

1934e Die Aufgabe der Wissenschaftslogik

1934e The Task of the Logic of Science

Inhalt

I. Wissenschaftslogik 5

II. Logische Syntax 7

III. Wissenschaftslogik ist logische Syntax der Wissenschaftssprache 12

IV. Die Wissenschaftslogik als Instrument der Einheitswissenschaft 15

Anhang 21

Literaturverzeichnis 29

I. Wissenschaftslogik

Die Arbeiten des Wiener Kreises und verwandter Gruppen haben zum Objekt die Wissenschaft, die entweder als Ganzes oder in ihren einzelnen Zweigen untersucht wird; die in den verschiedenen Gebieten der Wissenschaft auftretenden Begriffe, Sätze, Beweise, Theorien werden analysiert, und zwar weniger unter dem Gesichtspunkt der geschichtlichen Entwicklung der Wissenschaft, oder der soziologischen und psychologischen Bedingungen ihres Betriebes, als vielmehr unter dem logischen Gesichtspunkt. Man mag dieses Arbeitsgebiet, für das sich bisher keine zusammenfassende Bezeichnung durchgesetzt hat, etwa als Wissenschaftslehre und genauer als *Wissenschaftslogik* bezeichnen. Unter „Wissenschaft“ ist hierbei die Gesamtheit der anerkannten Sätze verstanden; dazu gehören nicht nur die Behauptungen der Gelehrten, sondern auch die des Alltagslebens; zwischen diesen beiden Gebieten besteht ja keine scharfe Grenze.

Manche bezeichnen das angedeutete Arbeitsgebiet als einen Teil der Philosophie. Da aber dem Ausdruck „Philosophie“ häufig die Nebenbedeutung eines von der „gewöhnlichen Wissenschaft“ verschiedenen Gebietes anhaftet, so kann eine solche Benennung leicht irreführend wirken. Blicken wir auf die historische Entwicklung unseres Arbeitsgebietes, so müssen wir allerdings zugeben, daß es sich aus der Philosophie entwickelt hat. Aber das gilt ja auch für manche andern Wissenschaftsgebiete. So sind z. B. die Naturwissenschaften und die Mathematik ursprünglich aus dem Schoß der Philosophie hervorgegangen, haben sich aber schon im Altertum von ihr losgelöst und den Charakter selbständiger wissenschaftlicher Gebiete angenommen. Die Physik wird trotz ihres philosophischen Ursprunges sicherlich von Niemandem mehr als philosophisches Gebiet aufgefaßt. Und die wissenschaftlich arbeitenden Soziologen, d. h. diejenigen, die die gesellschaftlichen Vorgänge und ihre Zusammenhänge nach empirischen Methoden untersuchen, ohne metaphysische Scheinthesen hineinzumengen, werden gegenwärtig ihr Arbeitsgebiet nicht mehr als einen Teil der Philosophie ansehen. Schließlich kommen auch die Psychologen, soweit sie empirisch und nicht metaphysisch arbeiten, immer mehr zu der Einsicht, daß ihr Arbeitsgebiet ein Teil der empirischen Realwissenschaft ist und nicht zur Philosophie gehört. Ebenso ist nun unser Arbeitsgebiet, die Logik oder Wissenschaftslogik, im Begriff sich von der Philosophie loszulösen und ein eigentlich wissenschaftliches Gebiet zu werden, in dem nach streng wissenschaftlicher Methode gear-

I. The Logic of Science

The works of the Vienna Circle and related groups have as their object to investigate science either as a whole or in its individual branches: they analyse the concepts, sentences, proofs, and theories that appear different scientific fields, and they do this not so much from the point of view of the historical development of science as from the logical point of view. This field of work, for which there exists as yet no commonly recognized general term, may perhaps be called the theory of science and more precisely the *logic of science*. By “science” is to be understood here the totality of accepted sentences; and this includes not only assertions of the scientists but also those of everyday life; for there is no sharp boundary between these two fields.

Some refer to this field of work as part of philosophy. But since the term “philosophy” frequently carries the connotation of a field different from the “ordinary” sciences, such an appellation can easily cause confusion. If we look at the historical development of our field of work, we must indeed admit that it has developed out of philosophy. But this is also true of some other scientific fields. Thus the natural sciences and mathematics issued originally from the womb of philosophy, but even in antiquity cut themselves loose and assumed the character of independent scientific fields. In spite of its philosophical origin, physics is certainly no longer thought of as a philosophical field by anyone. And those sociologists who do scientific work, i. e., those who investigate social processes and their connections according to empirical methods without the admixture of metaphysical pseudo-theses, nowadays no longer regard their field of work as part of philosophy. Finally, psychologists too, as far as they do empirical and not metaphysical work, are gradually coming to see that their field of work is part of empirical science and not of philosophy. Likewise our own discipline, logic or the logic of science, is in the process of cutting itself loose from philosophy and of becoming a properly scientific field, where all work is done according to strict scientific methods and not by means of “higher” or “deeper” insights. This field is, it seems to me, the last scientific field to split off from philosophy. What still
 47’ remains behind is the kind of | problems that metaphysicians are wont to raise, e. g., “What is the first cause of the world?”, “What is the nature of nothingness?”, “Why is there something rather than nothing?” But these are pseudo-problems without any scientific content.

While metaphysics pretends to deal with the “hidden causes” and the “true nature” of things, the logic of science does not refer to things at all. For everything that can be said about things is said by science, or more specifically, by the special branch of science that deals with the corresponding domain of things. There is nothing else, nothing “higher” to be said about things than what science says about them. Rather, the object of the logic of science is science itself as an ordered complex of sentences. Everything that can be said about organisms and organic processes has to be said by biology as an empirical science; there are not, in addition, philosophical sentences about these processes, sentences of “natural philosophy” about “life”. But it is perfectly possible to conduct a

beitet wird und nicht mit „höheren“ oder „tieferen“ Ein|sichten. Dieses Gebiet 6
ist, wie mir scheint, das letzte wissenschaftliche Gebiet, das sich von der Philoso-
phie abspaltet. Was dann noch zurückbleibt, sind Probleme von der Art, wie sie
die Metaphysiker zu stellen pflegen, z. B. „Was ist der Urgrund der Welt?“, „Was
ist das Wesen des Nichts?“, „Warum ist überhaupt etwas und nicht vielmehr
nichts?“ Dies aber sind Scheinprobleme ohne jeden wissenschaftlichen Gehalt.

Während die Metaphysik von den „Hintergründen“ und dem „wahren We-
sen“ der Dinge zu handeln vorgibt, bezieht sich die Wissenschaftslogik über-
haupt nicht auf die Dinge. Denn alles, was über die Dinge und Vorgänge zu sa-
gen ist, sagt die Wissenschaft, nämlich die Fachwissenschaft des betreffenden
Dingbereiches. Von den Dingen ist nichts Anderes, „Höheres“ zu sagen, als die
Wissenschaft von ihnen sagt. Das Objekt der Wissenschaftslogik ist vielmehr
die Wissenschaft selbst als ein geordnetes Gefüge von Sätzen. Alles was über
Organismen und organische Vorgänge zu sagen ist, hat die Biologie als empiri-
sche Wissenschaft zu sagen; es gibt nicht außerdem noch philosophische Sätze
über jene Vorgänge, „naturphilosophische“ Sätze über „das Leben“. Wohl aber
kann man eine logische Untersuchung über die Begriffsbildungen, Hypothesen,
Theorien der Biologie anstellen; das gehört zur Wissenschaftslogik.

Zur Wissenschaftslogik gehören etwa Fragen der folgenden Art (hier in
nicht genauer Formulierung). Ist der Satz von der Konstanz der Lichtgeschwin-
digkeit in der Relativitätstheorie eine Festsetzung oder ein Tatsachensatz? Ent-
hält die allgemeine Relativitätstheorie einen logischen Widerspruch? In wel-
cher Weise können die Makrobegriffe der Physik (z. B. Temperatur, Dichte,
Schallgeschwindigkeit usw.) auf Grund der Mikrobegriffe (elektromagnetisches
Feld, Gravitationsfeld, Elektronen usw.) definiert werden? Ist die und die Theo-
rie T_2 verträglich oder unverträglich mit der Theorie T_1 ? Wenn verträglich: ist
 T_2 dem Sinn nach in T_1 enthalten oder geht der Inhalt von T_2 über den von T_1
hinaus? Im letzteren Fall: welches ist der über T_1 hinausgehende Bestandteil
des Inhalts von T_2 ? Ist der Begriff B_n zurückführbar auf die Begriffe $B_1, \dots B_m$?
Haben die beiden (verschieden definierten) Begriffe B_1 und B_2 dieselbe Bedeu-
tung? Oder kann wenigstens auf Grund der Naturgesetze der eine stets für den
andern eingesetzt werden? Haben die beiden Sätze (verschiedenen Wortlautes)
 S_1 und S_2 denselben Sinn oder nicht? Folgt S_2 mit logischer Notwendigkeit aus
 S_1 ? Oder wenigstens mit naturgesetzlicher Notwendigkeit? Was ist der Sinn ei-
nes Naturgesetzes? Geht der Inhalt eines Gesetzes hinaus über den Inhalt der-
jenigen Beobachtungssätze, die die Aufstellung des Gesetzes veranlaßt haben?
Was ist der Sinn von Wahr|scheinlichkeitssätzen? Ist der Begriff „Wahrschein- 7
lichkeit“ gleichbedeutend mit „relativer Häufigkeit“?

Wenn hier nach dem „Sinn“ der Sätze und der „Bedeutung“ der Begriffe
gefragt wird, so ist das nicht im psychologischen Sinn gemeint. Es wird nicht ge-
fragt, welche Vorstellungen und Gedanken man mit dem oder jenem Satz, mit
dem oder jenem Begriff verbinde; das wäre eine psychologische, also empirisch
zu beantwortende Frage, deren Antwort gar nicht allgemein gegeben werden
kann, sondern je nach der Versuchsperson und nach den näheren Umständen
des Augenblicks verschieden ist. Vielmehr ist nach „Sinn“ und „Bedeutung“ im

logical investigation into the concepts, hypotheses, and theories of biology, and this is part of the logic of science.

The logic of science includes questions of the following kind (our formulation here is not a precise one). Is the law of the constancy of the velocity of light in relativity theory a stipulation or a factual sentence? Does general relativity theory contain a logical contradiction? In what way can the macro-concepts of physics (e. g., temperature, density, velocity of sound, etc.) be defined in terms of micro-concepts (electromagnetic field, gravitational field, electrons, etc.)? Is such and such a theory, t_2 , compatible or incompatible with a theory t_1 ? If compatible, is t_2 contained in the sense of t_1 , or does the content of t_2 go beyond that of t_1 ? In the latter case, what part of the content of t_2 goes beyond t_1 ? Is the concept c_n reducible to the concepts c_1, \dots, c_m ? Do the two concepts c_1 and c_2 (which differ in their definitions) have the same meaning? Or at least, can the one always be substituted for the other on the basis of the laws of nature? Do the two sentences p_1 and p_2 (which differ in their wordings) have the same sense or not? Does p_2 follow from p_1 with logical necessity? Or at least with the necessity of the laws of nature? Does the content of a law go beyond the content of those observation sentences that led to the setting up of the law? What is the sense of sentences expressing probability? Is the concept “probability” synonymous with “relative frequency”?

48' When we ask here for the “sense” of a sentence and the “meaning” of a concept, this is not meant in the psychological sense. We are not asking what images and ideas we associate with this or that sentence or with this or that concept; this would be a psychological question calling for an empirical answer, which could not be answered at all in general, but only in different ways according to the experimental subject and the particular circumstances of the moment. Rather, we are asking for “sense” and “meaning” in the *logical* sense. But what is meant by this? Are we not in danger of falling back into philosophical speculation in appealing here to the point of view of “logic”, as distinct from that of psychology? For what kind of sentence do we use in answering these and similar questions of the logic of science? We take the view, expressed already by [Hume](#), that besides logico-mathematical tautologies (analytic sentences) science contains only the empirical sentences of the factual sciences (cf. n. 1). Some of our opponents have seized on this and really touched a sensitive spot in our overall view; they have objected that if a sentence is senseless unless it belongs to either mathematics or the factual sciences, then all the sentences in our own works are also senseless! Moreover, the view that the sentences of the logic of science are just as senseless as those of metaphysics has been held not only by our opponents, but even by some who, like us, reject metaphysics and work in this field (cf. n. 6). Against all of them we shall here take the view that *the sentences of the logic of science are sentences of the logical syntax of language*. These sentences therefore lie inside the boundary drawn by [Hume](#); for logical syntax is – as we shall see – nothing but the mathematics of language.

logischen Sinn gefragt. Was aber ist damit gemeint? Sind wir nicht in Gefahr, in philosophische Spekulationen zurückzufallen, wenn wir uns hier auf den Gesichtspunkt der „Logik“ berufen, der nicht der der Psychologie sein soll? Was sind denn das für Sätze, mit denen wir auf die angedeuteten und ähnliche Fragen der Wissenschaftslogik antworten? Wir vertreten die schon von [Hume](#) ausgesprochene Auffassung, daß die Wissenschaft außer den logisch-mathematischen Tautologien (analytischen Sätzen) nur die empirischen Sätze der Realwissenschaft enthält (vgl. Anhang S. 21). Manche Gegner haben hier eingehakt und damit tatsächlich einen besonders kritischen Punkt unserer Gesamtauffassung berührt; sie entgegnen: wenn jeder Satz sinnlos ist, der nicht entweder zur Mathematik oder zur Realwissenschaft gehört, dann sind ja auch alle Sätze eurer eigenen Abhandlungen sinnlos! Aber nicht nur Gegner, sondern auch Manche, die mit uns die Metaphysik ablehnen und auf dem Gebiet der Wissenschaftslogik arbeiten, sind der Meinung, daß die Sätze dieses Gebietes ebenso sinnlos sind wie die der Metaphysik (vgl. Anhang S. 24). Demgegenüber wollen wir hier die Auffassung vertreten, daß *die Sätze der Wissenschaftslogik Sätze der logischen Syntax der Sprache* sind. Damit liegen diese Sätze innerhalb der von [Hume](#) gezogenen Grenze; denn logische Syntax ist – wie wir sehen werden – nichts Anderes als Mathematik der Sprache.

II. Logische Syntax.

Unter der *logischen Syntax* irgend einer Sprache verstehen wir die Theorie der Formen der Sätze und sonstigen Sprachgebilde dieser Sprache. Die *Formen* werden behandelt, das heißt: bei einem Satz wird nicht nach seinem Sinn und nach der Bedeutung der in ihm vorkommenden Wörter gefragt; sondern die Wörter der Sprache sind eingeteilt in syntaktische Wortarten, und bei einem bestimmten Satz wird nur nach Art und Reihenfolge der vorkommenden Wörter gefragt. Die logische Syntax ist nichts weiter als die Entwicklung der | analytischen Konsequenzen aus den syntaktischen Regeln der betreffenden Sprache. Diese Regeln sind von zweierlei Art. Die *Formregeln* der Sprache bestimmen, wie aus Wörtern (oder sonstigen Zeichen) Sätze gebildet werden können. Derartige Regeln pflegt man ja in der Grammatik der Sprachen anzugeben: von den Regeln der üblichen Grammatik, wie sie in der Sprachwissenschaft aufgestellt werden, unterscheiden sich die Formregeln, die in der logischen Syntax aufgestellt werden, nur dadurch, daß die letzteren streng formal sein sollen, während die ersteren häufig auf die Bedeutung der Wörter Bezug nehmen (z. B. „wenn ein Substantiv eine weibliche Person, ein Land oder ein Schiff bezeichnet ...“). Die syntaktischen Regeln zweiter Art sind die *Umformungsregeln* der Sprache. Durch sie wird festgesetzt, daß ein Satz aus einem oder mehreren andern Sätzen erschlossen werden kann, wenn die Sätze die und die Bedingungen erfüllen; dabei beziehen sich diese Bedingungen nur auf die Form der Sätze. Die Umformungsregeln entsprechen also ungefähr dem, was man in der Logik Schlußregeln nennt; nur daß die Regeln hier nicht, wie bei einigen (psychologistischen) Logikern, auf Ur-

2. Logical Syntax

By the *logical syntax* of a language we understand the theory of the forms of the sentences and other linguistic units of this language. This theory deals with *forms*, that is, it does not ask for the sense of a sentence or the meaning of the words that occur in it; but it divides the words of the language into syntactic kinds and only asks for the kinds of words that occur in it and their sequence. Logical syntax is nothing more than the development of analytic consequences from the syntactic rules of the language in question. These rules are of two kinds. The *formation rules* of the language determine how sentences can be formed out of words (or other signs). Such rules are usually given in the grammar of a language; the only difference between the usual rules of grammar, as drawn up in linguistics, and the formation rules drawn up in logical syntax is that the latter are strictly formal, whereas the former often make reference to the meanings of words (e. g., “If a noun designates a female person, a country, or a ship . . .”). The second kind of syntactic rules are the *transformation rules* of the language. These stipulate that a sentence can be inferred from one or more other sentences if those sentences satisfy certain formal conditions, i. e., conditions which refer only to the form of the sentence. Thus transformation rules correspond more or less to what are called rules of inference in logic, except that they do not refer to judgements conceived either as acts of consciousness or as the contents of such acts, as rules of inference do for some (psychological) logicians, but to sentences conceived as linguistic structures. The transformation rules must also be strictly formal, a requirement which is not always satisfied in traditional logic, though the historical development of logic shows more and more clearly a tendency towards strict formality, towards the elimination of any reference to meaning. The symbolic method of modern logic, formed in imitation of mathematics, first made it possible to draw up strictly formal rules.

