung dieses Systems von Differentialgleichungen.

Die Anknüpfung der Theorie an die Erfahrungswirklichkeit wird durch Beziehungen von mehrerlei Art gegeben:

1. solche, auf denen die Einführung von Raum-Zeit-Koordinatensystemen beruht, sowie die Möglichkeiten der Bestimmung von Werten der Feldfunk-

<sup>2</sup>[1] Die Komponenten des metrischen Feldes sind ja sogar von vornherein unbenannte Zahlen.

tionen,

2. solche, welche die Auswirkungen von Zuständen des Systems teils auf unsere direkten Wahrnehmungen, teils auf unsere experimentellen Beobachtungen betreffen,

3. solche, die jeweils die Anweisung liefern für die theoretische Übersetzung eines beobachtungsmäßig (sei es nur schematisch oder aber in genauerer experimenteller Bestimmtheit) gegebenen Falles, der mittels der Theorie untersucht werden soll.

Alle diese Beziehungen denkt sich Carnap axiomatisierbar durch Korrespondenz-Postulate, in denen Verknüpfungen zwischen den Feldfunktionen und unseren Beobachtungen ausgesagt werden. Ein solches System von Korrespondenz-Postulaten läßt sich allenfalls dann aufstellen, wenn überhaupt die Mannigfaltigkeit der möglichen Anwendungen der Feldtheorie (der Differentialgleichungen des Feldes) auf Beobachtungen axiomatisierbar ist.

A166 Unter diesem Vorbehalt besteht somit die Möglichkeit, die theoretische Sprache der Physik gänzlich auf mathematische Begriffe zu beschränken und alles spezifisch Physikalische teils in die Beobachtungssprache, teils in die Korrespondenz-Postulate zu verlegen. Die physikalische Theorie sagt dann nichts mehr aus über etwas, das in der physikalischen Natur vorhanden ist, ja sie sagt für sich allein überhaupt nichts aus, sondern liefert nur eine mathematische Handhabe für die Vorausbestimmung von Beobachtungen auf Grund von gegebenen Beobachtungen. Man kann hier strenggenommen daher gar nicht von einer theoretischen Sprache reden.

197 Allerdings läßt sich dabei doch eine Art theoretischer Sprache wieder gewinnen, indem man geeignete physikalische Benennungen einführt für gewisse häufig wiederkehrende mathematische Beziehungen und Ausdrücke, in Entsprechung zu den Bedeutungen, welche diese in der inhaltlich aufgefaßten Theorie haben; das Verfahren ist dann analog, wie wenn in einer rein arithmetisch konstituierten (analytischen) Geometrie doch die arithmetischen Beziehungen und Gegenständlichkeiten geometrisch interpretiert und benannt werden.

Was aber an der beschriebenen Methode der Elimination theoretischer Entitäten stutzig macht, ist der Umstand, daß sie ja gleichermaßen auf jedwede Art des Ansetzens von Naturgegenständen anwendbar ist: Wenn in den geläufigen Fällen des täglichen Lebens die Annahme von Naturgegenständlichkeiten sachgemäß ist, und wenn wir ferner unsere geläufigen Methoden der Orientierung über Ort und Zeit zu der Vorstellung der vier-dimensionalen Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit extrapolieren, so scheint es nicht angängig zu sein, daß wir

in dem Ansetzen von Naturgegenständlichkeit an gewissen Stellen sozusagen abbrechen und hier die Gegenstände durch ihre mathematischen Beschreibungen ersetzen.

Dieser Erwägung gegenüber kann jedoch Carnap geltend machen, daß die Unterschiedlichkeit der methodischen Behandlung nicht die Verschiedenheit von Stellen in der Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit betrifft, sondern sich auf die Verschiedenheit in der Stufe des Theoretischen bezieht. Was mit einer solchen Verschiedenheit der Stufe gemeint sein soll, läßt sich insbesondere an dem Unterschied der Makro- und der Mikrophysik exemplifizieren. Allgemein liegt eine weitergehende Stufe des Theoretischen bei der Behandlung eines Wissensgebietes da vor, wo die Begriffsbildung zu einer stärkeren Überschreitung des anschaulich Vertrauten nötigt. Ein solcher Schritt der verstärkten Theoretisierung kann erfolgreich sein und sich als sachgemäß erweisen, und es kann sich auch im Umgehen mit den zuerst ungewohnten Begriffen nach reichlicherem Gebrauch eine praktische Sicherheit einstellen. Dabei bleibt aber doch der Unterschied bestehen zwischen dem methodisch mehr und dem weniger  
A167 Elementaren, d. h. zwischen dem, was dem | Konkreten und der Beobachtung näher- und dem, was ihnen fernersteht.

