

by Schwarz in its vague linguistic meaning) might further elucidate this idea.

- The concept of uniquely applying descriptions (fundamentally a logical concept) may present problems in the theory of referring (pragmatics). Consider the implications of the following possible, semantically interesting variants of TRUE:
- $\text{TRUE}_1(P, o)$ – Predicate P is true of object o (with no additional limitations imposed on predicates and objects)
- $\text{TRUE}_2(P, o)$ – Predicate P is true of o and of o only (i.e. with the implied limitation that there is (can be?) no other object o' ($\neq o$) such that $\text{TRUE}_1(P, o')$. Cf. Schwarz's expression $\text{Tr}(P, b)$)
- $\text{TRUE}_3(P, o)$ – Predicate P is true of o with the implied symmetrical limitation that there is (can be?) no other predicate $P' (\neq P)$ such that $\text{TRUE}_1(P', o)$.

The reviewed book is a source of interesting and original ideas and insights. However, it does not exhaust the very complicated topic of naming and referring. For a general reader, it might prove to be rather technical and theoretical.

Otto Sechser

BALZER, Wolfgang; KAMLAH, Andreas (Hrsg.): *Aspekte der physikalischen Begriffsbildung: theoretische Begriffe und operationale Definitionen*. (Aspects of concept formation in physics: theoretical concepts and operational definitions.) Braunschweig/Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn 1979. 255 p.

Der von W. Balzer und A. Kamlah herausgegebene Band „Aspekte der physikalischen Begriffsbildung“ erfaßt zwölf Beiträge eines Kolloquiums zusammen, das im November 1977 in Osnabrück stattgefunden hat. Die Aufsätze sind nach inhaltlichen Gesichtspunkten in die vier Rubriken „Begriffsbildung unter logischem Aspekt“ (1), „Begriffsbildung unter methodischem Aspekt“ (2), „Begriffe zu Raum und Zeit“ (3) und letztlich „Begriffe der Mechanik“ (4) eingeordnet worden. In der Einleitung wird auch die Möglichkeit diskutiert (und schließlich verworfen), die einzelnen Texte nach „Schulzugehörigkeit“ (S. 2) zu sortieren. Mit Vertretern des *Konstruktivismus*, der *Analytischen Philosophie* und der Gruppe um G. Ludwig sind nämlich – wie in der Einleitung hervorgehoben wird – „alle derzeit in der Bundesrepublik wichtigen scientific communities zu Wort (gekommen)“ (S. 1). Wir wollen das Buch zum Anlaß nehmen, die drei auf dem Kolloquium vertretenen Denkansätze zur Charakterisierung der physikalischen Begriffsbildung knapp zu skizzieren.

Intuitiv umrissen, besteht das Programm der Analytischen Wissenschaftstheorie darin, wissenschaftliche Erkenntnisse mittels Methoden der Sprachanalyse rational (d.h. logisch korrekt) zu rekonstruieren. Wissenschaftstheorie in diesem Sinne ist angewandte Logik. Bei Fragen der wissenschaftlichen Begriffsbildung ist entsprechend der logische Definitionsbegriff zentral (vgl. Balzer, S. 14–18). Dieser behauptet die Definierbarkeit eines Begriffs q durch andere Begriffe $p_1, \dots, p_n$ dergestalt, daß jede Aussage über q einer Aussage über $p_1, \dots, p_n$ äquivalent ist. D.h. auch, daß q jederzeit durch $p_1, \dots, p_n$ eliminierbar ist.