If we wanted to represent the complete syntax of a natural language like English for example, and hence, to set up the complete system of the formation and transformation rules tacitly underlying English linguistic usage and to develop its consequences, we would find that this system of rules is very complicated, considerably more complicated than might appear at first sight. Let us try to get clear about this by using some examples. In logical syntax words are divided into *species* in such a way that two words belong to the same species if and only if they behave in the same way with respect to the formation rules, and hence with respect to sentence construction; or in other words: if a sentence containing the first word remains a sentence when the second word is substituted for the first (no regard being paid to the truth or falsity of the sentences). After the words have thus been divided into species, we no longer need to mention certain words in formulating the formation rules, but can simply mention word species. Into how many different species do the words of the English language divide? After a casual glance at a grammar of the English language, it might be thought that there are a few dozen word species: general nouns, proper nouns . . . , verbs taking a direct object However, closer inspection shows that we must distin-

teile als Bewußtseinsakte oder als Inhalte solcher Akte bezogen sind, sondern auf Sätze als sprachliche Gebilde. Auch die Umformungsregeln sollen streng formal sein; diese Forderung ist in der traditionellen Logik nicht immer erfüllt, doch zeigt die geschichtliche Entwicklung der Logik immer deutlicher die Tendenz zur strengen Formalität, die Ausschaltung jeder Bezugnahme auf Bedeutung. Erst durch die der Mathematik nachgebildete symbolische Methode der modernen Logik ist es möglich geworden, streng formale Regeln aufzustellen.

Wollte man die vollständige Syntax einer natürlichen Sprache, etwa der deutschen Sprache, darstellen, also das vollständige System der dem deutschen Sprachgebrauch stillschweigend zugrunde liegenden Form- und Umformungsregeln aufstellen und die Konsequenzen daraus entwickeln, so würde man finden, daß dieses Regelsystem sehr verwickelt ist, und zwar erheblich verwickelter, als es auf den ersten Blick scheinen möchte. Das wollen wir uns an einigen Beispielen klar machen. In der logischen Syntax werden die Wörter einer Sprache in *Gattungen* eingeteilt derart, daß zwei Wörter dann und nur dann zu derselben Gattung gehören, wenn sie sich in Bezug auf die Formregeln, also in Bezug auf die Konstruktion von Sätzen gleich verhalten; anders ausgedrückt: wenn aus einem Satz, in dem das erste Wort vorkommt, durch Einsetzung des zweiten Wortes stets wieder ein Satz entsteht (wobei unberücksichtigt bleibt, ob die Sätze wahr oder falsch sind). Nach einer solchen Einteilung in Gattungen wird man dann bei der Formulierung der Formregeln nicht mehr von bestimmten Wörtern, sondern nur noch von Wortgattungen zu sprechen brauchen. In wieviel verschiedenen Gattungen zerfallen die Wörter der deutschen Sprache? Nach einem flüchtigen Blick in eine Grammatik der deutschen Sprache könnte man vielleicht meinen, daß es einige Dutzende von Wortgattungen gibt: die männlichen Substantive, die weiblichen Substantive . . . , die Verben, die den Akkusativ regieren Ein näheres Zusehen zeigt jedoch, daß man mehrere Hunderte, ja vielleicht mehrere Tausende verschiedene Wortgattungen in der deutschen Sprache unterscheiden muß. Zunächst ist klar, daß die verschiedenen Flexionsformen zu verschiedenen Gattungen gehören (,geben‘, ,gibst‘, . . . ,gab‘, ,gaben‘, . . .). Ferner gehören aber auch z. B. die maskulinen Substantive im **Nominativ Singular** nicht alle zu derselben Gattung, z. B. nicht „Bleistift“ und „Mut“. „Mein Bleistift wiegt 5 kg“ ist ein Satz, wenn auch ein falscher; „Mein Mut wiegt 5 kg“ ist nicht etwa ein falscher Satz, sondern überhaupt kein Satz, da einer Eigenschaft eines Menschen überhaupt kein Gewicht zugeschrieben werden kann. Wir müssen also die Substantive der genannten Art noch in Unterarten einteilen: in Dingnamen, Eigenschaftsbezeichnungen, Zahlnamen usw. Aber auch diese Unterarten sind im Allgemeinen noch keine Gattungen. Viele Wörter bilden sogar für sich allein eine Gattung (wir nennen sie dann „isoliert“). Z. B. gibt es wohl nur wenige oder gar keine andern Wörter, die in allen Sätzen an der Stelle des Wortes „Kenntnis“ stehen können („Ich nehme das zur –“; „Meine – hiervon . . .“; usw.). Hieraus ergibt sich, daß für die deutsche Sprache schon das vollständige System der Formregeln allein einen ungeheuern Umfang haben würde. Die große Verwicklung des Regelsystems der natürlichen Sprachen ist der Grund dafür, daß man beim praktischen Betrieb der logischen Syntax entweder nur gewis-

guish several hundred, perhaps even several thousand different word species in the English language. First of all, it is clear that the different inflected forms of a word belong to different species (“give”, | “gives”, “gave”, “given”). Further, even general nouns in the singular and in subject position do not all belong to the same species, e. g., “pencil” and “courage”. “My pencil weighs ten pounds” is a sentence, even though a false one; “My courage weighs ten pounds” is not (as might be thought) a false sentence, but not a sentence at all, since we cannot ascribe weight to a property of a person even if we want to. We must therefore divide the nouns of the kinds mentioned into subspecies: into names of things, designations of properties, names of numbers, etc. But even these subdivisions are not always sufficient to determine a species. Many words even form a species by themselves (we then call them “isolated”). e. g., there would seem to be only a few other words, if any at all, which can take the place of the word “cognisance” (“I take ___ of this”, “It falls within my ___”, etc.). This shows that for the English language a complete system of formation rules alone would be enormous in scope. The great complexity of the system of rules for natural languages is the reason why in the practice of logical analysis we either analyse only certain turns of phrase and modes of expression of a natural language or, if we want to set up the complete system of the rules of a language, we take up a constructed symbolic language of the kind developed in modern logic (cf. n. 4). In what follows we shall speak simply of “syntax” instead of “logical syntax”; and we shall do so wherever there is no danger of confusion with “syntax” in the linguistic sense, the difference being that linguistics does not formulate the formation rules formally and does not include the transformation rules along with them.

If a sentence can be obtained from certain other sentences by (sometimes repeated) application of the transformation rules, we call it a *consequence* of those other sentences. Since the transformation rules are formulated without reference to meaning, the concept “consequence” is also a formal one. With the help of this concept we can set up further syntactic definitions. Let us cite some examples of such concepts which are frequently employed in the logical analysis of scientific sentences. We call a sentence *analytic* (or tautological) if it is the consequence of any sentence, and hence, if it is true unconditionally, whatever else may be the case. A sentence is called *contradictory* if every sentence of the language in question is a consequence of it. A sentence is *synthetic* if it is neither analytic nor contradictory. For example, in the English language, “Horses are horses”, “A horse is either healthy or sick”, and “ $2+2 = 4$ ” are analytic; the sentences | “There are horses which are not horses”, “There is a horse which is both healthy and sick”, and “ $2 + 2 = 5$ ” are contradictory, and the sentences “This horse is sick” and “I have four pencils” are synthetic. Synthetic sentences are what are usually called “statements about reality”. The sentences of the factual sciences – both general laws and concrete sentences about certain particular objects and processes are synthetic. In a certain sense, these synthetic sentences form the core of science. The sentences of logic and mathematics are analytic. Considered from the practical point of view, they only serve the purpose of making it easier for scientists to operate with synthetic sentences. It would be possi-

se Wendungen und Ausdrucksweisen einer natürlichen Sprache analysiert oder aber, wenn man ein vollständiges System der Regeln einer Sprache aufstellen will, zu konstruierten symbolischen Sprachen greift, wie sie in der modernen Logik entwickelt worden sind (s. Anhang S. 22). Im Folgenden wollen wir anstatt „logische Syntax“ einfach „Syntax“ sagen; ebenso sonst stets dann, wenn keine Gefahr der Verwechslung mit der „Syntax“ im Sinn der Sprachwissenschaft besteht, bei der die Formregeln nicht formal gefaßt sind und die Umformungsregeln nicht mit enthalten sind.

Kann ein Satz durch (unter Umständen mehrmalige) Anwendung der Umformungsregeln aus bestimmten andern Sätzen gewonnen werden, so nennen wir ihn eine *Folge* dieser andern Sätze. Da die Umformungsregeln ohne Bezugnahme auf Bedeutung formuliert sind, so ist auch der Begriff „Folge“ formal. Mit Hilfe dieses Begriffs lassen sich weitere syntaktische Definitionen aufstellen. Wir wollen einige Beispiele für solche Begriffe anführen, die bei der logischen Analyse von Wissenschaftssätzen häufig verwendet werden. Wir nennen einen Satz *analytisch* (oder tautologisch), wenn er Folge jedes Satzes ist, wenn er also bedingungslos wahr ist, mag sonst gelten was will. Ein Satz heißt *kontradiktorisch*, wenn jeder Satz der betreffenden Sprache Folge von ihm ist. Ein Satz heißt *synthetisch*, wenn er weder analytisch noch kontradiktorisch ist. In der deutschen Sprache sind z. B. die Sätze „Pferde sind Pferde“, „ein Pferd ist entweder gesund oder krank“, „ $2 + 2 = 4$ “ analytisch; die Sätze „es gibt Pferde, die keine Pferde sind“, „es gibt ein Pferd, das zugleich gesund und krank ist“, „ $2 + 2 = 5$ “ sind kontradiktorisch; die Sätze „dieses Pferd ist krank“, „ich habe 4 Bleistifte“ synthetisch. Die synthetischen Sätze sind das, was man in üblicher Redeweise „Behauptungen über die Wirklichkeit“ nennt. Die Sätze der Realwissenschaft, und zwar sowohl die allgemeinen Gesetze als auch die konkreten Sätze über bestimmte einzelne Gegenstände und Vorgänge sind synthetisch. Diese synthetischen Sätze bilden in gewissem Sinn den Kern der Wissenschaft. Die Sätze der Logik und Mathematik sind analytisch. Sie dienen, vom praktischen Zweck der Wissenschaft aus betrachtet, nur zum leichteren Operieren mit den synthetischen Sätzen. Man könnte eine Wissenschaftssprache so aufbauen, daß es in ihr nur synthetische Sätze gäbe; dann kämen keine logischen und mathematischen Sätze vor, aber die gesamte Realwissenschaft wäre unverkürzt ausdrückbar. Es geschieht nur aus Gründen der technischen Vereinfachung, daß man in Wirklichkeit nicht so vorgeht, sondern in der Wissenschaft eine Sprache verwendet, die außer synthetischen Sätzen auch die analytischen der Logik und Mathematik umfaßt, z. B. die vorhin genannten, aber auch weniger triviale, die nicht auf den ersten Blick als analytisch zu erkennen sind. Die Mathematik ist hierbei ein Teilausschnitt der Logik; sie besteht aus denjenigen logischen Sätzen, in denen Zahlzeichen, Zahlvariable und ähnliche Ausdrücke vorkommen (z. B. „ $2 + 2 = 4$ “); eine scharfe Abgrenzung zwischen der Mathematik und der übrigen Logik besteht jedoch nicht. Die analytischen Sätze haben zwar einen andern syntaktischen Charakter als die synthetischen, liegen aber nicht etwa in einer andern Schicht. Sätze beider Arten werden miteinander verwendet, mitein-

ble to construct a language of science in such a way that there would be nothing but synthetic sentences in it; there would then be no logical and mathematical sentences; but the whole of the factual sciences could be expressed in it in an unabbreviated way. It is only for reasons of technical simplification that scientists do not in reality proceed in this way, but employ a language comprising, besides synthetic sentences, the analytic sentences of logic and mathematics, e. g., the ones mentioned above, but also less trivial ones which cannot at first glance be recognized as analytic. Incidentally, mathematics is as it were an excerpt from logic; it consists of those logical sentences that contain numerals, numerical variables, and similar expressions (e. g., “ $2 + 2 = 4$ ”); but there is no sharp line demarcating mathematics from the rest of logic. While analytic sentences have a different syntactic character from synthetic ones, they do not (as might be thought) lie on a different level. Both kinds of sentences are employed together, tied together into compound sentences (by “and”, “or”, “if”, and the like), and subjected to the same kinds of transformations.

If we ask for the content or *sense* of a certain sentence s from the logical (as distinct from the psychological) point of view, our question can only mean this: what do we learn from s ? Or: what sentences are consequences of s , without being consequences of any sentence whatsoever and hence saying nothing? We therefore define: by the content of a sentence s we understand the class of those consequences of s that are not analytic.

The concept “content” is one of the most important syntactic concepts. The contents of sentences are characteristic of their logical relationships to one another and of their role in the system of science. The content of an analytic sentence is empty; the content of a contradictory sentence is the total content, i. e.,
 52' the class of all non-analytic | sentences of the language in question. The content of a synthetic sentence is a (proper) part of the total content. Further, the content of a sentence is contained in that of another if and only if the first sentence is a consequence of the second. Sentences having the same content say the same thing, no matter how different their forms may be.

As the sameness of sense of two *sentences* is formally defined as “sameness of content”, so we can also formally define the sameness of meaning of two expressions (e. g., words). This concept will then apply to two expressions if interchanging them never changes the sense and hence the content of the sentence. We therefore define: two expressions are called *synonymous*, first, if they are of the same category, so that if the first word is replaced by the second in a sentence, the result is always another sentence, and secondly, if the sentence resulting from such a replacement always has the same content as the original sentence.

The syntactic structure of a language consists essentially of a series of definitions of syntactic concepts. Syntactic rules too are definitions. This is because formation rules are nothing but the definition of the concept “sentence”, and transformation rules form the definition of the concept “immediate consequence”. The definitions of further syntactic concepts (e. g., “existential sentence”, “consequence”, “analytic”, “content”, etc.) can be linked to these two initial definitions. The entire syntax of any language consists of sentences,

12

ander zu zusammengesetzten Sätzen verknüpft (durch „und“, „oder“, „wenn“ und dergleichen), gleichartigen Umformungen unterworfen.

Wenn man vom logischen Gesichtspunkt (im Unterschied zum psychologischen) nach dem Inhalt oder *Sinn* eines bestimmten Satzes *S* fragt, so kann mit dieser Frage nur gemeint sein: Was erfahren wir durch *S*? Oder: welche Sätze sind Folgen von *S*, ohne aber Folgen jedes beliebigen Satzes und daher nichtssagend zu sein? Wir definieren deshalb: unter dem *Gehalt* eines Satzes *S* verstehen wir die Klasse der Folgen von *S*, die nicht analytisch sind. 11

Der Begriff „*Gehalt*“ ist einer der wichtigsten syntaktischen Begriffe. Die Gehalte der Sätze sind charakteristisch für ihre logischen Verhältnisse zueinander und für ihre Rolle im System der Wissenschaft. Der Gehalt eines analytischen Satzes ist leer; der Gehalt eines kontradiktorischen Satzes ist der Gesamtgehalt, d. h. die Klasse aller nicht-analytischen Sätze der betreffenden Sprache. Der Gehalt eines synthetischen Satzes ist ein (echter) Teil des Gesamtgehaltes. Dabei ist der Gehalt eines Satzes in dem eines andern dann und nur dann enthalten, wenn der erste Satz eine Folge des zweiten ist. Gehaltgleiche Sätze besagen dasselbe, auch wenn sie noch so verschiedene Formen haben.

Wie die Sinnlichkeit zweier *Sätze* durch den Begriff „gehaltgleich“ formal erfaßt ist, so können wir auch den Begriff der Bedeutungsähnlichkeit zweier *Ausdrücke* (z. B. Wörter) formal erfassen. Dieser Begriff wird dann für zwei Ausdrücke gelten, wenn ihre Vertauschung niemals den Sinn, also den Gehalt eines Satzes ändert. Wir definieren deshalb: zwei Ausdrücke heißen *synonym*, wenn sie erstens von gleicher Gattung sind, sodaß also, wenn in einem Satz der eine durch den andern ersetzt wird, stets wieder ein Satz entsteht, und wenn zweitens der durch eine solche Ersetzung entstehende Satz stets gehaltgleich mit dem ursprünglichen Satz ist.

Der Aufbau der Syntax einer Sprache besteht im Wesentlichen aus einer Reihe von Definitionen syntaktischer Begriffe. Auch die syntaktischen Regeln gehören zu den Definitionen. Denn die Formregeln sind nichts Anderes als die Definition des Begriffs „Satz“, die Umformungsregeln bilden die Definition des Begriffs „unmittelbare Folge“. An diese beiden Ausgangsdefinitionen kann man Definitionen für weitere syntaktische Begriffe anknüpfen (z. B. „Existenzsatz“, „Folge“, „analytisch“, „Gehalt“ usw.). Die gesamte Syntax irgend einer Sprache besteht aus Sätzen, nämlich Definitionen und andern, auf den Definitionen beruhenden analytischen Sätzen. Die Sätze der Syntax müssen nun wieder in einer Sprache formuliert sein. Diese Sprache nennen wir die *Syntaxsprache*; die Sprache, deren Syntax dargestellt wird, nennen wir *Objektsprache*. Die Syntax handelt von den Formen der Sprachgebilde, also von gewissen Kombinationen gewisser Elemente, nämlich der Sprachzeichen; das kann mit Hilfe derjenigen mathematischen Begriffe durchgeführt werden, die in der Kombinatorik oder in der Arithmetik entwickelt werden. *Syntax* ist nichts anderes als *Mathematik der Sprachformen*.

Im Allgemeinen sind Objektsprache und Syntaxsprache zwei verschiedene Sprachen: das ist z. B. der Fall, wenn wir die Syntax der französischen Sprache | 12 in Definitionen und weitem Sätzen formulieren, die der deutschen Sprache an-

namely of definitions and other analytic sentences that rest on definitions. The sentences of the syntax of a language must again be formulated in a language. We call this language the syntactic language, while the language whose syntax is represented we call object language. Syntax deals with the forms of linguistic structures and hence with certain combinations of certain elements, namely linguistic signs; and it can carry out its task with the aid of mathematical concepts developed in combinatorial analysis or arithmetic. *Syntax* is nothing but the *mathematics of linguistic forms*.

Object language and syntactic language are in general two different languages; this is the case if we formulate, e. g., the syntax of the French language in definitions and other sentences belonging to the English language. But object language and syntactic language can also coincide; or more precisely, the syntactic language may be part of the object language. This is the case if we formulate, e. g., the syntax of the French language in the French language itself. And it can also happen that a syntactic sentence says something, not only about other
 53' sentences of the | same language, but even about itself, without giving rise to contradictions (cf. n. 5).

