

Sektion für Logik und Philosophie

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **AssociationNews**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **142 (1962)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

15. Sektion für Logik und Philosophie

Sitzung der Schweizerischen Gesellschaft zur Pflege der Logik
und Philosophie der Wissenschaften

Samstag, den 8. September 1961

Symposium über *Tatsachen und Definitionen*

1. J.-B. GRIZE (Neuchâtel). – *Le concept de définition du point de vue de la logique.*

Le concept de définition est un concept complexe qui a donné lieu à de nombreuses recherches de la part des logiciens contemporains et le bref exposé qui suit se propose seulement de situer quelques-unes des idées principales.

1. Introduction

1.1 Soit un système S de signes donnés que nous appellerons aussi *signes primitifs*. Au sens strict, une définition est une opération qui permet d'introduire un signe nouveau en S . Le résultat d'une telle opération est une relation binaire, que nous noterons $' = df'$, dont le membre de gauche est appelé *le défini* ou *definiendum* et le membre de droite *le définissant* ou *definiens*.

Si le système S est purement formel, le défini et le définissant sont composés de signes dépourvus de toute signification. On parle alors de *définitions syntaxiques* ou parfois *nominales*.

Si le système S est interprété, c'est-à-dire si on a attribué une signification à chacun de ses signes primitifs, le définissant a lui aussi, en général, une signification et les signes nouveaux du défini en acquièrent une. On parle de *définitions sémantiques*.

1.2 Au sens large, une définition peut encore être *réelle*. Il ne s'agit plus alors d'introduire un nouveau signe, mais de relier entre elles des significations connues par ailleurs.

2. Définitions syntaxiques

Elles consistent en de simples abréviations d'écriture et se présentent sous la forme :

$$A = df B.$$

Nous distinguerons deux cas :

2.1 A est constitué par un seul signe nouveau, simple ou complexe, et B ne contient que des signes primitifs. On parlera alors d'une *définition concrète*.

Ex. Soit le système S qui contient les deux seuls signes $'0'$ et $'1'$. On pourra poser des définitions du genre :

$$I = df 0' \quad \text{ou} \quad IV = df 0''''.$$

2.2 Le définissant contient, outre des signes primitifs, un certain nombre de variables libres. Dans ce cas le défini doit contenir aussi une mention de chacune de ces variables. On parlera d'un *schéma de définition*. *Ex.* Soit P et Q deux variables propositionnelles et S un système qui comporte les signes ' \vee ' et ' \sim '. On posera :

$$P \supset Q = \text{df } \sim P \vee Q.$$

Dans les deux cas, le signe ' $= \text{df}'$ doit être accompagné d'une règle de remplacement au terme de laquelle le défini peut être éliminé de tout contexte où il figure.

Remarques

1. Si l'introduction d'un signe nouveau A dans S élargit S et un nouveau système S' , il faut noter toutefois qu'aucune expression Φ qui ne contient pas A n'est démontrable en S' sans l'être en S .

2. Les symboles nouveaux sont entièrement arbitraires, à la condition néanmoins qu'un même symbole ne soit jamais l'abréviation de deux expressions différentes.

3. Le définissant ne peut jamais contenir le symbole à définir.

4. Puisqu'il s'agit de purs graphismes, aucun problème d'existence ne se pose.

5. Enfin, le rôle des définitions syntaxiques est de simple commodité. Elles servent à gagner du temps et à faciliter la lecture des expressions.

3. Définitions sémantiques

3.1 Nous distinguerons d'abord les définitions qui peuvent se mettre sous la même forme que les définitions syntaxiques, à ceci près que le définissant a maintenant une signification. On les rencontre aussi en dehors des systèmes formels stricts. Ainsi, lorsqu'on dit, par exemple :

carré = df quadrilatère à 4 côtés égaux et à 4 angles égaux

on introduit le mot «carré» par une définition sémantique. C'est à ce genre de définitions que pensait Pascal lorsqu'il recommandait de «substituer mentalement la définition à la place du défini». Il faut souligner, en effet, que lorsque de telles définitions sont utilisées dans une langue naturelle, le défini a déjà le plus souvent une signification. On choisit alors, dans la mesure du possible, un définissant qui en restreint le sens plus qu'il ne le modifie complètement.