Es gilt nun, den Definierbarkeitsbegriff auf Theorien zu beziehen, denn physikalische Erkenntnisse liegen stets in Form von Theorien vor. Jede Theorie T ist formuliert in einer Sprache $L(T)$, und zu jeder Theorie gehört eine Menge von Modellen $M(T)$ dieser Theorie. Die Sprache $L(T)$ ist interpretiert, d.h., jedem sprachlichen Ausdruck ist ein Sachverhalt zugeordnet. Verhalten sich diese Sachverhalte so, wie es die Axiome der Theorie oder Ableitungen daraus beschreiben, so sind sie Modelle der Theorie. Die Zuordnung einer Menge von Sachverhalten zu einem Ausdruck q aus $L(T)$ sei $I(q)$. Die Interpretationen I sind im Falle der Physik Größen realer physikalischer Systeme. Balzer formuliert aus diesen Bestandteilen einen Satz, der die logische Definierbarkeit eines Begriffs in einer Theorie ausdrückt: Ist q in T durch $p_1, \dots, p_n$ definierbar, so ist in jedem Modell $M(T)$ die Interpretation $I(q)$ durch $I(p_1), \dots, I(p_n)$ eindeutig bestimmt (vgl. S. 18).

Sicherlich werden logische Definitionen bei der physikalischen Begriffsbildung angewandt. „Man findet jedoch“ – so Balzer – „Beispiele, in denen ganz offensichtlich *keine* logische Definition vorliegt“ (S. 20, Hervorhebung im Original). Aus Balzers Argumenten für die These, daß logische Definitionen in der Physik im allgemeinen nicht adäquat sind, sei das „ontologische“ (als das philosophisch brisanteste) vorgetragen. Nach dem „Ockhamschen Sparsamkeitsprinzip“ ist nur das als Realität anzusehen, was unbedingt nötig ist. Ist nun q in T durch $p_1, \dots, p_n$ definierbar, so langt es also auf Grund der Eliminierbarkeit von q hin, nur dem Realität zuzusprechen, das durch $p_1, \dots, p_n$ bezeichnet wird; q wird demnach kein korrespondierendes Stück Realität zuerkannt. D.h. also, „(logisch) definierbare Terme bezeichnen keine eigene Realität“ (S. 20). Nun gibt es aber doch wohl Kräfte, Elektronen usw. als Teile der Realität. Behaupten wir aber die logische Definierbarkeit der entsprechenden Terme, so leugnen wir damit deren Realität. Damit ist die Schwierigkeit gezeigt.

Man ist nun in der Situation, für die Physik (und wohl auch für andere Wissenschaften) eine andere Definitionsart neben der logischen zuzulassen. Die „physikalische Definierbarkeit“ (vgl. S. 27–34) orientiert sich an der Meßbarkeit. Ein Begriff q ist physikalisch definierbar durch $p_1, \dots, p_n$, wenn es bei hinreichender Kenntnis von $p_1, \dots, p_n$ möglich ist, den Wert von q für jedes Argument zu ermitteln. Diese „Ermittlung“ ist hier kein logisches Verfahren, sondern eine Messung. Wenn wir – wie üblich – unter einer „operationalen Definition“ eine Begriffsbildung durch Angabe von geeigneten Operationen verstehen, so ist die hier geschilderte physikalische Definition eine Spielart der operationalen Definition.

Die „alte“ Analytische Philosophie (etwa Carnap) lehnte operationale Definitionen auf Grund unliebsamer logischer Konsequenzen stets ab. Balzer hat sich, vom Standpunkt der Analytischen Wissenschaftstheorie ausgehend, dem Konstruktivismus einen Schritt genähert.

Wieder intuitiv und grob umrissen, besteht das Programm des Konstruktivismus darin, Regeln für Handlungen in wissenschaftlichen Zusammenhängen aufzustellen und so – ausgehend von der Alltagswelt – wissenschaftliche Ergebnisse zu rekonstruieren. Wissenschaftstheorie in diesem Sinne ist ein präskriptives Unternehmen. Nach Lorenzen befindet man sich bei der Definition physikalischer Grundbegriffe im Bereich der von ihm so benann-