3. The Logic of Science as the Logical Syntax of the Language of Science

We have raised above the question of the character of the sentences of the logic of science. We now want to show that they are sentences of syntax in the sense elucidated, that of a formal theory of linguistic forms. Such an interpretation is obvious for those sentences, considerations, and problems of the logic of science that deal with the sentences and concepts of some scientific field or other and their logical relations. But there are many sentences and questions of the logic of science which in their usual formulation appear to deal with things entirely different from linguistic structures, such as numbers, properties of numbers, mathematical functions, space and time, the causal relation between two processes, the relation between things and sense experiences, the relation between a “mental process” and the simultaneous brain process, certain physical micro-processes (e. g., inside an atom) and their knowability and indeterminacy, the possibility or impossibility of some states or others, the necessary or accidental character of certain processes, and the like. However, closer observation shows that such sentences only seem to refer to extralinguistic objects: they can be translated into sentences that simply talk about the formal properties of linguistic structures; i. e., into syntactic sentences. Further, we often encounter sentences in the logic of science which, while dealing with linguistic structures, do not seem to deal with their formal properties, but instead with the meaning of the words or with the sense of the sentences; we shall see that such sentences, too, can be translated into formal syntactic sentences.

Let us distinguish three kinds of sentences:

gehören. Objektsprache und Syntaxsprache können aber auch zusammenfallen; genauer: die Syntaxsprache kann eine Teilsprache der Objektsprache sein. Das ist z. B. der Fall, wenn wir die Definitionen und weiteren Sätze der Syntax der französischen Sprache in der französischen Sprache selbst formulieren. Dabei kann es auch vorkommen, daß ein syntaktischer Satz nicht nur von andern Sätzen derselben Sprache, sondern sogar von sich selbst handelt, ohne daß dabei Widersprüche auftreten (s. Anhang S. 24).

III. Wissenschaftslogik ist logische Syntax der Wissenschaftssprache.

Wir haben früher die Frage nach dem Charakter der Sätze der Wissenschaftslogik aufgeworfen. Wir wollen jetzt zeigen, daß es Sätze der Syntax sind, in dem erläuterten Sinn einer formalen Theorie der Sprachformen. Diese Deutung ist naheliegend für diejenigen wissenschaftslogischen Sätze, Überlegungen, Probleme, die von den Sätzen und Begriffen (irgend eines Wissenschaftsgebietes) und ihren logischen Beziehungen handeln. Aber es gibt viele Sätze und Fragen der Wissenschaftslogik, die bei ihrer üblichen Formulierung den Anschein erwecken, als ob sie von ganz etwas Andern handelten als von Sprachgebilden; nämlich etwa von den Zahlen, Zahleigenschaften, mathematischen Funktionen, vom Raum und von der Zeit, von der Kausalbeziehung zwischen zwei Vorgängen, von der Beziehung zwischen den Dingen und den Sinnesempfindungen, von der Beziehung zwischen einem „psychischen Vorgang“ und dem gleichzeitigen Gehirnvorgang, von gewissen physikalischen Mikrovorgängen (z. B. innerhalb eines Atoms), von ihrer Erkennbarkeit und ihrer Unbestimmtheit, von der Möglichkeit oder Unmöglichkeit irgendwelcher Zustände, von der Notwendigkeit oder Zufälligkeit gewisser Vorgänge und dergleichen mehr. Die genauere Betrachtung zeigt jedoch, daß derartige Sätze sich nur scheinbar auf außersprachliche Objekte beziehen: sie können in Sätze übersetzt werden, die nur von formalen Eigenschaften von Sprachgebilden reden, also in syntaktische Sätze. Ferner gibt es in der Wissenschaftslogik häufig Sätze, die zwar von Sprachgebilden handeln, aber scheinbar nicht von ihren formalen Eigenschaften, sondern von der Bedeutung der Wörter, vom Sinn der Sätze; wir werden sehen, daß auch solche Sätze in formale, syntaktische Sätze übersetzt werden können.

Wir wollen drei Arten von Sätzen unterscheiden:

1. *Echte Objektsätze*. [Sie handeln nicht nur scheinbar, sondern wirklich von außersprachlichen Objekten.] Beispiel: „Die Rose ist rot“.

2. *Pseudo-Objektsätze* oder Sätze der *inhaltlichen Redeweise*. [Sie handeln scheinbar von außersprachlichen Objekten, z. B. von der Rose, in Wirklichkeit aber von der sprachlichen Bezeichnung dieses Objektes, z. B. von dem Wort „Rose“.] Beispiel: „Die Rose ist ein Ding“.

3. *Syntaktische Sätze* oder Sätze der *formalen Redeweise*. [Sie handeln von einem Sprachgebilde.] Beispiel: „Das Wort ‚Rose‘ ist eine Dingbezeichnung“.

1. *Genuine object sentences.* (These not only seem to be, but really are about extralinguistic objects.) Example: “The rose is red”.
2. *Pseudo-object-sentences* or sentences of the *material mode of speech.* (These only seem to be about extralinguistic objects, e. g., about a rose, but in reality they are about the linguistic designation for that object, e. g., about the word “rose”.) Example: “A rose is a thing”.
- 54' 3. *Syntactic sentences* or sentences of the *formal mode of speech.* | (These are about linguistic structures.) Example: “The word ‘rose’ is a designation for a thing”.

The elucidations in parentheses have not been formulated with precision. The more precise definition reads: a sentence ascribing a property P_1 to an object belongs to the material mode of speech if and only if there is a different syntactic property P_2 parallel to it; and saying that a syntactic property P_2 is parallel to a property P_1 here means that P_2 belongs to the designation of an object if and only if P_1 belongs to the object. In the examples cited, “(being) a designation for a thing” is a syntactic property parallel to the property “(being) a thing” because a designation for something is a designation for a thing if and only if that something is a thing. The sentence “A rose is a thing” belongs therefore to the material mode of speech. It can be translated into the parallel sentence “‘Rose’ is a designation for a thing” belonging to the formal mode of speech. On the other hand, there is no syntactic property which would be parallel to the property “red” and which would therefore belong to all designations of red things and only to them; for we cannot tell by looking at the designation for a thing (e. g., “rose”, “moon”) whether the thing is red or not. The sentence “The rose is red” does not therefore belong to the material mode of speech, but is a genuine object sentence.

Let us give a few more examples of sentences in the material mode of speech and their translation into the formal mode.

<i>Material Mode of Speech</i>	<i>Formal Mode of Speech</i>
1 a. The case where A is older than B while B is older than A is impossible	1 b. The sentence “ A is older than B and B is older than A ” is contradictory.

1 a belongs to the material mode of speech because there is a syntactic property “contradictory” parallel to the property “(logically) impossible”. For a sentence that states a case is contradictory if and only if the case it states is impossible. Unlike 1a, the following is a genuine object sentence: “The case where a husband is 30 years older than his wife occurs rarely”; for there is no syntactic property parallel to the property of occurring rarely.

Like the concept “impossible”, the other so-called modal concepts, “possible”, “necessary”, and “contingent”, belong to the material mode of speech.

Die in eckigen Klammern stehenden Erläuterungen sind ungenau formuliert. Die genauere Definition lautet so: ein Satz, der einem Gegenstand eine bestimmte Eigenschaft E_1 zuspricht, gehört dann zur inhaltlichen Redeweise, wenn es zu dieser Eigenschaft E_1 eine andere, aber mit ihr parallele syntaktische Eigenschaft E_2 gibt; daß eine syntaktische Eigenschaft E_2 zu einer Eigenschaft E_1 parallel ist, soll hierbei bedeuten: dann und nur dann, wenn E_1 irgendeinem Gegenstand zukommt, kommt E_2 einer Bezeichnung dieses Gegenstandes zu. In den genannten Beispielen ist „Dingbezeichnung (sein)“ eine parallele syntaktische Eigenschaft zu der Eigenschaft „Ding (sein)“, weil dann und nur dann, wenn etwas ein Ding ist, seine Bezeichnung eine Dingbezeichnung ist. Deshalb gehört der Satz „Die Rose ist ein Ding“ zur inhaltlichen Redeweise. Er kann in dem parallelen Satz „,Rose‘ ist eine Dingbezeichnung“ der formalen Redeweise übersetzt werden. Dagegen gibt es keine syntaktische Eigenschaft, die der Eigenschaft „rot“ parallel wäre, also allen und nur den Bezeichnungen roter Dinge zukäme; denn ob ein Ding rot ist oder nicht, kann man seiner Bezeichnung (z. B. „Rose“, „Mond“) nicht ansehen. Der Satz „Die Rose ist rot“ gehört also nicht zur inhaltlichen Redeweise, sondern ist ein echter Objektsatz.

Es seien noch einige Beispiele von Sätzen der inhaltlichen Redeweise und ihre Übersetzung in die formale Redeweise angegeben.

Inhaltliche Redeweise.

1 a. Der Fall, daß A älter als B und zugleich B älter als A ist, ist unmöglich.

Formale Redeweise.

1 b. Der Satz „A ist älter als B und B ist älter als A“ ist kontradiktorisch.

1 a gehört zur inhaltlichen Redeweise, weil es zu der Eigenschaft „(logisch-) unmöglich“ die parallele syntaktische Eigenschaft „kontradiktorisch“ gibt. Denn dann und nur dann, wenn ein Fall unmöglich ist, ist der Satz, der ihn ausspricht, kontradiktorisch. Im Unterschied zu 1 a ist folgendes ein echter Objektsatz: „Der Fall, daß ein Mann um 30 Jahre älter ist als seine Frau, kommt selten vor“; denn zu der Eigenschaft, selten vorzukommen, gibt es keine parallele syntaktische Eigenschaft.

Wie der Begriff „unmöglich“, so gehören auch die andern sogenannten Modalitätsbegriffe „möglich“, „notwendig“, „zufällig“ zur inhaltlichen Redeweise. 14

2 a. Der Umstand, daß der Körper a sich jetzt ausdehnt, ist eine naturnotwendige Folge des Umstandes, daß a erwärmt wird.

2 b. Der Satz „a dehnt sich aus“ ist eine Folge aus dem Satz „a wird erwärmt“ und den (gegenwärtig wissenschaftlich anerkannten) physikalischen Gesetzen.

3 a. Es gibt keinen Anfang und kein Ende der Zeit.

3 b. Es gibt keine kleinste und keine größte Zeitkoordinate.

4 a. 5 ist eine Zahl.

4 b. ‚5‘ ist eine Zahlbezeichnung.

- 55' 2 a. The fact that the body a is now expanding follows with natural necessity from the fact that a is being heated. 2 b. The sentence “ a is expanding” is a consequence of the sentence “ a is being heated” and the laws of physics (those that are accepted at the present time.)
- 3 a. There is no beginning and no end of time. 3b. There is no smallest and no greatest temporal coordinate.
- 4 a. 5 is a number. 4 b. ‘5’ is a numeral.

Like sentence 4a, a sentence also belongs to the material mode of speech if it states of something that it is a thing, a property, a relation, a place, a point of time, or the like; the parallel sentence of the formal mode of speech then says that the corresponding designation is a thing designation, a property designation, etc. Unlike sentence 4 a, the sentence “5 is a prime number” is a genuine (and in particular a mathematical) object sentence; for there is no syntactic predicate parallel to the predicate “prime number”.

The sentences of the material mode of speech create the illusion of a reference to objects where no such reference is made. Hence they lead easily to unclarities and pseudo-problems, even to contradictions. It is therefore advisable to avoid the material mode of speech as much as possible, at least at the decisive points, and to employ instead the formal mode of speech. This enables us to avoid some philosophical pseudo-problems, e. g., we are easily misled by sentences like 4 a into asking the pseudo-question “What exactly are *numbers*?”, whereas the only question it makes sense to ask is “What syntactic rules hold for *numerals*?” The same applies to the pseudo-questions about the nature of “time”, “space”, “things”, and “contents of experience”; they are replaced by questions about the syntactic character of the corresponding designations: of temporal coordinates, etc.

- A further advantage of the formal mode of speech is that it prevents us from overlooking the important fact that *the theses of the logic of science are relative to a language*. Such absolutist theses as “A thing is ...”, “A number is ...”, and “There are properties of properties” (or: “There are not”), are here replaced by such theses as “A thing designation ...” “A number designation ...”, and “There are second-order predicates” (or: “There are not”). By their obvious reference to language, these theses call our attention to the fact that they are still in need of being supplemented by specifying to *what language* they are supposed to refer. The theses of the logic of science can then be meant either *as assertions* concerning a certain language, which may be given historically or else specified by its rules, or *as proposals* concerning a language to be established (cf. the example of the finitist thesis in n. 7 below).
- 56'

While the following sentences, 5 a and 6 a, deal with linguistic expressions, they deal with them materially since they make reference to meaning and sense.

Ebenso wie Satz 4 a gehört ein Satz auch dann zur inhaltlichen Redeweise, wenn er von etwas aussagt, es sei ein Ding, eine Eigenschaft, eine Beziehung, ein Ort, ein Zeitpunkt oder dergleichen; der parallele Satz der formalen Redeweise sagt dann, daß die betreffende Bezeichnung eine Dingbezeichnung, eine Eigenschaftsbezeichnung usw. ist. Im Unterschied zu Satz 4 a ist der Satz „5 ist eine Primzahl“ ein echter (und zwar mathematischer) Objektsatz; denn zu dem Prädikat „Primzahl“ gibt es kein paralleles syntaktisches Prädikat.

Die Sätze der inhaltlichen Redeweise täuschen Objektbezogenheit vor, wo keine vorhanden ist. Sie führen dadurch leicht zu Unklarheiten und Scheinproblemen, ja sogar zu Widersprüchen. Daher ist es ratsam, die inhaltliche Redeweise wenigstens an den entscheidenden Stellen nach Möglichkeit zu vermeiden und statt dessen die formale anzuwenden. Dadurch werden manche philosophischen Scheinprobleme vermieden. Z. B. läßt man sich durch Sätze der Art 4 a leicht zu der Scheinfrage „Was sind eigentlich die *Zahlen*?“ verführen, während nur die Frage sinnvoll ist: „Welche syntaktischen Regeln gelten für die *Zahlbezeichnungen*?“ Ebenso steht es mit den Scheinfragen nach dem Wesen der „Zeit“, des „Raumes“, der „Dinge“, der „Erlebnisinhalte“; an ihre Stelle treten die Fragen nach dem syntaktischen Charakter der entsprechenden Bezeichnungen, also der Zeitkoordinaten usw.

Ein weiterer Vorzug der formalen Redeweise ist es, daß sie uns davor behütet, die wichtige *Relativität wissenschaftslogischer Thesen in bezug auf Sprache* zu übersehen. An die Stelle absolutistischer Thesen wie etwa „Ein Ding ist ...“, „Eine Zahl ist ...“, „Es gibt (bzw.: es gibt keine) Eigenschaften von Eigenschaften“ treten hier Thesen wie „Eine Dingbezeichnung ...“, „Eine Zahlbezeichnung ...“, „Es gibt (bzw.: es gibt keine) Prädikate zweiter Stufe“. Diese Thesen machen uns durch ihre offenkundige Sprachbezogenheit darauf aufmerksam, daß sie noch der Ergänzung bedürfen durch Angabe, *auf welche Sprache* sie sich beziehen sollen. Die wissenschaftslogischen Thesen können dann entweder *als Behauptungen* in bezug auf eine bestimmte historisch vorliegende oder durch Regeln angegebene Sprache gemeint sein, oder auch *als Vorschläge* in bezug auf eine aufzustellende Sprache (vgl. das Beispiel der finitistischen These, Anhang S. 25). 15

Die folgenden Sätze 5 a, 6 a handeln zwar von Sprachausdrücken, aber in inhaltlicher Weise, indem sie auf Bedeutung und Sinn Bezug nehmen. Die Übersetzung in die formale Redeweise ist möglich mit Hilfe der früher definierten syntaktischen Begriffe.

5 a. Die Ausdrücke „Schimmel“ und „weißes Pferd“ haben dieselbe Bedeutung. 5 b. Die Ausdrücke „Schimmel“ und „weißes Pferd“ sind synonym.

6 a. Die Sätze „A ist größer als B“ und „B ist kleiner als A“ haben denselben Inhalt (Sinn). Sie besagen dasselbe. Sie beschreiben denselben Sachverhalt. 6 b. Die Sätze „A ist größer als B“ und „B ist kleiner als A“ sind inhaltgleich.

It is possible to translate them into the formal mode of speech with the aid of the syntactic concepts defined earlier.

5 a. The expressions “mustang” and “wild horse” have the same meaning. 5 b. The expressions “mustang” and “wild horse” are synonymous.

6 a. The sentences “ A is bigger than B ” and “ B is smaller than A ” have the same content (sense.) They say the same thing. They describe the same state of affairs. 6 b. The sentences “ A is bigger than B ” and “ B is smaller than B ” are equivalent.

4. Science as an Instrument of Unified Science

In the field of the logic of science, different complexes of problems are being worked on at the present time. And it is becoming more and more clear that all questions in this field are syntactic questions. Many current investigations are concerned with the so-called *problem of the foundations of mathematics* and hence with syntactic questions concerning the logico-mathematical part of the language of science (cf. n. 7). Others are concerned with logico-scientific problems of *physics*, that is, with questions concerning the syntactic character of the concepts and laws of physics (cf. n. 8).

Among the most important questions that are being attacked at the present time in the logic of science are questions about the *syntactic relations between the different languages that form part of the language of unified science*. This is the formal way of stating those problems that are usually called, in traditional formulation, problems of the relations between different domains of objects (or even more philosophically, between different modes of being). The main issue here is how to bridge the gap between physics on the one hand and biology, psychology, and sociology on the other.