Daß die Quantenphysik gegenüber der vorherigen „klassischen“ Physik eine verstärkte Theoretisierung in dem genannten Sinne bedeutet, ist er-  
198 sichtlich. Auf die Quantenphysik kann allerdings das vorher beschriebene Verfahren der Eliminierung von Entitäten nicht direkt angewendet werden, da bei dieser ja die Vorstellung von der eindeutigen, unabhängig vom Experimentieren objektiv bestimmten Abfolge der Zustände in der Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit verlorengeht. In anderer Hinsicht kommt aber die Quantenphysik der Absicht des Eliminierungsverfahrens insofern entgegen, als hier die Vorstellung von der Gegenständlichkeit ohnehin eine abgeschwächte ist und das Mathematische der Begriffsbildungen im Vordergrund steht. Die Quantenphysik zeigt uns auch, auf welche Art sich die unterschiedliche methodische Behandlung verschiedener theoretischer Entitäten ohne eine anstößige Zäsur durchführen läßt, indem hier die theoretische Sprache der vorherigen Physik sozusagen die Rolle der Beobachtungssprache erhält.

Hierdurch wird zugleich der Gedanke nahegelegt, daß es wohl angemessen ist, die Unterscheidung zwischen Beobachtungssprache und theoretischer Sprache, anstatt sie absolut zu fassen, auf ein Niveau der Begriffsbildung zu beziehen. Darin werden wir bestärkt, wenn wir uns überlegen, was es in der Wissenschaftspraxis mit der Beobachtungssprache für eine Bewandnis hat. Wenn sich die Physiker von ihren Experimenten erzählen, so sprechen sie ge-

weiß nicht nur von Objekten der unmittelbaren Wahrnehmung. Man spricht etwa von einem Stück Holz, von einer Eisenstange, einem Gummiring oder einer Quecksilbersäule. In den Bedeutungen solcher Worte sind ja bereits beträchtliche theoretische Momente enthalten. Die Experimentalsprache der Physiker geht aber doch in dieser Hinsicht noch viel weiter.<sup>3</sup> Bemerkenswert ist auch, daß die Namen der physikalischen Begriffe für einen großen Teil (etwa „Luftdruck“, „elektrischer Strom“) in die gewöhnliche Umgangssprache eingegangen sind.

A168 | Im Ganzen läßt sich der Sachverhalt dermaßen charakterisieren, daß | die  
 199 Beobachtungssprache einer auf einem bestimmten Niveau befindlichen Wissenschaft Bezug nimmt auf eine vorgängige Vorstellungs- und Begriffswelt – „vorgängig“ gemäß der in unserem Abschnitt 2 eingeführten Ausdrucksweise. Die vorgängigen theoretischen Begriffe erhalten auf diesem Niveau auch ihre Benennungen in der Beobachtungssprache. Wir brauchen wohl die Beobachtungssprache überhaupt nicht von der Umgangssprache zu trennen. Vielmehr kann vermutlich die Beobachtungssprache als eine durch Hinzufügung einer größeren Reihe von Termini bereicherte Umgangssprache aufgefaßt werden.

Die Relativierung der Beobachtungssprache auf ein begriffliches Niveau wird auch jener Art der Gegenüberstellung des Empirischen und des Theoretischen gerecht, wie sie in Ferdinand Gonseths Prinzip der Dualität intendiert ist. Gemeint ist hier, daß das Empirische und das Theoretische nicht getrennte Bereiche sind, sondern daß in jedem Gebiete und jedem Stadium des Erkennens die beiden Momente zusammenspielen. Die verschiedenen Gesichtspunkte der im Vorangehenden angestellten Überlegungen: die Eliminierung abstrakter Entitäten, die Unterscheidung von Stufen des Theoretischen und die Relativierung der Beobachtungssprache auf ein begriffliches Niveau haben ihre Anwendung im besonderen für die mathematische Beweistheorie.