ten „Protophysik“ (vgl. *Pfarr*, S. 147). Bei wissenschaftlichen Handlungen und so auch bei der physikalischen Begriffsbildung ist nach *Janich* ein „Prinzip der methodischen Ordnung“ (vgl. S. 81–98) konstitutiv. Dieses Prinzip ist keine Aussage, sondern eine Vorschrift, ist also im Sinne der Logik weder wahr noch falsch. Das Prinzip der methodischen Ordnung schreibt solchen Handlungen etwas vor, für die überhaupt eine methodische Ordnung besteht. Was unter einer „methodischen Ordnung“ zu verstehen ist, sei an einem alltäglichen Beispiel verdeutlicht (vgl. S. 85): um eine bemalte Holzfigur herzustellen, sollte man zuerst ein Holzstück schnitzen und dann bemalen. Der umgekehrte Weg führt dagegen nicht zum Ziel, ist aber durchaus begehbar. Die methodische Ordnung ist hier halt 1. Schnitzen – 2. Malen. Um die erfolglosen Handlungsketten (in unserem Beispiel: 1. Malen – 2. Schnitzen) auszuschließen, fungiert das Prinzip der methodischen Ordnung als Verbotsnorm. „Wo es nicht respektiert wird, ergeben sich falsche Beschreibungen oder zu Mißerfolgen führende Vorschriften“ (S. 85).

Wenn man davon ausgeht, daß Physik auf Erfahrung beruht (was wohl jeder Physiker oder Wissenschaftstheoretiker behaupten würde), dann ist man nach *Janich* gezwungen, die physikalische Begriffsbildung auf die Laborpraxis zurückzuführen (vgl. S. 96). Die Daten, die in der Laborpraxis gewonnen werden, sind nun aber abhängig von den Bedingungen ihrer Gewinnung, von den Geräten und deren Funktionen. Wie man sieht, liegt beim Definieren in der Physik eine bestimmte methodische Ordnung vor. Eine Definition hat sich somit primär an den Geräten und an der Laborpraxis zu orientieren, da ansonsten das Prinzip der methodischen Ordnung verletzt würde. Eine Definition im Sinne des Konstruktivismus ist also stets eine operationale Definition.

In der Konzeption physikalischer Theorien von *Ludwig* geht es um die Kopplung einer axiomatisierten mathematischen Theorie mit einer physikalischen Theorie, wobei die grundlegenden Begriffe der Alltagswelt entnommen werden. Eine physikalische Theorie ist hier die Verbindung von Mathematik (Mengentheorie) und (physikalischer) Wirklichkeit.

Ausgangspunkt einer physikalischen Theorie (vgl. *Ludwig*, S. 99–107) sind undefinierte Mengen, die interpretiert werden mit Hilfe von Begriffen, die schon vor der zu entwickelnden Theorie bekannt sind. Über diese Mengen werden Strukturen bestimmter Art konstruiert, die wiederum durch bekannte Begriffe physikalisch interpretiert werden. Wir erhalten somit Bildterme (über die Mengen) und Strukturterme (über die Strukturen). „Da alle in einem solchen mathematischen Bild, d.h. einer axiomatischen Basis eingeführten Menschen und Strukturen in diesem Sinn eine als *bekannt* angenommene physikalische Bedeutung haben und da keine weiteren Strukturen und Mengen in der axiomatischen Basis vorkommen, sollte eine solche mathematische Theorie tatsächlich nicht mehr enthalten als Bilder, vielleicht idealisierte Bilder von Strukturen der Wirklichkeit“ (S. 101 f., Hervorhebung im Original). Die Ableitungen von Mengen E_i und Strukturen U_j aus dieser axiomatischen Basis werden auch stets etwas von der Wirklichkeit widerspiegeln. Weiterhin wird gefordert, daß die E_i und U_j Mengen von Bildern realer Sachverhalte darstellen, was hier soviel heißt, daß die Funktionen meßbar sein sollen.