57' In investigating the syntactic relations between the languages of biology and physics, we must distinguish two different questions, depending on whether we are dealing with a relation between concepts or with a relation between sentences, especially if we are dealing with a relation between spatio-temporally general sentences, the so-called laws. The first question reads: Can the concepts of the language of biology be incorporated into the language of physics? This question is to be answered in the affirmative. For biological concepts refer to states and processes in bodies and hence to regions of space-time; in particular, these concepts are connected by means of laws with physical concepts and hence with observational concepts. Every sentence of the language of biology can be subjected to empirical verification because from it, together with other sentences already recognized by science, we can derive sentences of the form of observation sentences which we can then confront with the observation sentences we actually have at hand. The second question reads: Are biological *laws* of the same

IV. Die Wissenschaftslogik als Instrument der Einheitswissenschaft

Auf dem Gebiet der Wissenschaftslogik wird gegenwärtig an verschiedenen Problemkomplexen gearbeitet. Dabei stellt sich immer deutlicher heraus, daß alle Fragen dieses Gebietes syntaktische Fragen sind. Ein großer Teil der heutigen Untersuchungen bezieht sich auf die sogenannten *Grundlagenfragen der Mathematik*, also auf die Fragen der Syntax des mathematisch-logischen Teils der Wissenschaftssprache (vgl. Anhang S. 25). Die wissenschaftslogischen Fragen der *Physik* betreffen den syntaktischen Charakter der Begriffe und Gesetze der Physik (s. Anhang S. 26).

Zu den wichtigsten Fragen, die gegenwärtig in der Wissenschaftslogik in Angriff genommen werden, gehören die Fragen nach den *syntaktischen Beziehungen zwischen den verschiedenen Teilsprachen der Einen Wissenschaftssprache*. Dies ist die formale Fassung für diejenigen Probleme, die man in traditioneller Formulierung Probleme der Beziehungen zwischen den verschiedenen Gegenstandsgebieten (oder noch philosophischer: zwischen den verschiedenen Seinsarten) zu nennen pflegt. Vor allem handelt es sich darum, hier die Brücken zu schlagen zwischen der Physik einerseits, der Biologie, der Psychologie, der Soziologie andererseits.

Bei der Untersuchung der syntaktischen Beziehungen zwischen biologischer und physikalischer Sprache sind verschiedene Fragen zu unterscheiden, je nachdem ob es sich um die Beziehung zwischen den Begriffen handelt oder um die Beziehung zwischen den Sätzen, besonders den raum-zeitlich allgemeinen Sätzen, den sogenannten Gesetzen. Die erste Frage lautet: können die *Begriffe* der biologischen Teilsprache in die physikalische Sprache eingeordnet werden? Diese Frage ist bejahend zu beantworten. Denn die biologischen Begriffe beziehen sich auf Zustände und Vorgänge an Körpern, also auf Raum-Zeit-Gebiete; und zwar sind diese Begriffe durch Gesetze verknüpft mit physikalischen Begriffen und dadurch mit Beobachtungsbegriffen. Jeder Satz der biologischen Teilsprache läßt sich dadurch einer empirischen Nachprüfung unterziehen, daß aus ihm, zusammen mit andern schon wissenschaftlich anerkannten Sätzen, Sätze von der Form von Beobachtungssätzen abgeleitet werden, die mit wirklich vorliegenden Beobachtungssätzen konfrontiert werden können. Die zweite Frage lautet: sind die biologischen *Gesetze* von demselben Charakter wie die physikalischen Gesetze? Durch die bejahende Antwort auf die erste Frage ist auch diese zweite Frage bejaht. Sie muß deutlich unterschieden werden von der dritten Frage: sind die biologischen Gesetze *ableitbar* aus den physikalischen Gesetzen im engern Sinn, d. h. denjenigen Gesetzen, die zur Erklärung der Vorgänge an anorganischen Körpern erforderlich sind? Diese Frage kann bei dem gegenwärtigen Stand der biologischen Forschung nicht beantwortet werden; zu ihrer Entscheidung sind noch zahlreiche experimentelle Untersuchungen erforderlich. – Die These des *Vitalismus* auch in seiner modernen Form („Neovitalismus“) enthält Scheinbegriffe. Wenn man diese abtrennt und sich bemüht, den rein wis-

form as the laws of physics? By giving an affirmative answer to the first question, we have also answered the second question in the affirmative. This question must be carefully distinguished from a third question: Are biological laws *derivable* from the laws of physics in the narrower sense, i. e., from those laws that are required for explaining processes in inorganic bodies? This question cannot be answered given the present state of biological research; numerous experimental investigations are still required before it can be decided. The thesis of *vitalism*, even in its modern form (“neovitalism”), contains pseudo-concepts. If we remove them in an effort to lay bare the scientific kernel of the vitalist thesis, we get a negative answer to the third question above. The justifications usually given for this answer, though supposedly conclusive, are in fact wholly inadequate and very far from sufficient for really deciding the question.

As for the *problem of how to bridge the gap between the languages of psychology and physics*, we can ask analogous questions to the ones we asked about the language of biology. The first question is: Can the *concepts* of the language of psychology be incorporated into the language of physics? The thesis of *physicalism* which we are advocating (cf. bibliographical indications below) answers this question in the affirmative. The justification is analogous to the one we gave in the case of biological concepts. For if there were a psychological concept which could not be connected by any laws with the concepts of physics, then a sentence stating something about a person with the aid of this concept could not be verified by another person and would therefore have no scientific application. This answer also yields an affirmative answer to the second question: Can psychological laws be incorporated into the language of physics, and hence, do they have the same character as the laws of physics in the narrower sense? This question must not be confused with the third question: Can psychological laws be *derived* from the laws of physics or at least from the laws of biology? This question is still open today. At the present time we are still far from being able to carry out this kind of derivation. But on the other hand, it also cannot be proved, nor can it even be made the least bit plausible, that such a derivation can never be carried out or that it is in principle excluded.

Physicalism shows in an analogous way that the concepts and sentences of the *language of sociology* can be incorporated into the language of physics. Here, too, the question remains open whether we shall succeed in deriving sociological laws from physical ones in the narrower sense, or at least from biological ones, or even just from psychological ones.

One of the most important tasks for further work in the logic of science will be to carry out the operations that physicalism declares to be possible and to exhibit the syntactic rules for incorporating the different biological, psychological, and sociological concepts into the language of physics. By such an analysis of these concepts we are creating a *unified language* out of these languages. We are thus healing the split that has divided science till now. This split goes back to a mythological origin, and its after-effects can still be felt among present-day scholars. The nuclear concepts involved in the splitting-up of the field of science are surrounded even today by a mysterious halo; the concepts “life”, “soul”

senschaftlichen Kern der Vitalismusthese herauszuschälen, so erhält man eine verneinende Antwort auf die genannte dritte Frage. Die vermeintlich strengen Begründungen, die man für diese Antwort zu geben pflegt, sind jedoch ganz unzulänglich und reichen bei weitem nicht aus, um die Frage wirklich zu entscheiden.

Bei dem *Brückenproblem zwischen psychologischer und physikalischer Sprache* kann man analoge Fragen stellen wie bei der biologischen Sprache. Erste Frage: können die *Begriffe* der psychologischen Teilsprache in die physikalische Sprache eingeordnet werden? Die These des *Physikalismus*, die von uns vertreten wird (vgl. Anhang 4 a, S. 27), bejaht diese Frage. Die Begründung ist analog der für die biologischen Begriffe. Gäbe es nämlich für irgend einen psychologischen Begriff keine Gesetze, durch die er mit physikalischen Begriffen verknüpft würde, dann würde ein Satz, der mit Hilfe dieses Begriffes etwas über eine Person aussagt, für andere Personen grundsätzlich nicht nachprüfbar und daher wissenschaftlich unverwendbar sein. Hieraus ergibt sich auch die Bejahung der zweiten Frage: können die psychologischen *Gesetze* in die physikalische Sprache eingeordnet werden, haben sie also denselben Charakter wie die physikalischen Gesetze im engeren Sinn? Diese Frage darf nicht verwechselt werden mit der dritten Frage: sind die psychologischen Gesetze *ableitbar* aus den physikalischen Gesetzen im engeren Sinn oder wenigstens aus den biologischen Gesetzen? Diese Frage ist heute noch offen. Gegenwärtig sind wir von der Durchführung einer derartigen Ableitung noch weit entfernt. Es kann andererseits aber auch nicht bewiesen oder auch nur im geringsten plausibel gemacht werden, daß eine solche Ableitung niemals durchführbar oder gar grundsätzlich ausgeschlossen sei.

In analoger Weise wird für die *soziologische Teilsprache* die Einordenbarkeit ihrer Begriffe und Sätze in die physikalische Sprache vom Physikalismus gezeigt. Auch hier bleibt die Frage offen, ob es gelingen wird, die soziologischen Gesetze aus den physikalischen im engeren Sinn oder aus den biologischen oder auch nur aus den psychologischen abzuleiten.

Eine der wichtigsten Aufgaben weiterer wissenschaftslogischer Arbeiten wird die Durchführung der vom Physikalismus als möglich behaupteten Operationen sein: die Aufzeigung der syntaktischen Regeln für die Einordnung der verschiedenen biologischen, psychologischen und soziologischen Begriffe in die physikalische Sprache. Durch eine derartige Analyse der Begriffe dieser Teilsprachen wird eine *Einheitssprache* geschaffen. Damit wird die bisherige Spaltung der Wissenschaft überwunden. Diese Spaltung geht zurück auf einen mythologischen Ursprung, dessen Nachwirkungen noch bei heutigen Gelehrten zu spüren sind. Die Kernbegriffe, um die es sich bei der Trennung der Wissenschaftsgebiete handelt, werden noch heute mit einem geheimnisvollen Nimbus umgeben; die Begriffe „Leben“, „Seele“ (oder bei vorsichtigeren Autoren: „seelische Vorgänge“, „Psychisches“, „Bewußtsein“), „objektiver Geist“ (oder bei vorsichtigeren Autoren: „Normen“, „Volksggeist“) haben den Schein einer „höheren“ Sphäre an sich, die der „niederen“ Sphäre des „bloß-Materiellen“ gegenübergestellt wird. Die Ursprünge dieser Auffassung gehen offenbar zurück auf

(or in more careful writers, “mental processes”, “mind”, “consciousness”), and “objective spirit” (or in more careful writers, “norms” and “national spirit”) look as if they belonged to a “higher sphere”, as opposed to the “lower sphere” of what is “merely material”. The origins of this conception evidently go back to a time when “divine knowledge” was still distinguished from “human knowledge”, and things “celestial” from things “terrestrial”. If we leave aside the accompanying mythological feelings and look at things from a purely scientific point of view, we see that we are dealing simply with certain empirical differences. In the first case (“life”) we are dealing simply with the difference between inorganic and organic processes, where the latter are distinguished from the former by certain empirically ascertainable characteristics, but without there being a sharp boundary between the two; if we like, we can call the processes and bodies of the latter kind “animate” ones, as long as we understand no more by this than the empirical characteristics indicated. In the second case (“soul”) we are dealing simply with a way of distinguishing a special class of organic processes; the boundary of this class is not unequivocally fixed and is often drawn in very different ways – and this itself argues against the fundamental significance of the boundary. Given the most comprehensive way of marking out this class, it includes all those processes in an organic body that stand in an especially close relation, on the one hand to processes in the sense organs, and on the other to processes in the motor organs (so that nearly all organic processes are included in this class). Given a narrower demarcation, this class includes only those organic processes that take place in a nervous system or in close connection with one. Given the narrowest demarcation (the so-called “conscious” processes in the narrower sense), this class includes only those processes in an organism (or more precisely, in a nervous system) for which there exists an easily activated disposition to verbal responses. Here, too, there would be no objection to distinguishing a special class of processes marked out in one of these ways and making it the subject of a special investigation. But just as in the case where some physical processes, such as the processes of heat conduction, are marked out and specially investigated, we are dealing only with a boundary drawn for some practical purpose such as division of labour. And the only objection to designating processes of this kind by a special term such as “mental” or “psychic” would be that these and other customary terms are too heavily charged with inappropriate accompanying images and feelings owing to their mythological origins, as indicated above. And finally, what is distinguished in the third case (“spirit”) are those processes in organisms and especially in human beings that are involved in group behaviour, whether in the relations within the group or in the relations between one group and another, this group behaviour being conditioned by stimulus-response connections between the individuals of the group. It is easily seen that in all three cases the boundaries are far less sharp than any of the boundaries in physics, like the one between gravitation and electromagnetism. The only reason why such enormous importance has been attached to those differences, why the biggest philosophical problems have been connected with them since antiquity, and why even the special sciences take their basic orientation from them,

eine Zeit, in der man noch zwischen „göttlicher“ und „menschlicher“ Erkenntnis, zwischen „himmlischen“ und „irdischen“ Dingen unterschied. Lassen wir die mythologischen Begleitgefühle beiseite und betrachten die Dinge rein wissenschaftlich, so sehen wir, daß es sich einfach um gewisse empirische Unterschiede handelt: im ersten Fall („Leben“) um den Unterschied zwischen anorganischen und organischen Vorgängen, wobei die letzteren durch gewisse empirisch feststellbare Charakteristika ohne scharfe | Abgrenzung hervorgehoben sind; wenn man will, mag man die Vorgänge und Körper der zweiten Art „belebt“ nennen, wofern man nur darunter nicht mehr versteht als den angedeuteten empirischen Charakter. Im zweiten Fall („Seele“) handelt es sich einfach um die Hervorhebung einer besondern Klasse organischer Vorgänge; die Abgrenzung dieser Klasse ist nicht eindeutig, sondern wird oft in ganz verschiedener Weise vorgenommen, – was allein schon gegen die grundsätzliche Bedeutsamkeit einer Abgrenzung spricht. Bei der umfassendsten Abgrenzung dieser Klasse rechnet man zu ihr alle Vorgänge an einem organischen Körper, die in besonders naher Beziehung einerseits zu den Vorgängen an Sinnesorganen, andererseits zu den Vorgängen an Bewegungsorganen stehen (sodaß hier nahezu alle organischen Vorgänge eingerechnet werden). Bei einer engeren Abgrenzung werden nur diejenigen organischen Vorgänge eingerechnet, die sich an einem Nervensystem oder in naher Beziehung zu einem solchen abspielen. Bei der engsten Abgrenzung (den sogenannten „bewußten“ Vorgängen im engern Sinn) werden nur diejenigen Vorgänge an einem Organismus (und zwar genauer: an einem Nervensystem) eingerechnet, für die eine leicht auslösbare Disposition zu Sprechreaktionen besteht. Auch hier wäre nichts einzuwenden gegen die Hervorhebung und besondere Untersuchung einer Klasse von Vorgängen, die in einer dieser Arten abgegrenzt wird. Dabei kann es sich jedoch nur um eine Abgrenzung aus praktischen Gründen etwa der Arbeitsteilung handeln, wie bei der Abgrenzung und besonderen Untersuchung irgend welcher physikalischer Vorgänge, etwa der Wärmeleitungsvorgänge. Und auch gegen eine besondere Bezeichnung der Vorgänge dieser Art, etwa als „beseelt“ oder „psychisch“, wäre nur einzuwenden, daß die genannten und sonstige übliche Termini von den angedeuteten mythologischen Ursprüngen her zu sehr mit unzweckmäßigen Begleitvorstellungen und -Gefühlen belastet sind. Und schließlich werden im dritten Fall („Geist“) diejenigen Vorgänge an Organismen, besonders an Menschen hervorgehoben, bei denen es sich um ein durch Reiz-Reaktions-Beziehungen zwischen den Individuen einer Gruppe bedingtes Zusammenspiel dieser Gruppe handelt – sei es in den Beziehungen innerhalb der Gruppe, sei es in den Beziehungen von einer Gruppe zu andern. Man sieht leicht, daß in allen drei Fällen die Abgrenzungen viel weniger scharf sind als irgend welche Abgrenzungen in der Physik, etwa zwischen Gravitation und Elektromagnetismus. Daß man jenen Unterschieden eine ungeheure Bedeutung beimißt, seit dem Altertum die größten philosophischen Probleme an sie anknüpft und sogar in der fachwissenschaftlichen Forschung sich wesentlich nach ihnen orientiert, liegt nur daran, daß an diesen Stellen große Unterschiede der gefühlsmäßigen Einstellung vor|liegen, bei diesen innerphysikalischen Abgrenzungen dagegen nicht. Hiermit ist nichts gesagt

60' is that there are great differences in emotional attitudes | present in these cases, whereas there are none in the case of the intraphysical boundaries. This is to say nothing about the desirable or undesirable consequences which these emotional reactions have in our practical lives. It is only to call attention to the effect they have of slowing down scientific progress by delaying the insight into the uniform character of scientific concepts. Once this obstacle has been overcome by physicalism, the *logico-scientific analysis of the concepts* of the different branches of science will be able to display with increasing clarity the kinship and the interdependence of these concepts and thus form a *tool for the construction of a unified science* (cf. n. 9).

61' Appendix

Supplementary Remarks and Bibliographical References (the numbers in parentheses following the authors' names refer to the bibliography, pp. 283 ff.)

I. The Elimination of Metaphysics

The view that only mathematical and factual sentences have sense and that the sentences of metaphysics are senseless was already expressed by [Hume](#) in its classical form (*An Enquiry concerning Human Understanding* [[Hume 1748]], ch. XII, pt. 3): "It seems to me, that the only objects of the abstract science or of demonstration are quantity and number . . . All other inquiries of men regard only matter of fact and existence; and these are evidently incapable of demonstration . . . When we run over libraries, persuaded of these principles, what havoc must we make! If we take in our hand any volume; of divinity or school metaphysics, for instance; let us ask: *Does it contain any abstract reasoning concerning quantity or number?* No. *Does it contain any experimental reasoning concerning matter of fact or existence?* No. Commit it then to the flames; for it can contain nothing but sophistry and illusion."

The elimination of metaphysics and the insight that works on the theory of science are logical, logico-scientific works can be traced back historically to two different lines of development. The first line derives mainly from the anti-idealistic attitude of empiricists, materialists, and positivists; the names to be mentioned here include [Hume](#), the French philosophers of the Enlightenment, the French and German materialists, [Mach](#), [Ostwald](#), [Poincaré](#) and [Russell](#). The other line derives from the development of modern logic (see under 3 below); [Wittgenstein](#) demonstrated the senselessness of metaphysics by a logical analysis of language; cf. also [Carnap](#) (6), [Neurath](#) (3), and [Hahn](#) (2).

