

## **Rudolf Carnap (Prag), Formalwissenschaft und Realwissenschaft:**

Unter *Wissenschaftslehre* mögen wir das Gesamtgebiet der Untersuchungen verstehen, die die Wissenschaft zum Objekt haben. Solche Untersuchungen können von verschiedenen Gesichtspunkten aus vorgenommen werden. Danach kann man etwa eine psychologische, eine soziologische, eine historische und eine logische Untersuchung der Wissenschaft unterscheiden, die jedoch in der Praxis nicht notwendig getrennt werden müssen. Die logische Untersuchung der Wissenschaft, die auch kurz als *Wissenschaftslogik* bezeichnet wird, ist nach unserer Aussassung genauer zu charakterisieren als logische Syntax der Wissenschaftssprache.

Als Beispiel einer wissenschaftslogischen Frage sei im folgenden die Frage nach dem Verhältnis zwischen den beiden Hauptgebieten der Wissenschaft behandelt, nämlich zwischen *Formalwissenschaft* (Logik, einschließlich der Mathematik) und *Realwissenschaft* (die Gesamtheit der Tatsachenwissenschaften: Physik, Biologie, Psychologie, Soziologie, Geschichte usw.). Die Frage ist hier als wissenschaftslogische gemeint; Solche Fragen, wie etwa die nach dem psychologischen Unterschied zwischen den Forschungstätigkeiten auf

den beiden Wissenschaftsgebieten sollen hier also nicht gestellt werden, sondern nur die Frage nach dem *logischen* Verhältnis zwischen beiden Gebieten, d. h. nach dem Unterschied im syntaktischen Charakter der Sätze und Satzsysteme der beiden Gebiete. Während zwischen den beiden Gebieten in bezug auf ihren *psychologischen* Charakter kein prinzipieller, sondern nur ein gradueller Unterschied besteht, läßt sich vom logischen Gesichtspunkt aus ein prinzipieller und exakter Unterschied aufweisen. Dieser beruht auf dem syntaktischen *Unterschied zwischen analytischen und synthetischen Sätzen*.

Um zu zeigen, wie die Abgrenzung zwischen Formalwissenschaft und Realwissenschaft vorgenommen werden kann, nehmen wir an, die syntaktische Struktur für eine Sprache der Gesamtwissenschaft sei festgelegt. Dazu ist erforderlich, daß ein System syntaktischer Regeln gegeben ist: erstens *Formregeln* der betreffenden Sprache, d. h. Regeln, die die zugelassenen Satzformen bestimmen, und zweitens *Umformungsregeln*, d. h. Regeln, die bestimmen, unter welchen Bedingungen ein Satz Folge anderer Sätze ist. (Es gibt zwei verschiedene Möglichkeiten für den Aufbau einer Wissenschaftssprache: man kann sich entweder auf logisch-mathematische Umformungsregeln beschränken oder auch außerlogische Umformungsregeln aufstellen; im folgenden wird der Einfachheit halber die erste Sprachform vorausgesetzt.) Mit Bezug auf die Umformungsregeln können wir nun die Sätze ihrem syntaktischen Charakter nach in folgender Weise einteilen. Wir nennen einen Satz der betreffenden Sprache *analytisch*, wenn er gemäß den Umformungsregeln bedingungslos gültig ist, unabhängig davon, welche anderen Sätze wahr oder falsch sind. Die genaue Definition darf allerdings solche Ausdrücke wie „bedingungslos gültig“ nicht verwenden, sondern nur den durch die Umformungsregeln bestimmten Begriff „Folge“; sie lautet: ein Satz heißt analytisch, wenn er Folge der leeren Satzklasse ist. Ferner nennen wir einen Satz *kontradiktorisch*, wenn er bedingungslos ungültig ist; genaue Definition: wenn jeder Satz der Sprache Folge von ihm ist. Wir nennen einen Satz determiniert, wenn er entweder analytisch oder kontradiktorisch ist. Wir nennen einen Satz *synthetisch*, wenn er weder analytisch, noch kontradiktorisch ist.