Remarques

1. Contrairement à ce qui se passe pour les définitions syntaxiques, il est possible que le même symbole soit défini par plusieurs définissants différents.

Ex. $P \supset Q = \text{df non-}P \text{ ou } Q$

$P \supset Q = \text{df non-}(P \text{ et non-}Q).$

2. Une définition sémantique n'est ni vraie, ni fausse puisqu'il s'agit d'une convention. Cependant, le problème de l'existence du défini se pose et sa solution est fonction de la nature de S .

3. Le rôle des définitions sémantiques dépasse largement celui des définitions syntaxiques. En effet, le fait de donner un nom à certains contenus de pensée, montre que l'auteur leur attribue une importance particulière. D'autre part, elles constituent un procédé pour donner un sens précis à des notions qui avaient jusqu'alors le plus souvent une signification mal définie.

3.2 Une espèce de définition sémantique, qui joue un rôle considérable dans les fondations même des systèmes formels, mérite d'être signalée. Il s'agit des *définitions inductives*. Elles sont constituées par trois sortes de clauses :

1. Une clause initiale qui stipule que tels objets sont des n .
2. Une ou plusieurs clauses inductives qui précisent sous quelles opérations un n est encore un n .
3. Une clause finale qui pose que ce qui précède définit tous les n .

Ex. 1. 0 est un nombre naturel.

2. Si x est un nombre naturel, x' est un nombre naturel.

3. Rien n'est un nombre naturel, sinon par ce qui précède.

Comme on le voit, une telle définition permet de construire de proche en proche les « nombres naturels », à savoir : 0, 0', 0''...

3.3 Signalons enfin les *définitions implicites*. Etant donné un système d'axiomes, dans lequel figurent entre autres des signes non interprétés (disons '0' et '' dans les axiomes de Peano énoncés en français), toute interprétation acceptable du système fournit une définition sémantique des signes. Mais on sait qu'il existe toujours, si le système est entièrement formalisé, une pluralité d'interprétations possibles.

4. Quelques définitions complexes

Nous grouperons ici, sans pouvoir malheureusement entrer dans les détails, quelques types de définitions d'une importance fondamentale pour l'édification de la logique et des mathématiques et qui, dans des systèmes S convenables, peuvent se ramener à des définitions syntaxiques.

4.1 *Définitions par abstraction*. Elles permettent d'introduire un prédicat nouveau à partir d'une relation d'équivalence r , c'est-à-dire d'une relation transitive, symétrique et réflexive. Le champ d'une telle relation est, en effet, composé de classes disjointes, dites *classes d'équivalence*, telles que si x et y font partie d'une même classe, on a $r(x, y)$ et, quelque soit y , si x fait partie de la classe et si $r(x, y)$, alors y fait partie de la classe. Dès lors, ces classes représentent des propriétés des membres du champ de r , propriétés définies par abstraction relativement à r .

4.2 *Définitions récursives.* Leur rôle initial est de définir des fonctions d'entiers à n variables. Dans le cas le plus simple ($n = 1$), la définition récursive d'une fonction f a la forme :

$$f(0) = \text{df } k \qquad f(x') = \text{df } g[x, f(x)],$$

où k est une constante, x une variable qui prend sa valeur sur les entiers non négatifs, x' désigne le successeur de x et g est une fonction donnée de deux variables.

Remarques

1. Le définissant du second schéma contient le symbole à définir. Cela impose de calculer la valeur de la fonction en partant du premier schéma et de procéder ensuite de proche en proche. C'est cet aspect de construction effective qui donne toute leur portée aux définitions récursives.

2. Selon les fonctions g que l'on s'accorde et selon la complexité des schémas de définition, on obtiendra différents types de récursivité: primitive, partielle, générale, etc.