2. Contemporary Logic of Science

In order to characterize the field of the logic of science, let us name some researchers working in this field. There is, first, the Vienna Circle (see the bibli-

Emphasis added by Carnap?

über die erwünschten oder unerwünschten Folgen, die diese Gefühlsreaktionen im praktischen Leben haben. Es wird nur darauf aufmerksam gemacht, daß sie in der Wissenschaft hemmend wirken, indem sie die Einsicht in den einheitlichen Charakter der wissenschaftlichen Begriffe verzögern. Nachdem dieses Hindernis durch den Physikalismus überwunden ist, wird die *wissenschaftslogische Analyse der Begriffe* der verschiedenen Zweige der Wissenschaft immer deutlicher die Verwandtschaft und gegenseitige Verflechtung dieser Begriffe aufweisen können und so ein *Werkzeug für den Aufbau der Einheitswissenschaft* bilden. (Vgl. Anhang S. 26).

ANHANG.

Ergänzungen und Literaturhinweise.

(Die eingeklammerten Ziffern hinter den Autorennamen verweisen auf das Literaturverzeichnis S. 29).

Zu I: Wissenschaftslogik.

I. Ausschaltung der Metaphysik. (Zu S. 7.)

Die Auffassung, daß nur mathematische Sätze und Tatsachensätze sinnvoll, die Sätze der Metaphysik sinnlos sind, ist in klassischer Form schon von [Hume](#) ausgesprochen worden (*Untersuchung über den menschlichen Verstand*, Kap. XII, 3. Teil): „Wie mir scheint, sind die einzigen Gegenstände der abstrakten oder demonstrativen Wissenschaften Größe und Zahl. . . . Alle übrigen Untersuchungen der Menschen beziehen sich nur auf Tatsachen und Existenz, und diese sind augenscheinlich einer Demonstration nicht zugänglich. . . . Sehen wir, von diesen Grundsätzen erfüllt, die Bibliotheken durch, wie müßten wir dann hier aufräumen! Nehmen wir z. B. ein theologisches oder metaphysisches Buch zur Hand, so müßten wir fragen: enthält es eine abstrakte Untersuchung über Größe und Zahl? Nein. Enthält es erfahrungsgemäße Erörterungen über Tatsachen und Existenz? Nein. So übergebe man es den Flammen, denn es kann nur sophistische Täuschungen enthalten!“

Die Ausschaltung der Metaphysik und die Einsicht, daß wissenschaftstheoretische Arbeiten logische, wissenschaftslogische Arbeiten sind, geht historisch auf zwei verschiedene Entwicklungslinien zurück. Die erste Linie kommt von der vor allem anti-idealistischen Einstellung der Empiristen, Materialisten und Positivisten her; hier sind unter anderen zu nennen: [Hume](#), die französischen Aufklärer, die französischen und deutschen Materialisten, [Mach](#), [Ostwald](#), [Poincaré](#), [Russell](#). Die andere Linie kommt aus der Entwicklung der modernen Logik (siehe unter II); [Wittgenstein](#) hat durch logische Analyse der Sprache die Sinnleerheit der Metaphysik gezeigt; vgl. auch Carnap (6), [Neurath](#) (3), [Hahn](#) (2).

ographies in [Neurath](#) (2) and in *Erkenntnis* **1**, p. 315) whose members outside Vienna include [Carnap](#) (Prague), [Feigl](#) (Iowa), [Frank](#) (Prague), and [Neurath](#) (The Hague); related views are held in Vienna by [Kraft](#), [Menger](#), [Popper](#), [Zilsel](#), et al.; in Berlin by [Dubislav](#), [Grelling](#), [Hempel](#), et al.; in the Scandinavian countries by [Jørgensen](#), [Kaila](#), et al.; in Poland by [Ajdukiewicz](#), [Chwistek](#), [Kotarbiński](#), [Leśniewski](#), [Łukasiewicz](#), [Tarski](#), et al. (see the bibliography in *Erkenntnis* **1**, p. 335); in Istanbul by v. [Mises](#) and [Reichenbach](#); in Paris by [Langevin](#), [Abel Rey](#), [Rougier](#), et al.; in England by [Russell](#), [Stebbing](#), et al.; and in America by [Bridgman](#), [Langford](#), [Lewis](#), [Morris](#), et al. The following collections belong to the logic of science: *Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung*, edited by [Schlick](#) and [Frank](#) (and published by J. Springer, Vienna), *Veröffentlichungen des Vereines Ernst Mach* (published by Arthur Wolf, Vienna), and the present collection, *Einheitswissenschaft*. Further, most of the contributions to the following journals belong to the logic of science: *Erkenntnis* (Leipzig, F. Meiner, since 1930), *Philosophy of Science* (Baltimore, William and Wilkins, since 1934; not always free from metaphysics), *Analysis* (Oxford, Blackwell's, since 1933), and *Studia philosophica* (Lemberg 1934). The "Conferences on the Epistemology of the Exact Sciences" were also devoted to the logic of science: the first in Prague in 1929 (report with bibliography in *Erkenntnis* **1**, 1930), the second in Königsberg in 1930 (report with bibliography in *Erkenntnis* **2**, 1931).

Unfortunately, there is as yet no book that could serve as a first introduction to the whole field of the logic of science; a short survey intelligible to the general reader is given by [Neurath](#) (2), (with [Carnap](#) and [Hahn](#)). For the literature on particular areas of the logic of science, see bibliographical indications below.

3. The Development of logical Syntax

The strictly formal point of view of logical syntax could not be developed before there was a symbolic logic. Modern symbolic logic or *logistics* realizes [Leibniz](#)'s ideas. Its development began around 1850. The first comprehensive, but now outdated system was created by [Frege](#) in 1893. Following him, [Russell](#), [Whitehead](#), and [Hilbert](#) made major contributions to the further development of logistics. At the present time, [Russell](#) (1) represents the standard work from which all further work begins, whether it tries to continue it or to improve it. A detailed account of the historical development of logistics is given in [Jørgensen](#) (1).

[Frege](#) was the first and for a long time the only one to carry out a strictly formal treatment, as required by logical syntax. But it was only later that the task of logical syntax as a theory of language was explicitly formulated and that a start was made to carry out this task, this being due mainly to [Hilbert](#) ("metamathematics") and the Warsaw logicians ("metalogic"). An exact method was created and applied by [Gödel](#) (1). [Carnap](#) (11) contains a systematic account of logical syntax and a demonstration showing that the syntax of a language can be formulated without contradiction in the language itself.

For an introduction to logistics, see [Hilbert](#) (1) and [Carnap](#) (4) (the former is easier to understand, the latter goes in more detail into applications) and fur-

Is this Paul Langevin.

2. Wissenschaftslogik der Gegenwart. (Zu S. 6.)

Um das Gebiet der Wissenschaftslogik zu charakterisieren, seien einige Forscher genannt, die auf diesem Gebiete arbeiten. Der *Wiener Kreis* (siehe die Bibliographie in Neurath (2) und in: *Erkenntnis* 1, S. 315), zu dem außerhalb Wiens Carnap (Prag), Feigl (Iowa), Frank (Prag), Neurath (Den Haag) gehören; verwandte Anschauungen vertreten in Wien Kraft, Menger, Popper, Zilsel u. a.; in Berlin Dubislav, Grelling, Hempel u. a.; in den *nordischen Ländern* Jørgensen, Kaila u. a.; in Polen Ajdukiewicz, Chwistek, Kotarbinski, Leśniewski, Łukasiewicz, Tarski u. a. (siehe die Bibliographie in: *Erkenntnis* 1, S. 335); in *Istanbul* v. Mises und Reichenbach; in *Paris* Boll, Langevin, Abel Rey, Rougier u. a.; in *England* Russell, Stebbing u. a.; in *Amerika* Bridgman, Langford, Lewis, Morris u. a. Zur Wissenschaftslogik gehören die Arbeiten der folgenden Sammlungen: „Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung“, herausgegeben von Schlick und Frank (Verlag J. Springer, Wien); „Veröffentlichungen des Vereins Ernst Mach Wien“ (Verlag Artur Wolf, Wien); die vorliegende Sammlung „Einheitswissenschaft“. Ferner gehören zur Wissenschaftslogik die meisten Beiträge in den folgenden Zeitschriften: „Erkenntnis“ (F. Meiner, Leipzig, seit 1930); „Philosophy of Science“ (William & Wilkins, Baltimore, U. S. A., seit 1934; zuweilen nicht frei von Metaphysik); „Analysis“ (Blackwell, Oxford, seit 1933); „Studia Philosophica“ (Lemberg 1934). Der Wissenschaftslogik waren auch die „Tagungen für Erkenntnislehre der exakten Wissenschaften“ gewidmet: die erste in Prag 1929 (Bericht mit Bibliographie in: *Erkenntnis* 1, 1930), die zweite in Königsberg 1930 (Bericht mit Bibliographie in: *Erkenntnis* 2, 1931).

Ein Buch, das als erste Einführung in das Gesamtgebiet der Wissenschaftslogik dienen könnte, gibt es leider noch nicht; einen kurzen, gemeinverständlichen Überblick gibt Neurath (2) (mit Carnap und Hahn). Literatur zu den einzelnen Gebieten der Wissenschaftslogik siehe unter IV.

Zu II: Logische Syntax.

I. Entwicklung der logischen Syntax. (Zu S. 7.)

Der streng formale Gesichtspunkt der logischen Syntax konnte erst entwickelt werden, als es eine symbolische Logik gab. Die moderne symbolische Logik oder *Logistik* verwirklicht Ideen von Leibniz. Ihre Entwicklung begann etwa um 1850. Das erste umfassende, aber heute überholte System schuf Frege 1893. In Anknüpfung an ihn haben vor allem Russell, Whitehead und Hilbert die Logistik weiter entwickelt. Russell (1) stellt gegenwärtig das Standardwerk dar, an das alle weiteren Arbeiten, ausbauend oder verbessernd, anknüpfen. Eine ausführliche Darstellung der historischen Entwicklung der Logistik gibt Jørgensen (1).

Frege hat als erster und für lange Zeit als einziger eine streng formale Betrachtung, wie sie die logische Syntax fordert, durchgeführt. Die Aufgabe der logischen Syntax, als Theorie über die Sprache, wurde aber erst später ausdrücklich formuliert und Ansätze zu ihrer Durchführung gegeben, vor allem von Hil-

ther Russell (3) and Behmann (1). The writings cited must also serve provisionally as an introduction to logical syntax, although they were not written from this point of view; an account of syntax intelligible to the general reader is not yet available.

4. Examples of the Symbolic Method of Linguistics

Let us, by means of a few hints, give an insight into the methods of logistics. Instead of the words of ordinary language, logistics, like mathematics, employs letters and symbols. Let ‘ a ’, ‘ b ’, ‘ c ’ ... designate the individual objects of a certain domain of objects. Let ‘ P ’, ‘ Q ’ ... designate the properties of those objects. That object a has the property P is usually expressed by the sentence ‘ $P(a)$ ’, and that a does not have the property P by ‘ $\sim P(a)$ ’. A sentence of the form ‘ $A \vee B$ ’, where ‘ A ’ and ‘ B ’ stand for any sentences, shall be true if and only if one or both of the two sentences ‘ A ’ and ‘ B ’ are true; the sign ‘ \vee ’ thus corresponds roughly to the English word “or”. The sentence ‘ $(x)[P(x)]$ ’ shall be true if and only if the sentences ‘ $P(a)$ ’, ‘ $P(b)$ ’, ‘ $P(c)$ ’, etc. are all true; that sentence therefore corresponds to the sentence “Every object has the property P ” of the English word language. The sentence ‘ $(\exists x)[P(x)]$ ’ shall be true if and only if at least one sentence of the series ‘ $P(a)$ ’, ‘ $P(b)$ ’, etc. is true; that sentence can therefore be translated into this sentence of the English word language: “At least one object has the property P ” or: “There is (at least) one object with the property P .”

From the meanings of the signs as specified above we can infer the validity of the following *transformation rules*:

1. If we are given two sentences of the form ‘ $A \vee B$ ’ and ‘ $\sim A$ ’, then a sentence of the form ‘ B ’ follows from them.
2. From a sentence of the form ‘ $(x)[P(x)]$ ’ we can derive any sentence of the form ‘ $P(-)$ ’, where the stroke is replaced by the name of any object; the same holds true if ‘ P ’ is replaced by the designation of any other property, provided it is the same one in both sentences.
3. From a sentence of the form ‘ $P(-)$ ’, where the stroke is replaced by the designation of any object, there follows (i. e., we can derive) the sentence ‘ $(\exists x)[P(x)]$ ’; likewise for designations of other properties.

Example of a derivation. Let the following two sentences be given as premises: ‘ $(x)[P(x) \vee Q(x)]$ ’ (1) and ‘ $\sim P(a)$ ’ (2). From (1) follows according to the second rule: ‘ $P(a) \vee Q(a)$ ’ (3), and from (3) and (2) according to the first rule: ‘ $Q(a)$ ’. This shows that ‘ $Q(a)$ ’ is a *consequence* of those two initial sentences. It can be seen that the derivation proceeds in a purely formal way, i. e., we are not concerned with the meanings of the signs, but manipulate the signs by following the rules as it were mechanically and as if we were calculating.

In many cases, the easiest way to carry out the *logical analysis of an expression of a word language* is by comparison with a symbolic language. This is true especially for logical words (as for example “there is”, “every”, “all”, “no”, “nothing”, “not”, “or”, “if”, “other”, “there”, “without”, “also”, and similar words). If we are to give a logical characterization of the English language, we

bert („Metamathematik“) und den *Warschauer Logikern* („Metalogik“). Eine exakte Methode wurde von Gödel (1) geschaffen und angewendet. Carnap (11) enthält eine systematische Darstellung der logischen Syntax und den Nachweis, daß die Syntax einer Sprache in dieser selbst widerspruchsfrei formuliert werden kann.

Zur *Einführung* in die Logistik: Hilbert (1), Carnap (4) (das erste ist leichter verständlich, das zweite geht mehr auf die Anwendungen ein); ferner Russell (3), Behmann (1). Die genannten Schriften müssen vorläufig auch als Einführung in die logische Syntax genommen werden, obwohl sie nicht unter diesem Gesichtspunkt geschrieben worden sind; eine gemeinverständliche Darstellung der Syntax selbst liegt noch nicht vor.

2. Beispiele zur symbolischen Methode der Logistik. (Zu S. 9.)

Durch einige Andeutungen sei ein Einblick in die Methode der Logistik gegeben. Anstatt der Wörter der gewöhnlichen Sprache werden hier, wie in der Mathematik, Buchstaben und Formelzeichen verwendet. a, b, c, \dots seien Bezeichnungen für die einzelnen Gegenstände eines bestimmten Gegenstandsreiches. P, Q, \dots seien Bezeichnungen für Eigenschaften jener Gegenstände. Daß dem Gegenstand a die Eigenschaft P zukommt, pflegt man symbolisch durch den Satz $P(a)$ auszudrücken; daß a die Eigenschaft P nicht hat, durch $\sim P(a)$. Ein Satz von der Form $A \vee B$, wo an Stelle von A und B irgendwelche Sätze stehen, soll dann und nur dann wahr sein, wenn einer der beiden Sätze A und B oder beide wahr sind; das Zeichen \vee entspricht also ungefähr dem deutschen Wort „oder“. Der Satz $(x)[P(x)]$ soll dann und nur dann wahr sein, wenn die Sätze $P(a), P(b), P(c), \dots$ sämtlich wahr sind; jener Satz entspricht also dem Satz „Jeder Gegenstand hat die Eigenschaft P “ der deutschen Wortsprache. Der Satz $(\exists x)[P(x)]$ soll dann und nur dann wahr sein, wenn mindestens ein Satz der Reihe $P(a), P(b), \dots$ wahr ist; jener Satz kann daher in folgenden Satz der deutschen Wortsprache übersetzt werden: „Mindestens ein Gegenstand hat die Eigenschaft P “ oder: „Es gibt (mindestens) einen Gegenstand mit der Eigenschaft P “.

Aus der angegebenen Bedeutung der Zeichen ergibt sich die Gültigkeit folgender *Umformungsregeln*:

1. Sind zwei Sätze von der Form $A \vee B$ und $\sim A$ gegeben, so folgt daraus der Satz von der Form B .

2. Aus einem Satz von der Form $(x)[P(x)]$ kann ein beliebiger Satz von der Form $P(-)$ abgeleitet werden, wo an der Stelle des Striches irgend ein Gegenstandsname steht; dasselbe gilt auch, wenn an der Stelle von P irgend eine andere Eigenschaftsbezeichnung, aber in beiden Sätzen dieselbe steht.

3. Aus einem Satz von der Form $P(-)$, wo an der Stelle des Striches irgend eine Gegenstandsbezeichnung steht, folgt (d. h. ist ableitbar) der Satz $(\exists x)[P(x)]$; ebenso für andere Eigenschaftsbezeichnungen.

Beispiel einer Ableitung. Es seien als Voraussetzungen die folgenden beiden Sätze gegeben: $(x)[P(x) \vee Q(x)]$ (1); $\sim P(a)$ (2). Aus (1) folgt nach der zweiten

can say, e. g.: the concept of existence, in the sense in which it is symbolized in the symbolic language indicated above by ‘ (Ex) ’ and defined by the third rule given above among other rules, is expressed in the English language by phrases like “There is a ...”, “There exists a ...”, or simply by “A ...” (e. g., in the sentence “I have a pencil” or symbolically: “ $(Ex)[I \text{ have } x \text{ and } x \text{ is a pencil}]$ ”). Such a comparison with a symbolic language with exact rules enables us to give a far sharper characterization of the expressions of the English language than would be possible with the aid of the usual grammatical categories or by translation into another word language.