Zu einer andersartigen Einteilung der Sätze gelangen wir auf dem Umweg über eine Einteilung der Zeichen. Zeichen, die eine logisch-mathematische Bedeutung haben, wie z. B. ‚oder‘, ‚jeder‘, ‚nicht‘, ‚3‘; wollen wir *logische Zeichen* nennen; Zeichen mit einer außerlogischen Bedeutung, wie z. B. ‚groß‘, ‚Haus‘, ‚Zorn‘, wollen wir *deskriptive*

*Zeichen* nennen. Dieser Unterschied läßt sich auch rein-syntaktisch erfassen, d. h. ohne Bezugnahme auf die Bedeutung der Zeichen. Die Klasse der logischen Zeichen ist nämlich dadurch zu charakterisieren, daß jeder Satz, der nur Zeichen dieser Klasse enthält, determiniert ist. Unter einem *logischen Satz* wollen wir einensolchen verstehen, der nur logische Zeichen enthält, unter einem *deskriptiven Satz* einensolchen, der mindestens ein deskriptives Zeichen enthält. Es ist zu beachten, daß zwar alle synthetischen Sätze deskriptiv sind, aber nicht umgekehrt; der Bereich der deskriptiven Sätze ist umfassender als der der synthetischen Sätze.

Der *Unterscheid zwischen Formalwissenschaft und Realwissenschaft* besteht nun darin, daß die erstere nur analytische, die zweite synthetische Sätze enthält. Deutlicher ergibt sich das Verhältnis durch das nebenstehende *Schema*, das die vorher erklärten Einteilungen der Sätze der Sprache anschaulich darstellt. Die Begriffe ‚wahr‘ und ‚falsch‘ sind nur zur Erläuterung hinzugefügt; es sind keine logischen Begriffe, sie lassen sich nicht syntaktisch definieren. Die synthetischen Sätze bilden den Kern der Wissenschaft; sie dienen zur Formulierung der möglichen Sachverhalte (sowohl der tatsächlich bestehenden, als auch der nicht bestehenden). An sie schließen sich die analytischen Sätze in drei Etappen an. Zunächst die deskriptiven analytischen Sätze; sie stehen insofern noch in engerer Beziehung zur Realwissenschaft, als sie deskriptive Zeichen, also Zeichen außerlogischer Gegenstände, enthalten. Aber sie enthalten sie in einer solchen Form, daß die Frage, ob sie wahr oder falsch sind, unabhängig von der Beschaffenheit dieser Gegenstände beantwortet werden kann, nämlich schon auf Grund der Umformungsregeln der Sprache. Weiterhin kommen dann die analytischen logischen Sätze. Unter ihnen mag man logische im engeren Sinn und mathematische unterscheiden. Die mathematischen Sätze sind jedoch nicht grundsätzlich verschieden von den übrigen logischen; für praktische Zwecke mag man sie etwa abtrennen durch die Bestimmung, daß zu ihnen diejenigen Sätze gehören sollen, die Zahlzeichen oder auf Zahlzeichen bezogene Prädikate oder dergl. enthalten.

Da zur Formulierung beliebiger konkreter Behauptungen und auch allgemeiner Gesetze synthetische Sätze genügen, so wäre es *möglich, die Wissenschaftssprache so einzurichten, daß sie nur synthetische Sätze enthielte*, ohne daß dadurch der Inhalt der Wissenschaft vermindert würde. Ist etwa irgendeine Sprache  $S_1$  für die Gesamtwissenschaft gegeben, so können wir aus ihr die Sprache  $S_2$  in folgen-