3. L'intérêt principal de ce genre de définition tient à ce qu'il a été possible de montrer, entre autres, que la classe des fonctions définissables par récursivité générale est identique à celle des fonctions calculables par une machine de Turing et qu'il est très probable que cette classe coïncide avec celle de toutes les fonctions effectivement calculables.

4.3 *Définitions par cas.* Elles sont caractérisées par le fait qu'à un même défini correspond deux ou plusieurs définissants différents. Un exemple en fera comprendre le mécanisme.

Supposons données la fonction «prédécesseur» et les relations ' $>$ ' et ' $=$ '. On pourra alors définir la fonction nouvelle :

$$f(x) = \text{df } \begin{cases} \text{prédécesseur de } x, & \text{si } x > 0 \\ 0, & \text{si } x = 0 \end{cases}$$

expression qui contient bien deux définissants différents.

5. *Définitions réelles*

Les logiciens scolastiques appelaient *définitions réelles* ou *définitions de chose* l'analyse d'un concept complexe en d'autres plus simples. Il est difficile, le définissant devant contenir l'«essence» du défini, de préciser exactement de quoi il s'agit. Nous nous contenterons de remarquer que, dans un système interprété S qui contient de plus une relation d'équivalence logique, il est possible, dans chaque théorème de la forme :

$$\vdash P \equiv Q$$

de considérer Q comme le définissant de P et de parler, dans certains cas, de définition réelle.

Ex. La formule: $\vdash P \supset Q \cdot \equiv \cdot \sim P \vee Q$, dans laquelle chacun des signes a reçu son interprétation habituelle, peut être considérée comme une définition réelle du conditionnel (\supset).

6. Résumé

Une définition est une classe de couples (A, B) , liée à un système formel ou à une langue et telle que trois cas sont possibles :

1. A et B sont des symboles non interprétés. Définition syntaxique ou simple abréviation.

2. A est un symbole et B a reçu une interprétation. Définition sémantique qui attribue à A la signification de B .

3. A et B ont reçu une interprétation préalable. Définition réelle qui analyse A par B .

2. R. FLORIN (Chur, Guarda). — *Über die Realität in der Physik.*

«Warum ist überhaupt Seiendes und nicht vielmehr Nichts?» Das ist in der Formulierung *Heideggers* die ursprünglichste aller Fragen, die Grundfrage der Metaphysik. Die Frage umgreift alles Seiende, das Gewesene, das jetzt Vorhandene und das künftig Seiende; sie weist auf das Seiende im Ganzen, nicht auf ein besonderes, einzelnes Seiendes. Und doch drängt sich bei diesem Fragen ein Seiendes immer wieder merkwürdig vor: die Menschen, die diese Frage stellen (1).

Wie ist die Natur beschaffen? Das ist die Grundfrage der Naturwissenschaft. Diese Frage weist nicht mehr auf das Seiende im Ganzen, als ein solches, sondern auf ein einzelnes Seiendes, auf jenes Seiende, von dem die Naturwissenschaften handeln: auf die Natur. Wieder drängt sich ein Seiendes vor: der Mensch, der Naturwissenschaften treibt. Er drängt sich vor dadurch, daß er das Seiende «Natur» aufspaltet in ein Subjekt «Mensch» und ein Objekt «Außenwelt». So hat er sich hervorgehoben und zugleich, wenigstens für einen Augenblick, der Frage entzogen, die nunmehr lautet: «Wie ist die physikalische Außenwelt für uns beschaffen?» Das Wort «physikalische» erinnert an die durch das Thema gegebene Beschränkung, und der Zusatz «für uns» bedeutet, daß nicht schlechthin gefragt werden kann, sondern daß *wir* fragen und daß die Antworten daher von uns abhängen, das heißt von den Mitteln, die wir einsetzen, und von der Sprache, die wir sprechen. Ein oft genanntes Beispiel von *Eddington* in «*The Philosophy of Physical Science*», 1939, illustriert diese Aussage treffend. Ein Mann fischt mit einem Netz von zwei Inches Maschenweite und sagt dann: «Es gibt keine Fische, die weniger als zwei Inches dick sind, und alle Fische haben Kiemen.» Mit einem engermaschigen Netz hätte er aber auch kleinere Fische fangen können, und Tiere ohne Kiemen bezeichnet er eben nicht als Fische.