5. The Contradictions

The Greeks already racked their brains over the problem contained in the liar’s sentence, who says: “I am lying” or in other words: “This sentence is false”. If this sentence is true, then what it says must be true; and the sentence is therefore false; and conversely, if it is false, it is true. It was thought till now that the contradiction arose from the fact that the sentence talked about itself; to avoid contradictions of this kind, we would have to exclude such self-referring sentences. But this would also be to exclude the possibility of formulating the syntax of a language in the language itself. However, after more exact investigations it was learnt that unrestricted operations with the concepts “true” and “false” also lead to contradictions even if no sentences that talk about themselves are used. The error in the liar’s sentence is not therefore its self-reference, but an inadmissible operation with the concepts “true” and “false”, which can only be used with special precautions (cf. Carnap (12)). Accordingly, the syntax of the language L can be formulated in the language L itself without the danger of any contradictions arising, and the extent to which it can be formulated depends on how rich the language L is in means of expression, and in particular, on how rich it is in mathematical concepts.

6. The Logic of Science as Syntax

[Wittgenstein](#) (1) in particular has pointed out the close connection between the logic of science (“philosophy”) and syntax, but without regarding the two as identical, as we do. The main difference between our view and [Wittgenstein](#)’s is the following: [Wittgenstein](#) believes that neither syntax nor the logic of science can be formulated in correct sentences. “Philosophy is not a body of doctrine but an activity. A philosophical work consists essentially of elucidations. Philosophy does not result in ‘philosophical propositions’, but rather in the clarification of propositions” (4.112). “My propositions serve as elucidations in the following way: anyone who understands me eventually recognizes them as non-sensical, when he has used them – as steps – to climb up beyond them” (6.54). [Neurath](#) in particular has objected to the necessity of such senseless “elucidations” in (7), pp. 395 ff., and (9), p. 29. [Carnap](#) (11) has shown that the logic of science is syntax and can therefore be formulated as exactly as syntax; in the

Regel: $\neg P(a) \vee Q(a)$ (3); aus (3) und (2) nach der ersten Regel $\neg Q(a)$. Hiermit ist gezeigt, daß $\neg Q(a)$ eine Folge jener beiden Ausgangssätze ist. Man sieht, daß die Ableitung rein formal vor sich geht, d. h. wir kümmern uns dabei nicht um die Bedeutung der Zeichen, sondern manipulieren mit den Zeichen auf Grund der Regeln sozusagen mechanisch, rechenmäßig.

Die *logische Analyse eines Ausdrucks der Wortsprache* geschieht häufig am einfachsten durch Vergleich mit einer symbolischen Sprache. Das gilt besonders für logische Wörter (wie z. B. „es gibt“, „jeder“, „alle“, „keiner“, „nichts“, „nicht“, „oder“, „wenn“, „anderer“, „drei“, „ohne“, „auch“ und ähnliche). So kann man z. B. zur logischen Charakterisierung der deutschen Sprache sagen: der Existenzbegriff in dem Sinn, wie er in der angedeuteten symbolischen Sprache durch $\exists x$ symbolisiert und unter anderem durch die angegebene dritte Regel festgelegt ist, wird in der deutschen Sprache ausgedrückt durch Wendungen wie „Es gibt ein ...“, „Es existiert ein ...“ oder auch einfach durch „Ein ...“ (z. B. in dem Satz „Ich habe einen Bleistift“, symbolisch $(\exists x)[\text{ich habe } x \text{ und } x \text{ ist ein Bleistift}]$). Durch einen solchen Vergleich mit einer symbolischen Sprache, die exakte Regeln besitzt, kann man eine weit schärfere Charakterisierung der Ausdrücke der deutschen Sprache geben als mit Hilfe der üblichen grammatischen Kategorien oder durch Übersetzung in eine andere Wortsprache. 24

3. Die Widersprüche. (Zu S. 12.)

Schon die Griechen haben sich den Kopf zerbrochen über das Problem, das in dem Satz des Lügners liegt, der sagt: „Ich lüge jetzt“ oder mit andern Worten: „Dieser Satz ist falsch“. Ist dieser Satz wahr, so muß das zutreffen, was er sagt; dann ist er also falsch; und umgekehrt: ist er falsch, so ist er wahr. Dieser Widerspruch, so glaubte man bisher, entstehe dadurch, daß der Satz über sich selbst spricht; um Widersprüche dieser Art zu vermeiden, müsse man derartige auf sich selbst bezogene Sätze ausschließen. Damit wäre dann auch die Möglichkeit ausgeschlossen, die Syntax einer Sprache in dieser Sprache selbst zu formulieren. Die genauere Untersuchung lehrt jedoch, daß ein unbeschränktes Operieren mit den Begriffen „wahr“ und „falsch“ auch dann zu Widersprüchen führt, wenn man keine Sätze verwendet, die über sich selbst sprechen. Der Fehler in jenem Satz des Lügners ist daher nicht die Selbstbezogenheit, sondern das unzulässige Operieren mit den Begriffen „wahr“ und „falsch“, die nur unter besonderen Vorsichtsmaßregeln gebraucht werden dürfen. (Vgl. Carnap (12)). Hiernach kann die Syntax einer Sprache S ohne Gefahr des Auftretens von Widersprüchen in S selbst formuliert werden in einem Umfang, der von dem Reichtum der Sprache S an Ausdrucksmitteln, und zwar an mathematischen Begriffen, abhängt.

Zu III: Wissenschaftslogik ist Syntax.

[Wittgenstein](#) (1) hat besonders auf den nahen Zusammenhang zwischen Wissenschaftslogik („Philosophie“) und Syntax hingewiesen, ohne jedoch, wie wir es

same place, he has given a detailed account of the dangers of the material mode of speech.

Wittgenstein's views have acted in more than one respect as a strong stimulus on the Vienna Circle. The historical lines leading up to his views have been little clarified up to now, because he himself does not cite any sources (except for Frege and Russell). Oskar Kraus (*Wege und Abwege der Philosophie*, Prague 1934, ch. II on B. Russell's *Analysis of Mind*, reprinted from *Archive der gesamten Psychologie* 1930) thinks he can detect a significant influence on Wittgenstein in Brentano's and his pupils', especially Marty's, works in the philosophy of language. On the other hand, one can also recognize the influence of Weyl, who takes the position of intuitionism and who is in turn influenced by Husserl (cf. Carnap (11), p. 139).

7. The Logic of Science of Mathematics

Questions of the logic of science concerning mathematics, or as they are often called, questions about the "foundations of mathematics", are questions of the syntax of the logico-mathematical part of the language of science. The main distinction to be drawn here is whether we are dealing with *assertions* about a given mathematical system, e. g., that of classical mathematics, or with *proposals* to set up the language of mathematics in such and such a way. Thus the problem of real numbers for example does not concern some "ideal objects" of a mysterious nature called "real numbers", but simply the syntax of expressions for real numbers either in an already existing mathematical language or in one newly to be set up. The discussion of such problems gains much in clarity if the question is translated from the usual material mode of speech into the formal mode. Let us consider, e. g., thesis 1a of finitism or intuitionism and its antithesis 2 a:

<i>Material Mode of Speech</i>	<i>Formal Mode of Speech</i>
1 a. Existence always refers to a finite, restricted domain.	1 b. There are no unrestricted existential sentences (in such and such a language).
2 a. Existence can also refer to an unrestricted domain.	2 b. There are also unrestricted existential sentences (in such and such a language).

The material formulation 1 a or 2 a is absolutist; it leads one into the error of thinking that the present problem can be considered by itself, without reference to a certain linguistic system. And this gives rise to endless philosophical disputes about "existence". On the other hand, if the two theses are translated into the formal mode of speech, 1 b and 2 b, one sees at once that they are incomplete and that one must add a specification of a language. The decision between the two theses depends then on this addition. e. g., with reference to the language of classical mathematics, 1 b is false and 2 b true; with respect to the language of intuitionist mathematics, it is the other way round. If theses 1 b and 2 b are not

tun, beide als identisch anzusehen. Der Hauptunterschied zwischen unserer Auffassung und der von Wittgenstein besteht in Folgendem. Wittgenstein glaubt, daß weder die Syntax noch die Wissenschaftslogik in korrekten Sätzen formulierbar sei. „Die Philosophie ist keine Lehre, sondern eine Tätigkeit. Ein philosophisches Werk besteht wesentlich aus Erläuterungen. Das Resultat der Philosophie sind nicht „philosophische Sätze“, sondern das Klarwerden von Sätzen“ (S. 76). „Meine Sätze erläutern dadurch, daß sie der, welcher mich versteht, am Ende als sinnlos erkennt, wenn er durch sie – auf ihnen – über sie hinausgestiegen ist“ (S. 188). Gegen die Notwendigkeit solcher sinnloser „Erläuterungen“ hat sich besonders Neurath gewendet (7) S. 395 f., (9) S. 29. Carnap (11) zeigt, daß Wissenschaftslogik Syntax ist und daher ebenso exakt formulierbar ist wie diese; dort werden auch die Gefahren der inhaltlichen Redeweise ausführlich dargestellt.

Wittgensteins Auffassungen haben in verschiedener Hinsicht sehr anregend auf den Wiener Kreis gewirkt. Die historischen Linien, die zu seinen Auffassungen führen, sind bisher wenig geklärt, da er selbst keine Quellen angibt (außer Frege und Russell). Oskar Kraus [*Wege und Abwege der Philosophie*. | 25 Prag 1934 [Kraus 1934]. Kap. II: B. Russells „Analyse des Geistes“; abgedruckt aus: *Arch. ges. Psych.*, 1930] glaubt einen bedeutsamen Einfluß der sprachphilosophischen Arbeiten von Brentano und seinen Schülern, besonders Marty, auf Wittgenstein feststellen zu können. Andererseits ist auch ein Einfluß von Weyl erkennbar, der auf intuitionistischem Standpunkt steht und durch Husserl beeinflusst ist (vgl. Carnap (11) S. 139).

Zu IV: Wissenschaftslogik als Instrument der Einheitswissenschaft.

I. Wissenschaftslogik der Mathematik. (Zu S. 15.)

Die wissenschaftslogischen Fragen, die sich auf die Mathematik beziehen, oft auch „Grundlagenfragen der Mathematik“ genannt, sind Fragen der Syntax des mathematisch-logischen Teils der Wissenschaftssprache. Dabei ist vor allem zu unterscheiden, ob es sich um *Behauptungen* handelt, etwa über ein vorliegendes mathematisches System, z. B. das der klassischen Mathematik; oder um *Vorschläge*, die mathematische Sprache so und so einzurichten. So betrifft z. B. das Problem der reellen Zahlen nicht irgendeine ihrem Wesen nach geheimnisvollen „idealen Gegenstände“, genannt „reelle Zahlen“, sondern einfach die Syntax der reellen Zahlausdrücke in einer schon vorhandenen oder neu aufzustellenden mathematischen Sprache. Die Erörterung derartiger Probleme gewinnt an Klarheit, wenn man die Frage aus der meist üblichen inhaltlichen Redeweise in die formale übersetzt. Betrachten wir z. B. die These 1 a des Finitismus oder Intuitionismus und ihre Gegenthese 2 a:

Inhaltliche Redeweise.

Formale Redeweise.

meant as assertions but as proposals, the dispute vanishes: one sets up two different languages. True, there arise further questions about the syntactic character of these two languages. But these questions are no longer the kind of bottomless philosophical questions associated with the material mode of speech, but rather questions which rest on the firm ground of syntax, which are located within a precisely defined problematic situation, which can be formulated by means of sharp concepts, and which can be treated according to exact methods. The same applies, e. g., to the dispute about the justification of indefinite and especially non-predicative concepts. The question to be asked here is not “Are these concepts meaningful?” but rather formally: “Do we want to incorporate such concepts into our language or not?” Some logicians (especially the intuitionists) reject such concepts; other logicians want to employ them because without them classical mathematics cannot be constructed to its full extent. If the question is displaced onto the level of syntax, one is no longer concerned with “meaningful” and “meaningless”, but with the consequences of the introduction or elimination of those concepts, and especially, with securing freedom from contradiction in their employment.

8. The Logic of the Science of Physics

One question belonging to the logic of science of physics is whether we are to lay down statistical or deterministic laws in physics; another question is whether in laying down statistical laws we must presuppose that there are deterministic micro-laws underlying the statistical laws. At the present time, one of the most hotly debated problems is one concerning the concept of probability; the question raised concerns the sense of sentences expressing probability and the method of their verification. To formulate this as a formal, syntactic question: given a sentence expressing probability (e. g., “The probability of throwing 5 with the present die is $1/6$ ”), by what rules can we derive other sentences from it? How does this derivation lead to observation sentences (e. g., “I see that the number thrown with the present die is now 5”)? What conditions must be satisfied by given | observation sentences if we are to be justified in saying that the corresponding sentence expressing a probability has been confirmed by them? Further, the question has been raised whether, as a consequence of Heisenberg’s indeterminacy relation, it is not meaningless to speak at the same time of the location and the velocity of a particle; or to formulate it syntactically, whether it does not seem appropriate to change the formation rules of the language of physics in such a way that sentences of a certain form will no longer be admitted.

9. Bridge Problems

It would be profitable to conduct historical investigations to determine at what times and in what circles the *connections between different sciences were emphasized*, and hence, who contributed when to the development of a *unified science*. Neurath in particular has for a long time been stressing the importance of such

- 1 a. Existenz bezieht sich stets auf einen endlichen, beschränkten Bereich.
 2 a. Existenz kann sich auch auf einen unbeschränkten Bereich beziehen.
- 1 b. Es gibt keine unbeschränkten Existenzsätze (in der und der Sprache).
 2 b. Es gibt auch unbeschränkte Existenzsätze (in der und der Sprache).

Die inhaltliche Formulierung 1 a, 2 a ist absolutistisch; sie verführt zu dem Irrtum, das vorliegende Problem könne an sich betrachtet werden, ohne Bezugnahme auf ein bestimmtes Sprachsystem. Daraus entsteht dann ein endloser philosophischer Streit über „die Existenz“. Werden dagegen die beiden Thesen in die formale Redeweise 1 b, 2 b übertragen, so sieht man sofort, daß sie unvollständig sind, daß noch die Angabe einer Sprache hinzugefügt werden muß. Die Entscheidung über die Thesen hängt dann von dieser Hinzufügung ab. Z. B. ist in Bezug auf die Sprache der klassischen Mathematik 1 b falsch, 2 b wahr; in Bezug auf die Sprache der intuitionistischen Mathematik ist es umgekehrt. Werden die Thesen 1 b, 2 b nicht als Behauptungen, sondern als Vorschläge gemeint, so ist der Streit verschwunden: man stellt zwei verschiedene Sprachen auf. Allerdings erheben sich dann weitere Fragen in Bezug auf die syntaktischen Charaktere dieser beiden Sprachen. Aber diese Fragen sind nicht mehr von der Art solcher uferlosen philosophischen Fragen, wie sie sich an die inhaltliche Redeweise knüpfen; vielmehr können sie jetzt auf dem Boden der Syntax innerhalb einer genau bestimmten Problemsituation mit scharfen Begriffen formuliert und nach exakten Methoden behandelt werden. Ähnlich steht es z. B. mit dem Streit um die Berechtigung der indefiniten und speziell der imprädikativen Begriffe. Die Frage ist hier nicht so zu stellen: „Sind diese Begriffe sinnvoll?“ sondern formal: „Wollen wir derartige Begriffe in die Sprache aufnehmen oder nicht?“ Einige Logiker (besonders die Intuitionisten) lehnen derartige Begriffe ab; andere Logiker wollen sie verwenden, da sonst die klassische Mathematik nicht im vollen Umfang aufgebaut werden kann. Wird die Frage auf den Boden der Syntax verlegt, so handelt es sich nicht mehr um „sinnvoll“ oder „sinnlos“, sondern um die Konsequenzen der Einführung und der Ausschaltung jener Begriffe, und besonders um die Sicherung der Widerspruchsfreiheit bei ihrer Verwendung. 26

2. Wissenschaftslogik der Physik. (Zu S. 15.)

Zur Wissenschaftslogik der Physik gehört z. B. die Frage, ob man in der Physik statistische oder determinierende Gesetze aufstellen soll; und die Frage, ob man bei der Aufstellung statistischer Gesetze voraussetzen muß, daß ihnen determinierende Mikrogetze zu Grunde liegen. Gegenwärtig wird besonders das Problem des Wahrscheinlichkeitsbegriffes viel diskutiert; dabei wird gefragt nach dem Sinn der Wahrscheinlichkeitssätze und der Methode ihrer Verifikation. Formuliert als formale, syntaktische Frage: nach welchen Regeln sind aus Wahrscheinlichkeitssätzen (z. B. „Die Wahrscheinlichkeit, mit dem vorliegenden Würfel 5 zu werfen, beträgt $\frac{1}{6}$ “) andere Sätze abzuleiten? Wie führt diese Ableitung auf Beobachtungssätze (z. B. „Ich sehe, daß jetzt 5 geworfen ist“)? Wel-

“bridge problems” and is presently urging our Circle to work on them. The problems in question call for empirical investigations on the one hand and for logical ones on the other. Among the empirical investigations that serve to fill the gaps between adjoining fields of knowledge belong, e. g., physical investigations of biological processes, e. g., of electrical processes inside living cells, and further, physiological investigations of processes in the central nervous system and behaviouristic investigations of certain defects in perception and speech processes etc. Neurath is trying to sum up the results of this research, which was conducted in different places, and by looking at the results from a unified point of view, to fit them into a unified science. Further, he wants to promote the investigation of logical “bridge problems” connected with those empirical findings. Here he is dealing with syntactic questions about the relations between the different languages, and the treatment of these questions has as its goal the construction of a unified physicalistic language of science.

282' Pointers to the Literature

a. For the position of unified science and physicalism in general, see Neurath (3) and (6), Frank (3), and Carnap (7).

b. For the logic of science of both mathematics and logic, see the writings on logistics cited above. On the present state of the problem and the different schools battling one another, see Fraenkel (1) and (2). Hahn (4) provides an introduction that is easy to understand. For the relativization of the problem of intuitionism, see Menger (1) and (2). Further bibliographical indications are to be found in Fraenkel (1) and in *Erkenntnis* 2, p. 151.

c. For the logic of science of physics, see Schlick (2), Frank (3) and Dubislav (2). Further bibliographical indications are to be found in these books, as well as in *Erkenntnis* 2, p. 189.

283' d. For the logic of science of biology, especially for the controversy over vitalism, see the relevant chapters in Schlick (2), Zilsel (1), and especially Frank (3).

e. For the logic of science of psychology, see Neurath (6) and (9) and Carnap (3) and (8).

f. For the logic of science of sociology, see Neurath (4) and (7).