der Weise bilden. Die Formregeln für  $S_2$  werden so aufgestellt, daß alle synthetischen Sätze von  $S_1$  und nur die als Sätze in  $S_2$  zugelassen werden. Die Umformungsregeln für  $S_2$  werden in folgender Weise aufgestellt. Diejenigen Umformungsregeln von  $S_1$ , die die Form von gewöhnlichen Schlußregeln (d. h. Umformungsregeln mit Prämissen) haben, werden unverändert als Umformungsregeln von  $S_2$  übernommen. Diejenigen Umformungsregeln von  $S_1$ , die die Form von Grundsätzen (d. h. Umformungsregeln mit leerer Prämissenklasse) haben, und vielleicht noch einige weitere analytische Sätze von  $S_1$  werden in entsprechende Umformungsregeln (mit Prämissen) für  $S_2$  umgewandelt. So tritt etwa an die Stelle des Grundsatzes ‚ $p \supset (p \vee q)$ ‘ von  $S_1$  die folgende Umformungsregel für  $S_2$ : „Jeder Satz von der Form  $S_1 \vee S_2$  ist unmittelbare Folge von  $S_1$ “. In  $S_2$  gibt es dann keine logischen Sätze mehr; was sie in  $S_1$  liefen, wird in  $S_2$  durch entsprechende Regeln geleistet. So ist z. B. „ $2 + 2 = 4$ “ ein Satz von  $S_1$ , aber nicht von  $S_2$ ; für  $S_2$  haben wir stattdessen die abgeleitete Regel: „Die Ausdrücke ‚ $2 + 2$ ‘ und ‚ $4$ ‘ sind stets gegenseitig ersetzbar“.  $S_2$  enthält nun keine Logik und keine Mathematik als Satzsysteme. Aber es ist nicht nur jeder Tatsachensatz und jedes Gesetz von  $S_1$  auch in  $S_2$  enthalten; sondern es kann auch jede logische Deduktion, einschließlich aller mathematischen Berechnungen und Umformungen, die in  $S_1$  von synthetischen Prämissen zu einem synthetischen Schlußsatz führt, in  $S_2$  für dieselben Sätze durchgeführt werden. Aber die Durchführung ist hier weniger einfach als in  $S_1$ . Daher ist die Sprachform  $S_2$ , wenn auch möglich, so doch unzweckmäßig. Wir werden ihr deshalb die Sprachform  $S_1$  vorziehen, die aus ihr dadurch hervorgeht, daß den synthetischen Realsätzen gewisse Hilfssätze, nämlich die analytischen (und kontradiktorischen) Sätze, an die Seite gestellt werden. Diese Hilfssätze sind zwar keine sachhaltigen Sätze (inhaltlich gesprochen: sie bringen keine Sachverhalte, weder bestehende noch nicht-bestehende, zum Ausdruck), sondern sind sozusagen bloße Rechenausdrücke; aber sie sind so gebaut, daß sie sich denselben Regeln unterwerfen lassen, wie die eigentlichen, nämlich die synthetischen Sätze. Sie sind somit ein einfach zu handhabendes Hilfsmittel für das Operieren mit den synthetischen Sätzen.

Es besteht übrigens auch die Möglichkeit, einen mittleren Weg einzuschlagen, nämlich sich nicht mit densynthetischen Sätzen allein zu begnügen, aber auch nicht sämtliche analytischen Sätze, die die heutige Wissenschaftssprache enthält, in die Sprache aufzunehmen.

Aber dieses Verfahren dürfte noch unzweckmäßiger sein als das der vollständigen Ausschaltung der analytischen Sätze. Denn wenn man schon einmal derartige gehaltlere Sätze zuläßt, so ist kein zwingender Grund dafür zu sehen, ihre Vorteile nicht im vollen Umfang auszunutzen. Immerhin wäre der Vorschlag, nur die deskriptiven analytischen Sätze zuzulassen, noch verständlich. Sie stehen ja den synthetischen Sätzen näher als die übrigen analytischen Sätze; und ihre Ausschaltung würde zur Folge haben, daß die Verknüpfung zweier Sätze durch ‚ $\vee$ ‘ („oder“) nicht in jedem Fall wieder einen Satz bildet, z. B. nicht für die Sätze  $S_1$  und  $\sim S_1$ . (Die Formregeln würden in diesem Fall indefinit, was schwerwiegende Nachteile mit sich bringt.) Am unzweckmäßigsten dürfte wohl eine Abgrenzung sein, bei der die logischen Sätze im engeren Sinn als Sätze der Sprache zugelassen werden, nicht aber die mathematischen. (In dieser Weise wird die Grenze z. B. von Wittgenstein gezogen; er formuliert diese Formregel jedoch nicht als Vorschlag, sondern als Behauptung über „die Sprache“.)

Die Verwendung der synthetischen und der analytischen Sätze in der Wissenschaft ist die folgende. Der Realwissenschaftler stellt synthetische Sätze auf, z. B. singuläre Sätze zur Beschreibung beobachteter Tatsachen oder generelle Sätze, die als Hypothesen aufgestellt und versuchsweise verwendet werden. Aus den aufgestellten Sätzen will nun der Wissenschaftler andere synthetische Sätze erschließen, z. B. um Voraussagen über die Zukunft zu machen. Die analytischen Sätze dienen als Hilfsmittel für diese Schlußoperationen. Die gesamte Logik, einschließlich der Mathematik, ist, vom Gesichtspunkt der Gesamtsprache aus betrachtet, nichts anderes als ein Hilfskalkül zur Behandlung der synthetischen Sätze. Die *Formalwissenschaft* hat keine selbständige Bedeutung, sondern ist ein aus technischen Gründen in die Sprache eingefügter Hilfsbestandteil, der die für die *Realwissenschaft* erforderlichen sprachlichen Umformungen technisch erleichtert. Damit ist die große Wichtigkeit, die der Formalwissenschaft, also Logik und Mathematik, im Gesamtsystem der Wissenschaft zukommt, keineswegs geleugnet, sondern durch Kennzeichnung der besonderen Funktion gerade hervorgehoben. Die Kennzeichnung der logischen Funktion der Formalwissenschaft als eines Hilfskalküls steht nicht im Widerspruch zu der psychologischen Tatsache, daß es durchaus nicht immer, vielleicht sogar nur in selteneren Fällen die Rücksicht auf die Anwendung in der Realwissenschaft ist, die den Antrieb zur Betätigung in irgendeinem