Wie ist die physikalische Außenwelt für uns beschaffen? Um an diese Frage heranzukommen, brauchen wir Wahrnehmungen aus dem Alltagsleben und physikalische Experimente; um Antworten zu formulieren, sind wir angewiesen auf Wörter und Sätze einer gewöhnlichen Sprache oder auf mathematische Ausdrücke. Wir bewegen uns also immer

in zwei Welten: in der «Welt der Experimente» und in der «Welt der Aussagen»; der Physiker bringt Experiment und Theorie in Beziehung zueinander. Dabei stoßen wir bald auf eine auffallende Vorfrage, die in ihrer allgemeinen – über den Bereich der Physik hinausreichenden – Fassung lautet:

Gibt es überhaupt eine reale Außenwelt? Sobald wir das Seiende «Natur» aufspalten in ein Subjekt und ein Objekt, gibt es natürlich eine Außenwelt, aber ist diese Außenwelt real? Die Antwort hängt ab vom Inhalt, den wir dem Begriff «real» geben. *Pauli* schreibt im Aufsatz «Phänomen und physikalische Realität», 1954: «Das, was wir antreffen, was sich unserer Willkür entzieht, womit wir rechnen müssen, ist das, was man als wirklich bezeichnet. Die europäischen Sprachen haben zwei verschieden abgeleitete Worte hierfür, das eine, lateinische: Realität, von *res* = Sache, das andere, deutsche: Wirklichkeit, von *Wirken*.» (2) Das Merkmal «was sich unserer Willkür entzieht» gestattet es, die Frage anders zu wenden: Gibt es eine vom Subjekt unabhängige Außenwelt? Zwei Antworten sind für die Physik wichtig geworden.

Für den Kritischen Realismus existiert «hinter» den Wahrnehmungen ein vom Subjekt unabhängiges Substrat: die reale Außenwelt, und es ist im Prinzip möglich, die Beschaffenheit dieser Außenwelt zu ermitteln. *Einstein* hat diese Auffassung in der Arbeit «Einleitende Bemerkungen über Grundbegriffe», 1952, wie folgt formuliert: «*Es gibt so etwas wie den „realen Zustand“ eines physikalischen Systems, was unabhängig von jeder Beobachtung oder Messung objektiv existiert und mit den Ausdrucksmitteln der Physik im Prinzip beschrieben werden kann. Diese These der Realität hat nicht den Sinn einer an sich klaren Aussage wegen ihrer „metaphysischen“ Natur; sie hat eigentlich nur programmatischen Charakter. Alle Menschen, inklusive die Quantentheoretiker, halten aber an dieser These der Realität fest, solange sie nicht über die Grundlage der Quantentheorie diskutieren.*» (3) So gesehen, sind die Naturgesetze Aussagen über Beziehungen in der realen Außenwelt, und der Realismus gerät überall dort in Schwierigkeiten, wo sich ein und denselben Wahrnehmungen mehrere voneinander verschiedene Naturgesetze zuordnen lassen, da dann mehr als eine reale Außenwelt existieren müßte.

Der Positivismus stellt die Forderung, die Wahrnehmungen und ihre Zusammenhänge vollständig zu beschreiben, und geht nicht über diese Beschreibung hinaus. Die Naturgesetze sind «nur» Aussagen über Zusammenhänge von Wahrnehmungen, und die Schwierigkeiten, die die reale Außenwelt dem Realismus bereitet, fallen für den Positivismus dahin. Nach *Einstein* hat aber der positivistische Standpunkt «– konsequent durchgeführt – eine irreparable Schwäche: er führt dazu, überhaupt alle sprachlich ausdrückbaren Sätze als sinnleer zu erklären ... Schließlich bleiben als „real“ nur die Erlebnisse eines Ich übrig ohne irgendeine Möglichkeit, irgend etwas über sie auszusagen; denn die in den Aussagen verwendeten Begriffe erweisen sich bei sauber positivistischer Analyse ausnahmslos als sinnleer.» (4) Da ein Sinnkriterium fehlt, wie es etwa der