Bibliography

(The items marked with * are easier to understand.)

Ajdukiewicz, K., (1) *atitleitSprache und Sinn*, *Erkenntnis* 4, 1934 [Ajdukiewicz 1934].

Behmann, H., (1) *Mathematik und Logik*, Leipzig 1927 [Behmann 1927].

Carnap, R., (1) *Physikalische Begriffsbildung*, Karlsruhe 1926 [Carnap 1926a].

che Bedingungen müssen vorliegende Beobachtungssätze erfüllen, damit man sagen kann, der betreffende Wahrscheinlichkeitssatz werde durch sie bestätigt? Ferner hat man z. B. die Frage aufgeworfen, ob es nicht infolge der Heisenbergschen Unbestimmtheitsrelation sinnlos ist, zugleich von Ort und Geschwindigkeit einer Partikel zu sprechen; syntaktisch formuliert: ob es zweckmäßig erscheint, die Formregeln der physikalischen Sprache derart zu ändern, daß Sätze einer bestimmten Form nicht mehr zugelassen werden.

3. Brückenprobleme. (Zu S. 15–19.)

Es wäre lohnend, historische Untersuchungen darüber anzustellen, zu welchen Zeiten und in welchen Kreisen man die *Verbindungen zwischen den verschiedenen Wissensgebieten* betont und damit die Entwicklung zur *Einheitswissenschaft* gefördert hat. In der Gegenwart ist es besonders **Neurath**, der seit langem die Wichtigkeit dieser Brückenprobleme betont und in unsern Kreisen für ihre Bearbeitung wirbt. Dabei handelt es sich einerseits um empirische, andererseits um logische Untersuchungen. Zu den empirischen Untersuchungen, die der Ausfüllung von Grenzlücken zwischen den Wissensgebieten dienen, gehören z. B. die physikalischen Untersuchungen biologischer Vorgänge, z. B. der elektrischen Vorgänge innerhalb lebender Zellen, ferner die physiologischen Untersuchungen der Vorgänge im Zentralnervensystem und die behavioristischen Untersuchungen gewisser Ausfallserscheinungen bei Wahrnehmungen und Sprechvorgängen, und dergleichen. **Neurath** bemüht sich, die Ergebnisse dieser an verschiedenen Stellen betriebenen Forschungen zusammenzufassen und unter einheitlichem Gesichtspunkt in die Einheitswissenschaft einzufügen. Ferner will er die Untersuchung der logischen Brückenprobleme in Anknüpfung an die empirischen Befunde fördern. Hierbei handelt es sich um die syntaktischen Fragen der Beziehungen zwischen den verschiedenen Teilsprachen; die Behandlung dieser Fragen hat den Aufbau, einer einheitlichen physikalistischen Wissenschaftssprache zum Ziel.

4. Literaturhinweise.

a. *Zum Gesamtstandpunkt der Einheitswissenschaft und des Physikalismus*: **Neurath** (3), (6), **Frank** (3), Carnap (7).

b. *Zur Wissenschaftslogik der Mathematik und Logik*: siehe die oben genannten Schriften über Logistik. Über die gegenwärtige Problemlage und die verschiedenen einander bekämpfenden Richtungen: **Fraenkel** (1), (2). Leicht verständliche Einführung: **Hahn** (4). Zur Relativierung des Intuitionismusproblems: **Menger** (1), (2). Weitere Literaturangaben in **Fraenkel** (1) und in Erk. 2, S. 151.

c. *Zur Wissenschaftslogik der Physik*: **Schlick** (2), **Frank** (3), **Dubislav** (2). Weitere Literaturangaben in diesen Büchern, ferner in Erk. 2, S. 189.

d. *Zur Wissenschaftslogik der Biologie*, besonders zum Vitalismusstreit: die einschlägigen Kapitel in **Schlick** (2), **Zilsel** (1), und besonders **Frank** (3).

- (2) *Der logische Aufbau der Welt*, Leipzig 1928 [Carnap 1928a]. (No longer corresponds at all points to the author's views.)
- (3) *Scheinprobleme in der Philosophie. Das Fremdpsychische und der Realismusstreit*, *Ibid.* [Carnap 1928b].
- (4) *Abriß der Logistik, mit besonderer Berücksichtigung der Relativitätstheorie und ihrer Anwendungen* (in: *Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung*) [Carnap 1929b], Vienna 1929.
- * (5) "Die alte and die neue Logik", *Erkenntnis* 1, 1930 [Carnap 1930]. [Also in French: *L'ancienne et la nouvelle logique*. Paris 1933 [Carnap 1933]].
- * (6) "Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache", *Erkenntnis* 2, 1932 [Carnap 1932a].
- * (7) "Die physikalische Sprache als Universalsprache der Wissenschaft", *Erkenntnis* 2, 1932 [Carnap 1932d]. Also in English: *The Unity of Science* (in: *Psyche Miniatures*), London 1934 [Carnap 1934d].
- * (8) "Psychologie in physikalischer Sprache", with critical remarks by E. Zilsel and K. Duncker and a reply by the author, *Erkenntnis* 3, 1932 [Carnap 1932e;f].
- * (9) "Über Protokollsätze", *Erkenntnis* 3, 1932 [Carnap 1932g]. (On this topic cf. Neurath [8].)
- * (10) "On the Character of Philosophical Problems", *Philosophy of Science* 1, 1934 [Carnap 1934a].
- (11) *Logische Syntax der Sprache* (in: *Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung*), Vienna 1934 [Carnap 1934f].
- (12) "Die Antinomien and die Unvollständigkeit der Mathematik", forthcoming in: *Monatshefte für Mathematik und Physik* [Carnap 1934b].
- Dubislav, W., *(1) *Die Philosophie der Mathematik in der Gegenwart*, Berlin 1932 [Dubislav 1932].
- * (2) *Naturphilosophie*, Berlin 1934 [Dubislav 1933].
- Feigl, H., *(1) *Theorie und Erfahrung in der Physik*, Karlsruhe 1929 [Feigl 1929].
- Fraenkel, A., (1) *Einleitung in die Mengenlehre* (chs. 4 and 5), 3rd ed., Berlin 1928 [Fraenkel 1928].
- * (2) "Die heutigen Gegensätze in der Grundlegung der Mathematik", *Erkenntnis* 1. 1930 [Fraenkel 1930].
- Frank, Ph., *(1) "Was bedeuten die gegenwärtigen physikalischen Theorien für die allgemeine Erkenntnislehre?", *Erkenntnis* 1, 1930 [Frank 1930].
- * (2) "Der Charakter der heutigen physikalischen Theorien", *Scientia* 1931 [Frank 1931].
- * (3) *Das Kausalgesetz and seine Grenzen* (in: *Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung*), Vienna 1932 [Frank 1932].
- Frege, G., (1) *Grundgesetze der Arithmetik, begriffsschriftlich abgeleitet*, Jena, vol. 1 1893, vol. II 1903 [Frege 1893–1903].
- Gödel, K., (1) "Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica and verwandter Systeme I", *Monatshefte für Mathematik und Physik* 38, 1931 [Gödel 1931].

- e. *Zur Wissenschaftslogik der Psychologie*: Neurath (6), (9), Carnap (3), (8).
 f. *Zur Wissenschaftslogik der Soziologie*: Neurath (4), (7).

Literaturverzeichnis

Die mit * bezeichneten Schriften sind *leichter verständlich*.

- Ajdukiewicz, K. (1) Sprache und Sinn. Erkenntnis 4, 1934 [[Ajdukiewicz 1934]].
 Behmann, H. (1) Mathematik und Logik. Leipzig 1927 [[Behmann 1927]].
 Carnap, R. * (1) Physikalische Begriffsbildung. Karlsruhe 1926 [[Carnap 1926a]].
 (2) Der logische Aufbau der Welt. (Berlin) Leipzig 1928 [[Carnap 1928a]]. (Entspricht nicht mehr in allen Punkten der gegenwärtigen Auffassung.)
 (3) Scheinprobleme in der Philosophie. Das Fremdpsychische und der Realismusstreit. Ebendort [[Carnap 1928b]].
 (4) Abriß der Logistik, mit besonderer Berücksichtigung der Relationstheorie und ihrer Anwendungen. (Schriften z. wiss. Weltauff.) Wien 1929 [[Carnap 1929b]].
 * (5) Die alte und die neue Logik. Erkenntnis 1, 1930 [[Carnap 1930]]. Auch französisch: L'ancienne et la nouvelle logique. Paris 1933 [[Carnap 1933]].
 * (6) Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache. Erk. 2, 1932 [[Carnap 1932a]].
 * (7) Die physikalische Sprache als Universalsprache der Wissenschaft. Erk. 2, 1932 [[Carnap 1932d]]. Auch englisch: The Unity of Science. (Psyche-Miniatures) London 1934 [[Carnap 1934d]].
 * (8) Psychologie in physikalischer Sprache. Mit Erwiderungen. Erk. 3, 1932 [[Carnap 1932e;f]].
 (9) Über Protokollsätze. Erk. 3, 1932 [[Carnap 1932g]]. (Vgl. dazu: Neurath [8]).
 * (10) On the character of philosophical problems. Philos. of Science 1, 1934 [[Carnap 1934a]].
 (11) Logische Syntax der Sprache. (Schriften z. wiss. Weltauff.) Wien 1934 [[Carnap 1934f]].
 (12) Die Antinomien und die Unvollständigkeit der Mathematik. Wird erscheinen in: Monatsh. Math. Phys [[Carnap 1934b]].
 Dubislav, W. * (1) Die Philosophie der Mathematik in der Gegenwart. Berlin 1932 [[Dubislav 1932]].
 * (2) Naturphilosophie. Berlin 1934 [[Dubislav 1933]].
 Feigl, H. *(1) Theorie und Erfahrung in der Physik, Karlsruhe 1929 [[Feigl 1929]].
 Fraenkel, A. (1) Einleitung in die Mengenlehre. (Kap. 4 und 5). Berlin (3. A.) 1928 [[Fraenkel 1928]].
 * (2) Die heutigen Gegensätze in der Grundlegung der Mathematik. Erk. 1, 1930 [[Fraenkel 1930]].
 Frank, Ph. *(1) Was bedeuten die gegenwärtigen physikalischen Theorien für die allgemeine Erkenntnislehre? Erk. 1, 1930 [[Frank 1930]].

- Hahn, H., * (1) “Die Bedeutung der wissenschaftlichen Weltauffassung, insbesondere für Mathematik und Physik”, *Erkenntnis* 1, 1930 [Hahn 1930].
- * (2) *Überflüssige Wesenheiten. Occams Rasiermesser* (in: *Veröffentlichungen des Vereines Ernst Mach*), Vienna 1931 [Hahn 1931].
- (3) “Die Krise der Anschauung”, in: *Krise and Neuaufbau in den exakten Wissenschaften* (lectures by Hahn et al.), Vienna 1933 [Hahn 1933b].
- * (4) *Logik, Mathematik and Naturerkennen* (Einheitswissenschaft 2), Vienna 1931 [Hahn 1933a].
- Hilbert, D., and Ackermann, W., (1) *Grundzüge der theoretischen Logik*, Berlin 1928 [Hilbert and Ackermann 1928].
- Jørgensen, J., (1) *A Treatise of Formal Logic: Its Evolution and Main Branches, with its Relation to Mathematics and Philosophy*, 3 vols., Copenhagen 1931 [Jørgensen 1931].
- * (2) “Über die Ziele and Probleme der Logik”, *Erkenntnis* 3, 1932 [Jørgensen 1932].
- Menger, K., (1) “Der Intuitionismus”, *Blätter für deutsche Philosophie* 4, 1930 [Menger 1930].
- (2) “Die neue Logik”, in *Krise...*, see Hahn (3) [Menger 1933].
- Mises, R. v. * (1) “Über das naturwissenschaftliche Weltbild der Gegenwart”, *Die Naturwissenschaften* 19, 1931 [von Mises 1930].
- Neurath, O., (1) “Definitionsgleichheit and symbolische Gleichheit”, *Archiv für Systematische Philosophie* 16, 1930 [Neurath 1910].
- * (2) with Carnap and Hahn, *Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis* (in: *Veröffentlichungen des Vereines Ernst Mach*), Vienna 1929 [Carnap et al. 1929e].
- * (3) “Wege der wissenschaftlichen Weltauffassung”, *Erkenntnis* 1, 1930 [Neurath 1930].
- * (4) *Empirische Soziologie. Der wissenschaftliche Gehalt der Geschichte und der Nationalökonomie* (in: *Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung*), Vienna 1931 [Neurath 1931d].
- (5) “Physicalism: The Philosophy of the Viennese Circle”, *The Monist* 41, 1933 [Neurath 1931a].
- * (6) “Physikalismus”, *Scientia* 50, 1931 [Neurath 1931b].
- * (7) “Soziologie and Erkenntnis”, *Erkenntnis* 2, 1931 [Neurath 1931c].
- (8) “Protokollsätze”, *Erkenntnis* 3, 1932 [Neurath 1932]. (On this topic cf. Carnap (9).)
- * (9) *Einheitswissenschaft und Psychologie* (*Einheitswissenschaft* 1), Vienna 1933 [Neurath 1933].
- Reichenbach, H., * (1) *Ziele and Wege der heutigen Naturphilosophie*, Leipzig 1931 [Reichenbach 1931]. [Also in French: *La philosophie scientifique*. Paris 1932 [Reichenbach 1932].]
- Rougier, L., (1) *Les paralogismes du rationalisme*, Paris 1920 [Rougier 1920].
- Russell, B., (1) with Whitehead, N., *Principia Mathematica*, I 1910 (2nd ed. 1925); II 1912 (2nd ed. 1927); III 1913 (2nd ed. 1927) [Whitehead and Russell 1910-13; 1925-27].

42

- * (2) Der Charakter der heutigen physikalischen Theorien. *Scientia*, 1931 [Frank 1931].
- * (3) Das Kausalgesetz und seine Grenzen. (Schriften z. wiss. Weltauff.) Wien 1932 [Frank 1932].
- Frege**, G. (1) Grundgesetze der Arithmetik, begriffsschriftlich abgeleitet. Jena, I 1893, II 1903 [Frege 1893–1903].
- Gödel**, K. (1) Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme. I. *Monatsh. Math. Phys.* 38, 1931 [Gödel 1931].
- Hahn**, H. * (1) Die Bedeutung der wissenschaftlichen Weltauffassung, insbesondere für Mathematik und Physik. *Erk.* 1, 1930 [Hahn 1930].
- * (2) Überflüssige Wesenheiten. *Occams Rasiermesser*. (Veröff. Ver. E. Mach) Wien 1931 [Hahn 1931].
- (3) Die Krise der Anschauung. In: *Krise und Neuaufbau in den exakten Wissenschaften*. (Vorträge von Hahn u. a.) Wien 1933 [Hahn 1933b].
- * (4) *Logik, Mathematik und Naturerkennen*. (Einheitswiss. Heft 2) Wien 1933 [Hahn 1933a].
- Hilbert**, D. und **Ackermann**, W. (1) *Grundzüge der theoretischen Logik*. Berlin 1928 [Hilbert and Ackermann 1928].
- Jørgensen**, J. (1) *A treatise of formal logic. Its evolution and main branches, with its relation to mathematics and philosophy*. 3 Bde., Kopenhagen 1931 [Jørgensen 1931].
- * (2) Über die Ziele und Probleme der Logistik. *Erk.* 3, 1932 [Jørgensen 1932].
- Menger**, K. (1) *Der Intuitionismus*. *Bl. f. dt. Philos.* 4, 1930 [Menger 1930].
- (2) Die neue Logik. In: *Krise ...* [Menger 1933], siehe Hahn (3).
- Mises**, R. v. * (1) Über das naturwissenschaftliche Weltbild der Gegenwart. *Naturwiss.* 19, 1931 [von Mises 1930].
- Neurath**, O. (1) *Definitionsgleichheit und symbolische Gleichheit*. *Arch. f. syst. Phil.* 16, 1910 [Neurath 1910].
- * (2) mit Carnap und **Hahn**: *Wissenschaftliche Weltauffassung. Der Wiener Kreis*. (Veröff. Ver. E. Mach) Wien 1929 [Carnap et al. 1929e].
- * (3) *Wege der wissenschaftlichen Weltauffassung*. *Erk.* 1, 1930 [Neurath 1930].
- * (4) *Empirische Soziologie. Der wissenschaftliche Gehalt der Geschichte und der Nationalökonomie*. (Schriften z. wiss. Weltauff.) Wien 1931 [Neurath 1931d].
- (5) *Physicalism. The philosophy of the Viennese Circle*. *Monist* 41, 1931 [Neurath 1931a].
- * (6) *Physikalismus*. *Scientia* 50, 1931 [Neurath 1931b].
- * (7) *Soziologie im Physikalismus*. *Erk.* 2, 1931 [Neurath 1931c].
- (8) *Protokollsätze*. *Erk.* 3, 1932 [Neurath 1932]. (Vgl. dazu: Carnap [9]).
- * (9) *Einheitswissenschaft und Psychologie*. (Einheitswiss. Heft 1). Wien 1933 [Neurath 1933].
- Reichenbach**, H. * (1) *Ziele und Wege der heutigen Naturphilosophie*. Leipzig 1931 [Reichenbach 1931]. Auch französisch: *La philosophie scientifique*. Paris 1932 [Reichenbach 1932].
- Rougier**, L. (1) *Les Paralogismes du Rationalisme*. Paris 1920 [Rougier 1920].