<sup>3[1]</sup> Allerdings ist ja die These aufgestellt worden, daß alles physikalische Experimentieren auf Feststellungen über Koinzidenzen hinauskomme. Diese Behauptung ist aber gewiß nur cum grano salis zu verstehen: Die Feststellung über Koinzidenz (oder Nicht-Koinzidenz) ist jeweils der letzte entscheidende Schritt in dem Gesamtprozeß eines Experimentes, welches überdies erfordert, daß der Experimentator seinen Apparat als solchen erkennt und in der richtigen Weise mit ihm umgeht, ferner daß dieser Apparat sachgemäß angefertigt worden ist, weiter daß der Experimentierende sich eine hinlängliche Überzeugung davon verschafft, daß keine störenden Umstände vorliegen, usw. Daß alles das, was hierzu aufgefaßt werden und eingeübt sein muß, sich auf bloße Feststellungen über Koinzidenzen zurückführen läßt, dürfte wohl schwerlich zutreffen. Aber das ist ja auch wohl mit jener These nicht gemeint.

Diese geht ja aus von der Unterscheidung zwischen der „klassischen“ Methode der Mathematik, wie sie in der Analysis und der Mengenlehre sowie in den neueren abstrakten Disziplinen der Mathematik angewendet wird, und den elementarerer Methoden, welche je nach der Art der Abgrenzung als „finite“, „konstruktive“ oder „prädikative“ zu charakterisieren sind. In der beweistheoretischen Untersuchung der klassischen Mathematik wird durch die Methode der Formalisierung der Aussagen und Beweise, wie sie mittels der logischen Symbolik erfolgt, eine Eliminierung abstrakter Entitäten ermöglicht. Diese Eliminierung will man insbesondere dazu verwerten, um die formale Widerspruchsfreiheit klassischer Theorien von einem der elementarerer methodischen Standpunkte nachzuweisen. Bisher sind Nachweise der formalen Widerspruchsfreiheit mittels konstruktiver Methoden nur für solche formalen Systeme erbracht worden, die wenigstens einer prädikativen Deutung fähig sind. Neuerdings scheint durch | ein Verfahren von Clifford Spector mit einer weiten Fassung des konstruktiven Standpunktes ein Nachweis der Widerspruchsfreiheit für die formalisierte imprädikative Analysis zu gelingen.

A169 | Die elementarere „Metasprache“, in der ein solcher Nachweis der Widerspruchsfreiheit geführt wird, hat, wie von Carnap vermerkt worden ist, die Rolle einer Beobachtungssprache. Es war ursprünglich die Idee Hilberts, daß diese Sprache sich ganz im Rahmen der Betrachtung des Konkreten halten, also eine Beobachtungssprache im absoluten Sinne sein sollte. Schrittweise wurde man aber genötigt, mehr und mehr Theoretisches in sie aufzunehmen. Bereits der „finite Standpunkt“ verwendet grundsätzlich mehr, als Hilbert ursprünglich zulassen wollte; doch auch dieser methodische Standpunkt hat sich, auf Grund der Resultate von Kurt Gödel, für den gesetzten Zweck als nicht zulänglich erwiesen. Das Ergebnis dieser Feststellung erscheint als nicht so fatal für die Beweistheorie, wie es anfangs angesehen wurde, wenn man den Gedanken der Bezogenheit der Beobachtungssprache auf ein Begriffsniveau akzeptiert. Die Anerkennung der methodischen Bedeutsamkeit der beweistheoretischen Untersuchungen, und insbesondere derjenigen über formale Widerspruchsfreiheit, ist nicht daran gebunden, daß man die übliche klassische Mathematik für dubios erachtet oder daß man jenen Standpunkt des „Formalismus“ einnimmt, wonach die klassische Mathematik nur als reine Formeltechnik ihre Berechtigung hat. So dachte auch Hilbert im Grunde nie, trotz mancher in solche Richtung weisender Äußerungen von ihm. – Die Aufgabestellung der konstruktiven Nachweise von Widerspruchsfreiheit ist durch die hohe Stufe des Theoretischen motiviert, wie sie in der klassischen Mathematik vorliegt.

200

Jedenfalls kann ein Angehöriger der konstruktiv-beweistheoretischen Forschungsrichtung sehr wohl die Ansicht vertreten, wie sie auch von Carnap befürwortet wird, daß die Begriffsbildungen der klassischen Mathematik auch als inhaltlich gedeutete ihre berechnete Anwendung haben. Ob es aber angemessen ist, die sämtlichen von der Mengenlehre eingeführten Entitäten als eigentliche zu akzeptieren, steht auch von diesem Standpunkt zur Diskussion. Auch wird man nicht geneigt sein, die positive Stellung zu den theoretischen Begriffen gerade bloß der mathematischen Begriffsbildung als Privileg zuzuerkennen: Was den mathematischen Klassen und Funktionen recht ist, ist den Entitäten der Naturwissenschaften billig, soweit diese in Verständnis-erzeugender Weise angesetzt sind.