«Wiener Kreis» gesucht hatte, können die Meinungen über «sinnvoll-sinnleer» allerdings auseinandergelassen, und die meisten Physiker vertreten heute im Gegensatz zu *Einstein* eine Auffassung, die dem Positivismus nähersteht als dem Kritischen Realismus.

Positivismus und Kritischer Realismus befriedigen beide nicht ganz, jener, weil er vor der Frage nach der realen Außenwelt haltmacht, dieser, weil wir nicht einsehen, inwiefern sich seine Aussagen wirklich auf diese reale Außenwelt beziehen. Man kann aber einen mittleren Standpunkt einnehmen und sagen:

«Es gibt eine Außenwelt, an dieser Welt ist das und nur das real, was wir heute von ihr wissen und in Naturgesetzen über sie ausgesagt haben.» Jeder Stufe unserer Erkenntnis kommt so eine eigene *reale* Außenwelt zu, und diese Welten unterscheiden sich in ihrer Realität – in ihrem Realitätsgrad – voneinander, sie haben verschiedene Strukturen. (Über die Existenz von Strukturen, die durch künftig formulierte Gesetze beschrieben werden, können wir keine Aussagen machen, so will es der Positivismus.) *Gonseth* zeigt in seiner «offenen» Philosophie, wie das gemeint ist, für den Bereich der Physik besonders eingehend in der Arbeit «Vue d'ensemble»(5):

Die «Physique du sens commun» arbeitet mit den Wahrnehmungen, die wir im Alltag machen, und mit der Sprache des Alltages. Wahrnehmung und Aussage entsprechen einander so gut, daß die Welt unserer Sinne unmittelbar als reale Außenwelt gilt. Der Realitätsgrad dieser Welt steht nicht ein für allemal fest, sondern ändert sich Hand in Hand mit der Entwicklung des «sens commun».

Auf der Stufe der klassischen Physik weiß man, daß unsere Wahrnehmungen subjektiv sind, auch wenn sie als Ergebnis von bestimmten Experimenten und von gewollten – nicht zufälligen – Beobachtungen zur Verfügung stehen. Man bemüht sich aber, das Subjektive zu eliminieren, und erforscht also eine von uns unabhängige, eine reale Außenwelt. Daß eine solche Welt existiert, nimmt man dabei als Erkenntnis der tieferen Stufe an. Auf die Frage, wie die reale Außenwelt beschaffen sei, antwortet die klassische Physik: «Meine heute bekannten Naturgesetze geben die Struktur der realen Außenwelt an.» Sie bestimmen den Realitätsgrad dieser Welt, die determiniert ist im folgenden Sinn: Aus den im Prinzip mit beliebiger Genauigkeit meßbaren Größen, die ein physikalisches System zu irgendeiner Zeit bestimmen, lassen sich diese Größen für eine andere Zeit berechnen.

Auch auf der Stufe der Relativitätstheorie rechnet man mit der Existenz einer realen Außenwelt. Gewisse Aussagen, die sich für die klassische Physik auf ihre reale Außenwelt beziehen, erweisen sich aber nur noch als Aussagen über die Wahrnehmungen eines Beobachters. Gesetze, die nicht invariant sind gegen *Lorentz*-Transformationen, gelten nicht als real. Auch weist die reale Außenwelt der Relativitätstheorie keine unendlich große Signalgeschwindigkeit mehr auf, der Begriff «Gleichzeitigkeit» zweier Ereignisse verliert daher seinen bisherigen Sinn,

und es läßt sich keine durchgehende Kausalität aufrecht erhalten (Ereignisse, die zeitlich zu nahe beieinander und zugleich räumlich zu weit auseinander liegen, können nicht mehr kausal miteinander verknüpft werden).