Zweig der Formalwissenschaft gibt. Die Frage, ob man den Kalkül der analytischen Sätze auf Grund des beschriebenen Charakters noch Wissenschaft nennen will oder nicht, ist eine sachlich unwichtige terminologische Frage. Dem bisherigen Sprachgebrauch dürfte es besser entsprechen, wenn man sämtliche Satzsysteme mit deduktiven Zusammenhang, also auch Logik und Mathematik, als Wissenschaften bezeichnet, und nicht nur die synthetischen Satzsysteme, also die der Realwissenschaft.

Es sei noch eine Bemerkung angefügt über die Frage, wo die *Syntax* in unserem Schema ihren Platz findet. Das Schema stellt eine Einteilung der Sätze einer bestimmten Sprache, etwa  $S_1$ , dar. Wenn man nun Sätze der reinen Syntax über die Satzformen dieser Sprache formuliert (z. B. „Ein Satz von der und der Form ist in  $S_1$  analytisch“, „Zwei Sätze von der und der Form sind in  $S_1$  unverträglich“, und dergl.), so wird man das im allgemeinen in einer zweiten Sprache  $S_2$  tun. In diesem Fall liegt die Syntax ganz außerhalb unseres Schemas, nämlich im logisch-mathematischen Teil der Sprache  $S_2$ . Es ist jedoch auch möglich, die syntaktischen Sätze über Sätze von  $S_1$  in  $S_1$  selbst zu formulieren; sie gehören dann entweder zu den logischen Sätzen im engeren Sinn, oder — wenn die Syntax arithmetisiert ist — zu den mathematischen. Allerdings ist diese Formulierung in  $S_1$  selbst nicht für sämtliche syntaktischen Sätze möglich; gewisse auf  $S_1$  bezogene Begriffe (z. B. „analytisch in  $S_1$ “, „kontradiktorisch in  $S_1$ “) lassen sich nämlich nicht mit den Mitteln von  $S_1$  selbst, sondern nur mit denen einer reicheren Sprache  $S_2$  definieren. — Das Gesagte gilt für die reine Syntax; die deskriptive Syntax, die von den Sätzen als physikalischen Gebilden handelt, gehört zur Realwissenschaft.

Wenn zu der Realwissenschaft die Formalwissenschaft hinzugefügt wird, so wird damit *kein neues Gegenstandsgebiet* eingeführt, wie manche Philosophen glauben, die den „realen“ Gegenständen der Realwissenschaft die „formalen“ oder „geistigen“ oder „idealen“ Gegenstände der Formalwissenschaft gegenüberstellen. *Die Formalwissenschaft hat überhaupt keine Gegenstände*; sie ist ein System gegenstandsfreier, gehaltleerer Hilfssätze. Daher läßt unsere Hervorhebung der scharfen Grenze zwischen Formalwissenschaft und Realwissenschaft die *Einheit der Wissenschaft* unberührt.

Literatur-Hinweise:

Über logische Syntax und Wissenschaftslogik: R. Carnap, Logische Syntax der Sprache. Wien, 1934. — Kürzere, leichter verständliche Darstellungen: R. Carnap, Die Aufgabe der Wissenschaftslogik. Wien, 1934. R. Carnap, Philosophy and Logical Syntax. London, 1934 — Über die Unmöglichkeit, gewisse syntaktische Begriffe in  $S_1$  selbst zu definieren: R. Carnap, Die Antinomien und die Unvollständigkeit der Mathematik. Monatsh. Math. Phys. 41, 1934. Diese Überlegungen beruhen auf den Ergebnissen von: K. Gödel, Über formal unentscheidbare Sätze ... Monatsh. Math. Phys. 38, 1931.