Ist nun U eine Struktur einer bestimmten Art S über

den Mengen $E_1, \dots, E_n$ und sind $U, E_1, \dots, E_n$ Mengen von Bildern realer Sachverhalte, so nennt man S einen neuen physikalischen Begriff (vgl. S. 104).

Ludwig stellt mit diesem Verfahren zur physikalischen Begriffsbildung die These einer unbeschränkten Meßbarkeit der physikalischen Begriffe auf. Die Forderung an U und $E_1, \dots, E_n$, meßbar zu sein, heißt hier aber nicht, daß Meßmethoden einen physikalischen Begriff festlegen (vgl. S. 105). Ein Begriff wird vielmehr durch die Mengen realer Sachverhalte definiert. Mit dieser These befindet sich *Ludwig* in der Nähe des logischen Positivismus (etwa des *Wiener Kreises*), der ja bekanntlich für alle wissenschaftlichen Terme empirische Signifikanz forderte.

Wie wir gesehen haben, schließen weder die Konstruktivisten noch Vertreter der Analytischen Philosophie die operationale Definition bei der physikalischen Begriffsbildung aus. Damit stellen sie sich gegen eine der „populärsten“ Wissenschaftsauffassungen unserer Zeit: den Holismus, wie er z.B. von *Kuhn* oder *Feyerabend*, später auch von *Sneed* oder *Stegmüller* vorgetragen wird. Die Grundthese des Holismus besagt, daß eine Theorie nur als Ganzheit beurteilt werden kann. Begriffe werden immer auf eine bestimmte Theorie T bezogen. Man definiert also Begriffe nur in bezug auf T , nie „allgemein“. Hieraus folgt, daß Begriffe einzig aus den Axiomen von T (oder auch aus den sog. „Paradigmen“ im Sinne *Kuhns*) ihre Bestimmung erhalten, mithin ausschließlich durch logische Definition. Nach *Ludwig* sind Begriffe nicht von Theorien, sondern von Mengen realer Sachverhalte abhängig: so steht auch er gegen die holistische Konzeption.

Nach den Osnabrücker Ergebnissen erscheint es wohl gerechtfertigt zu sagen, „daß der Holismus nicht das letzte Wort in der physikalischen Semantik sein kann“ (Einleitung, S. 4). Die Frage ist nur, ob der Weg zur operationalen Definition, der philosophiegeschichtlich ein Rückweg ist (nämlich zu *Bridgman*), oder der Weg zum *Ludwigschen* Theoriekonzept, der auch ein Rückweg ist (zum *Wiener Kreis*), Wege in die Zukunft sein können.

Beiträge:

- (1) *W. Balzer*: Logische versus physikalische Definitionen in der physikalischen Begriffsbildung, S. 13–36;
M. Heidelberger: Über eine Methode der Bestimmung theoretischer Terme, S. 37–48;
U. Majer: Sind „Physikalische Begriffe“ definierbar?, S. 49–78
- (2) *P. Janich*: Physikalische Begriffsbildung gegen das „Prinzip der methodischen Ordnung“, S. 81–98;
G. Ludwig: Axiomatische Basis und physikalische Begriffe, S. 99–107
- (3) *K. J. Düsberg*: Zur Zeitmessung, S. 111–126;
K. Mainzer: Stetigkeit und Vollständigkeit in der Geometrie, S. 127–146
J. Pfarr: Zur Eindeutigkeit der Zeit in der Protophysik, S. 147–166;
H. J. Schmidt: Zur Charakterisierung des euklidischen Raumes durch Gebiete und Transporte, S. 167–187
- (4) *A. Kamlah*: Die Bedeutung des d'Alembertschen Prinzips für die Definition des Kraftbegriffes, S. 191–217;
D. Mayr: Zur Strukturart der allgemein-nichtrelativistischen Punktmechanik, S. 219–237;
H. Tetsen: Der Status des Massen- und Kraftbegriffes in einer technik-orientierten Interpretation der klassischen Mechanik, S. 239–255

Wolfgang G. Stock