Eine wesentlich andere Auffassung der Realität trifft man in der Quantenphysik an, deren Gebiet nun nicht mit *Gonseth* vom Problem des Messens her betreten werden soll, sondern, ausgehend von der Grundfrage: «Wie ist die Natur beschaffen?» Die Frage ist durch die Aufspaltung der Natur in Subjekt und Objekt zwar vereinfacht, zugleich aber auch eingeeengt worden, und die Quantentheorie hat daher eine höhere Erkenntnisstufe gerade dadurch erreichen können, daß sie die Trennbarkeit von Subjekt und Objekt überprüft hat.

In der «Welt der Experimente» hat man es in der Physik zu tun mit dem Beobachter, dem Meßapparat und dem beobachteten physikalischen System. Beobachter und Meßapparat bilden das Subjekt, der Zustand des Systems ist das Objekt, und es ist nichts Neues, daß wenigstens bei gewissen Messungen eine Wechselwirkung besteht zwischen Subjekt und Objekt (bei einer Temperaturmessung etwa ändern sich die Temperatur des Thermometers und auch die zu messende Temperatur des untersuchten Körpers). Neu ist aber die Erkenntnis, daß Subjekt und Objekt bei *jeder* Messung aufeinander wirken und daß die Größe der Wechselwirkung *unbestimmt* ist und sich also nicht berechnen und eliminieren läßt. Die Quantentheorie kann daher keine von der Art der Beobachtungen unabhängigen Beschreibungen geben; sie kennt keine im klassischen Sinn reale Außenwelt.

Das Subjekt wirkt nun allerdings nicht so, daß überhaupt keine genauen Kenntnisse über ein System zu gewinnen sind, sondern so, daß es nicht möglich ist, *alle* für die Bestimmung des Zustandes des Systems nötigen Größen zu messen. Der Beobachter kann wohl unter gewissen Größen diejenigen auswählen und messen, die er will, verunmöglicht aber damit die Messung anderer Größen. *Bohr* hat diese Situation mit «Komplementarität» bezeichnet und damit einen Begriff aus der Philosophie von *William James* in die Physik eingeführt, dessen außerordentliche Bedeutung für das Problem der Realität an einem Beispiel illustriert werden soll: Um einerseits den Zustand eines Systems und dessen Änderung beschreiben zu können, muß man es beobachten, was nur im Raum und in der Zeit möglich ist. Dabei stört man das System in unbestimmter Weise. Das klassische Kausalgesetz andererseits ist nur für abgeschlossene – das heißt nicht von außen her gestörte – Systeme definiert. Daraus folgt, «daß die raum-zeitliche Beschreibung von Vorgängen einerseits und das klassische Kausalgesetz andererseits komplementäre, einander ausschließende Züge des physikalischen Geschehens darstellen. Dieser Sachlage entspricht in dem Formalismus der Theorie, daß zwar ein mathematisches Schema der Quantentheorie existiert, daß dieses Schema aber nicht als eine einfache Verknüpfung von Dingen in Raum und Zeit gedeutet werden kann.» (6)

So hat die Physik im Bemühen, Seiendes zu verstehen, begonnen, den Menschen und seine Mittel in die Beschreibung der Natur einzubeziehen – statt ihn auszuschließen –, und damit einen Weg eingeschlagen, der sie weit über ihren engeren Bereich hinaus führen wird und einmal mehr mit Wegen der Philosophie, ich denke etwa an «Die ontische Struktur» von Domingo Carvallo (1961), gleich läuft.

Literatur

1. Heidegger M.: Einführung in die Metaphysik. Tübingen 1953.
2. Pauli W.: Aufsätze und Vorträge über Physik und Erkenntnistheorie. Braunschweig 1961.
3. de Broglie L.: Physicien et penseur. Paris 1953.
4. Scientific Papers presented to Max Born. Edinburgh 1953.
5. Gonsseth F.: Philosophie des sciences: Vue d'ensemble.
6. Heisenberg W.: Physikalische Prinzipien der Quantentheorie. Mannheim 1958.