- (2) *Einführung in die mathematische Logik*. (Translations of the introductions to Princ. Math. I¹ und I²). Munich 1932 [Russell and Whitehead 1932].
- (3) *Einführung in die mathematische Philosophie*. (1919) Munich 1932 [Russell 1930].
- Schlick, M., (1) *Allgemeine Erkenntnislehre*, Berlin 1918 (2nd ed. 1925) [Schlick 1925a]. (No longer corresponds at all points to the author's views.)
- (2) "Naturphilosophie", in: Dessoir, ed., *Lehrbuch der Philosophie*, Berlin 1925 [Schlick 1925b].
- * (3) "Die Wende der Philosophie", *Erkenntnis* 1, 1930 [Schlick 1930].
- (4) "Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik", *Die Naturwissenschaften* 19, 1931 [Schlick 1931].
- * (5) "Positivismus und Realismus", *Erkenntnis* 3, 1932 [Schlick 1932-33].
- Tarski, A., (1) "Fundamentale Begriffe der Methodologie der deduktiven Wissenschaften I", *Monatshefte für Mathematik and Physik* 37, 1930 [Tarski 1930].
- Wittgenstein, L. (1) *Tractatus Logico-Philosophicus* With an introduction by B. Russell. (Parallel german-english edition) London 1922 [Wittgenstein 1922]. (Also under the title "Logisch-philosophische Abhandlung", with preface by B. Russell, in: *Ann. Naturphil.* 14, 1921 [Wittgenstein 1921].)
- 285' Zilsel, E. (1) "Naturphilosophie", in: *Schnaß, Einführung in die Philosophie*, Osterwieck 1928 [Zilsel 1928].

- Russell**, B. (1) mit **Whitehead**, N. Principia Mathematica. I (1910) 2. A. 1925; II (1912) 1927; III (1913) 1927 [Whitehead and Russell 1910-13; 1925-27].
- (2) Einführung in die mathematische Logik. (Übersetzung der Einleitungen von Princ. Math. I¹ und I²). München 1932 [Russell and Whitehead 1932].
- (3) Einführung in die mathematische Philosophie. (1919) München 1932 [Russell 1930].
- Schlick**, M. (1) Allgemeine Erkenntnislehre. Berlin (1918) 2. A. 1925 [Schlick 1925a]. (Entspricht nicht mehr in allen Punkten der gegenwärtigen Auffassung).
- (2) Naturphilosophie. In: Lehrbuch der Philosophie, herausg. von Dessoir. Berlin 1925 [Schlick 1925b].
- * (3) Die Wende der Philosophie. Erk. 1, 1930 [Schlick 1930].
- (4) Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik. Naturwiss. 19, 1931 [Schlick 1931].
- * (5) Positivismus und Realismus. Erk. 3, 1932 [Schlick 1932-33].
- Tarski**, A. (1) Fundamentale Begriffe der Methodologie der deduktiven Wissenschaften I. Monatsh. Math. Phys. 37, 1930 [Tarski 1930].
- Wittgenstein**, L. (1) Tractatus logico-philosophicus. With an introduction by B. **Russell**. (Deutsch-engl. Parallelausg.) London 1922 [Wittgenstein 1922]. (Auch unter dem Titel „Logisch-philosophische Abhandlung“, mit Vorwort von B. **Russell**, in: Ann. Naturphil. 14, 1921 [Wittgenstein 1921].)
- Zilsel**, E. (1) Naturphilosophie. In: Schnaß, Einführung in die Philosophie. Osterwieck 1928 [Zilsel 1928].

46

1934e Die Aufgabe der Wissenschaftslogik

- | | |
|--|---|
| 8:31 Nominativ Singular] Nom. Sing. CT | 34:2 Wittgenstein] W. CT |
| 20:1 Wissenschaftslogik] Wissenschaft CT | 34:2 Wittgenstein] W. CT |
| 28:8 Leśniewski] Lesniewski CT | 34:24 Wissenschaftslogik] Wissenschaftslogik CT |
| 28:8 Łukasiewicz] Lukasiewicz CT | 34:34 Gegenstände] Gegenständen CT |

1987b The Task of the Logic of Science

- | | |
|---|--|
| 25:17 concerning] into the CT | 43:1 Einführung in die mathematische Logik. (Translations of the introductions to Princ. Math. I ¹ und I ²). Munich 1932] <i>Introductions to Principia Mathematica</i> , 1st and 2nd eds., 1910 and 1925 CT |
| 27:3 Zilsel] Ziller CT | 43:3 Einführung in die mathematische Philosophie. (1919) Munich 1932 [[Russell 1930]]] <i>Introduction to Mathematical Philosophy</i> [London 1919] CT |
| 27:4 Dubislaw] Dubislaw CT | 43:16 With an introduction by B. Russell. (Parallel german-english edition) London 1922 [[Wittgenstein 1922]]. (Also under the title "Logisch-philosophische Abhandlung", with preface by B. Russell, in: Ann. Naturphil. 14, 1921 [[Wittgenstein 1921].]) [D.F. Pears and B.F. McGuinness, trs., London 1961], with an introduction by B. Russell. CT |
| 27:6 Leśniewski] Lesniewski CT | |
| 27:6 Łukasiewicz] Lukasiewicz CT | |
| 29:17 $(\exists x)[P(x)]$] $(\exists x)[P(x)]$ CT | |
| 29:31 $(\exists x)[P(x)]$] $(\exists x)[P(x)]$ CT | |
| 31:2 $(\exists x)$] $(\exists x)$ CT | |
| 31:5 $(\exists x)$] $(\exists x)$ CT | |
| 37:15 Pointers to the Literature] Bibliographical Indications CT | |
| 37:16 a.] 1. CT | |
| 37:18 b.] 2. CT | |
| 37:24 c.] 3. CT | |
| 37:27 d.] 4. CT | |
| 37:30 e.] 5. CT | |
| 37:32 f.] 6. CT | |
| 37:34 *] an asterisk CT | |
| 39:4 Ibid.] Leipzig 1928 CT | |
| 39:44 I"] I CT | |
| 41:18 in <i>Krise...</i> , see Hahn (3) [[Menger 1933]]] in: <i>Krise and Neuaufbau in den exakten Wissenschaften</i> (lectures by Hahn et al.), Vienna 1933 CT | |

Bibliography

- Ajdukiewicz, Kazimierz. 1934. "Sprache und Sinn." *Erkenntnis* 4(1), pp. 100-138.
- Behmann, Heinrich. 1927. *Mathematik und Logik*. Mathematisch-physikalische Bibliothek, vol. 71, Leipzig and Berlin: Teubner.
- Carnap, Rudolf. 1926a. *Physikalische Begriffsbildung*. Wissen und Wirken: Einzelschriften zu den Grundfragen des Erkennens und Schaffens, vol. 39, Karlsruhe: Braun. Reprinted in CWRC volume 1, pp. 303-391.
- . 1928a. *Der logische Aufbau der Welt*. Berlin-Schlachtensee: Weltkreis-Verlag.
- . 1928b. *Scheinprobleme in der Philosophie: Das Fremdpsychische und der Realismusstreit*. Berlin-Schlachtensee: Weltkreis-Verlag.
- . 1929b. *Abriss der Logistik, mit besonderer Berücksichtigung der Relationentheorie und ihrer Anwendungen*. Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung, vol. 2, Wien: Springer.
- . 1930. "Die alte und die neue Logik." *Erkenntnis* 1(1), pp. 12-26.
- . 1932a. "Überwindung der Metaphysik durch logische Analyse der Sprache." *Erkenntnis* 2(4), pp. 219-241.
- . 1932d. "Die physikalische Sprache als Universalsprache der Wissenschaft." *Erkenntnis* 2(4), pp. 432-465.
- . 1932e. "Psychologie in physikalischer Sprache." *Erkenntnis* 3(2-3), pp. 107-142.
- . 1932f. "Erwiderung auf die vorstehenden Aufsätze von E. Zilsel und K. Duncker." *Erkenntnis* 3(2-3), pp. 177-188.
- . 1932g. "Über Protokollsätze." *Erkenntnis* 3(2-3), pp. 215-228.
- . 1933. *L'Ancienne et la Nouvelle Logique*. Trad. du général Ernest Vouillemin. Introd. de Marcel Boll. Actualités scientifiques et industrielles, vol. 76, Paris: Hermann.
- . 1934a. "On the Character of Philosophic Problems." *Philosophy of Science* 1(1), pp. 5-19.

- . 1934b. “Die Antinomien und die Unvollständigkeit der Mathematik.” *Monatshefte für Mathematik und Physik* 41(2), pp. 263-284.
- . 1934d. *The Unity of Science*. Psyche Miniatures General Series, vol. 63, London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co.
- . 1934f. *Logische Syntax der Sprache*. Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung, vol. 8, Vienna: Springer.
- Carnap, Rudolf, Hans Hahn, and Otto Heurath. 1929e. “Wissenschaftliche Weltauffassung: Der Wiener Kreis.”
- Dubislav, Walter. 1932. *Die Philosophie der Mathematik in der Gegenwart*. Philosophische Forschungsberichte, vol. 13, Berlin: Junker & Dünnhaupt.
- . 1933. *Naturphilosophie*. Philosophische Grundrisse, vol. 2, Berlin: Junker & Dünnhaupt.
- Feigl, Herbert. 1929. *Theorie und Erfahrung in der Physik*. Wissen und Wirken, vol. 58, Karlsruhe: Braun.
- Fraenkel, Adolf. 1928. *Einleitung in die Mengenlehre*. 3rd ed. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen, vol. 9, Berlin: Springer.
- . 1930. “Die heutigen Gegensätze in der Grundlegung der Mathematik.” *Erkenntnis* 1(1), pp. 286-302.
- Frank, Philipp. 1930. “Was bedeuten die gegenwärtigen physikalischen Theorien für die allgemeine Erkenntnislehre?” *Erkenntnis* 1(NUMBER?), pp. 126-157.
- . 1931. “Der Charakter der heutigen physikalischen Theorien.” *Scientia* 49(NUMBER?), pp. 183-196.
- . 1932. *Das Kausalgesetz und seine Grenzen*. Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung, vol. 6, Wien: Springer.
- Frege, Gottlob. 1893-1903. *Grundgesetze der Arithmetik, begriffsschriftlich abgeleitet*, 2 vols. Jena: Pohle.
- Gödel, Kurt. 1931. “Über formal unentscheidbare Sätze der *Principia Mathematica* und verwandter Systeme I.” *Monatshefte für Mathematik und Physik* 38(1), pp. 173-198.
- Hahn, Hans. 1930. “Die Bedeutung der wissenschaftlichen Weltauffassung, insbesondere für Mathematik und Physik.” *Erkenntnis* 1(NUMBER?), pp. 69-105.
- . 1931. *Überflüssige Wesenheiten: Occams Rasiermesser*. Veröffentlichungen des Vereines Ernst Mach, Wien: Wolf.
- . 1933a. *Logik, Mathematik und Naturerkennen*. Einheitswissenschaft, vol. 2, Wien: Gerold.

Bibliography

49

- . 1933b. “Die Krise der Anschauung.” In *Krise und Neuaufbau in den exakten Wissenschaften: Fünf Wiener Vorträge*. Leipzig and Wien: Deuticke, pp. 41–64.
- Hilbert, David and Wilhelm Ackermann. 1928. *Grundzüge der theoretischen Logik*. Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete, vol. 27, Berlin: Springer.
- Hume, David. 1748. *An Enquiry concerning Human Understanding*. ???
- Jørgensen, Jørgen. 1931. *A Treatise of Formal Logic: Its Evolution and Main Branches, with Its Relations to Mathematics and Philosophy*, 3 vols. Copenhagen: Levin & Munksgaard.
- . 1932. “Über die Ziele und Probleme der Logistik.” *Erkenntnis* 3(NUMBER?), pp. 73–100.
- Kraus, Oskar. 1934. *Wege und Abwege der Philosophie: Vorträge und Abhandlungen*. Prag: Calve.
- Menger, Karl. 1930. “Der Intuitionismus.” *Blätter für Deutsche Philosophie* 4(3/4), pp. 311–325.
- . 1933. “Die neue Logik.” In *Krise und Neuaufbau in den exakten Wissenschaften: Fünf Wiener Vorträge*. Leipzig and Wien: Deuticke, pp. 93–122.
- Neurath, Otto. 1910. “Definitions-gleichheit und symbolische Gleichheit.” *Archiv für systematische Philosophie* 16, pp. 142–144.
- . 1930. “Wege der wissenschaftlichen Weltauffassung.” *Erkenntnis* 1, pp. 106–125.
- . 1931a. “Physicalism: The Philosophy of the Viennese Circle.” *The Monist* 41, pp. 618–623.
- . 1931b. “Physikalismus.” *Scientia* 50, pp. 297–303.
- . 1931c. “Soziologie im Physikalismus.” *Erkenntnis* 2, pp. 393–431.
- . 1931d. *Empirische Soziologie: Der wissenschaftliche Gehalt der Geschichte und Nationalökonomie*. Schriften zur wissenschaftlichen Weltauffassung, vol. 5, Wien: Springer.
- . 1932. “Protokollsätze.” *Erkenntnis* 3, pp. 204–214.
- . 1933. *Einheitswissenschaft und Psychologie*. Einheitswissenschaft, vol. 1, Wien: Gerold.
- Reichenbach, Hans. 1931. *Ziele und Wege der heutigen Naturphilosophie*. Leipzig: Meiner.
- . 1932. *La philosophie scientifique: Vous nouvelles sur ses buts et ses méthodes*, ed. Ernest Vouillemin. Actualités scientifiques et industrielles, vol. 49, Paris: Hermann.

- Rougier, Louis. 1920. *Les paralogismes du rationalisme: Essai sur la théorie de la connaissance*. Paris: Alcan.
- Russell, Bertrand. 1920. *Introduction to Mathematical Philosophy*. 2nd ed. London: Allen and Unwin.
- . 1923. *Einführung in die mathematische Philosophie*. München: Drei Masken Verlag. German translation of Russell (1920) by Emil Julius Gumbel and Walter Gordon, with an introduction by David Hilbert.
- . 1930. 2nd ed. of Russell (1923).
- Russell, Bertrand and Alfred North Whitehead. 1932. *Einführung in die mathematische Logik (Die Einleitung der „Principia Mathematica“)*. München: Drei Masken Verlag.
- Schlick, Moritz. 1918. *Allgemeine Erkenntnislehre*. Naturwissenschaftliche Monographien und Lehrbücher, vol. 1, Berlin: Springer.
- . 1925a. 2nd ed. of Schlick (1918).
- . 1925b. “Naturphilosophie.” In *Lehrbuch der Philosophie*, vol. 2: *Die Philosophie in ihren Einzelgebieten*, ed. Max Dessoir. Berlin: Ullstein, pp. 393-492.
- . 1930. “Die Wende der Philosophie.” *Erkenntnis* 1, pp. 4-11.
- . 1931. “Die Kausalität in der gegenwärtigen Physik.” *Die Naturwissenschaften* 19(7), pp. 145-162.
- . 1932-33. “Positivismus und Realismus.” *Erkenntnis* 3, pp. 1-31.
- Tarski, Alfred. 1930. “Fundamentale Begriffe der Methodologie der deduktiven Wissenschaften I.” *Monatshefte für Mathematik und Physik* 37, pp. 361-404.
- von Mises, Richard. 1930. “Über das naturwissenschaftliche Weltbild der Gegenwart.” *Die Naturwissenschaften* 18, pp. 885-893.
- Whitehead, Alfred North and Bertrand Russell. 1910-13. *Principia Mathematica*, 3 vols. Cambridge: Cambridge University Press.
- . 1925-27. *Principia mathematica*. 3 vols. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wittgenstein, Ludwig. 1921. “Logisch-Philosophische Abhandlung.” *Annalen der Naturphilosophie* 14, pp. 185-262.
- . 1922. *Tractatus Logico-Philosophicus*. London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co.
- Zilsel, Edgar. 1928. “Naturphilosophie.” In *Einführung in die Philosophie*, ed. Franz Schnaß. Osterwieck: Zickfeldt, pp. 107-143.

Index

- Ackermann, Wilhelm Friedrich, 42
 Ajdukiewicz, Kazimierz, 27, 28, 40
- Behmann, Heinrich, 29, 30, 40
 Boll, Marcel, 28
 Brentano, Franz, 33, 34
 Bridgman, Percy Williams, 27, 28
- Carnap, Rudolf, 27, 29, 33
 Chwistek, Leon, 27, 28
- Dubislav, Walter, 27, 28, 40, 42, 48
 Duncker, Karl, 39
- Feigl, Herbert, 27, 28, 42
 Fraenkel, Adolf, 40, 42
 Frank, Philipp, 27, 28, 40, 42
 Frege, Gottlob, 29, 30, 33, 34, 42
- Gödel, Kurt, 29, 30, 42
 Grelling, Kurt, 27, 28
- Hahn, Hans, 27, 28, 40, 42, 44
 Heisenberg, Werner, 37
 Hempel, Carl Gustav, 27, 28
 Hilbert, David, 29, 30, 42
 Hume, David, 5-7, 25-28
 Husserl, Edmund, 33, 34
- Jørgensen, Jørgen, 27-30, 42
- Kaila, Enio Sakari, 27, 28
 Kotarbiński, Tadeusz, 27, 28
 Kraft, Viktor, 27, 28
 Kraus, Oskar Joachim, 33, 34
- Langevin, Paul, 27, 28
 Langford, Cooper Harold, 27, 28
 Leibniz, Gottfried Wilhelm, 29, 30
 Leśniewski, Stanisław, 27, 28, 48
 Lewis, Clarence Irving, 27, 28
- Mach, Ernst, 27, 28
 Marty, Anton, 33, 34
 Menger, Karl, 27, 28, 40, 44
 Mises, Richard von, 27, 28, 44
 Morris, Charles w., 27, 28
- Neurath, Otto, 27, 28, 33, 34, 37, 38, 40, 44
- Ostwald, Wilhelm, 27, 28
- Poincaré, Henri, 27, 28
 Popper, Karl Raimund, 27, 28
- Reichenbach, Hans, 27, 28, 44
 Rey, Abel, 27, 28
 Rougier, Louis, 27, 28, 44
 Russell, Bertrand, 27-30, 33, 34, 44-46, 48
- Schlick, Moritz, 27, 28, 40, 44
 Stebbing, Lizzie Susan, 27, 28
- Tarski, Alfred, 27, 28, 44
- Łukasiewicz, Jan, 27, 28, 48
- Weyl, Hermann, 33, 34
 Whitehead, Alfred North, 29, 30, 44

52

Wittgenstein, Ludwig, 27, 28, 33, 34, 44,
48

Zilsel, Edgar, 27, 28, 39, 40, 46, 48

Index