3. H. SCHILT (Biel). – *Definitionen im Physikunterricht.*

Man beginnt gewöhnlich den Physikunterricht mit einem Versuch zur Klarstellung der Aufgabe, welche diesem Unterricht zukommen soll. Diese Klarstellung ist kaum als Definition zu bezeichnen, denn sie dürfte darin bestehen, den Schülern zu sagen oder sie spüren zu lassen, daß die Physik von Erscheinungen und Vorgängen handelt, die zwischen Körpern auftreten, wobei man sich ausdrücklich gegen die Chemie und die Biologie abzugrenzen pflegt. Daß eine solche Klarstellung mannigfache Mängel aufweist, ist nicht zu bestreiten; die Schüler können leicht auf den Gedanken kommen, physikalische Probleme seien bei Lebewesen nicht wichtig, oder Atomkernumwandlungen gehörten nicht ins Gebiet der Physik. Versucht man bessere Formulierungen, zum Beispiel diejenigen aus dem «Großen Brockhaus»: «Die Physik ist die Lehre von solchen Naturvorgängen, die der experimentellen Erforschung, der messenden Erfassung und mathematischen Darstellung zugänglich sind und allgemeingültigen Gesetzen unterliegen», so ist damit auch nicht viel gewonnen, denn unter die so beschriebenen Vorgänge gehören auch solche der Chemie und der Physiologie. Auch im «Larousse» steht eine ähnliche Definition: «Science qui a pour objet l'étude des propriétés des corps et l'élaboration des lois selon lesquelles se modifie leur état ou leur mouvement sans que change leur nature.» Und im «Schweizer Lexikon» steht: «Physik ist die Wissenschaft von den Erscheinungen in der unbelebten Natur. Das allgemeine Ziel der Physik ist die Aufstellung der Naturgesetze, die den Ablauf der Vorgänge regeln und den Physiker instand setzen, den Ablauf vorherzusagen.» Weiter steht in der «Encyclopaedia Britannica» etwas bescheiden: «It is difficult to give a good and impossible to give a perfect definition of physics. . . . One is then forced back onto the semijocular definitions as for instance the one which states that physics is the subject cultivated by physicists.»

Damit dürfte deutlich geworden sein, daß diese Definitionen allesamt nicht gut sind und jedenfalls keinem Schüler deutlich machen können, was im Physikunterricht nun eigentlich geschehen soll. Und doch wird jeder Schüler, der einem guten Physikunterricht mit Verständnis gefolgt ist, von den meisten Erscheinungen und Vorgängen, die nicht gerade einem Grenzgebiet angehören, sagen können, ob sie ins Gebiet der Physik fallen oder nicht. Wir sollten uns auch nicht verwundern, daß eine Definition der Physik derartige Schwierigkeiten bereitet, geht es doch darum, ein wissenschaftliches Gebiet, das in jeder Richtung hin offen ist und sich zudem ständig erweitert, gegen andere abzugrenzen. Es wäre vielmehr erstaunlich, wenn eine derartige Abgrenzung einfach und unzweideutig möglich wäre.

Wir erwarten dagegen größeren Erfolg für interne Definitionen, Definitionen, wie sie im Physikunterricht überall vorkommen. Wir wollen versuchen, anhand einiger typischer Beispiele auch hier die Problematik zu zeigen.

Beginnen wir mit dem Begriff der *Geschwindigkeit*. Es ist relativ leicht, den Schülern zu zeigen, daß die landläufige Antwort: «Geschwindigkeit ist Weg dividiert durch Zeit», ungenau ist und besser durch «Wegzunahme durch Zeitzunahme» ersetzt wird. Falls man ungleichförmige Bewegungen betrachtet, ist auch diese Definition nur unter der Einschränkung kleiner Zeitzunahmen gültig. Mathematisch ist bekanntlich ein Grenzübergang zu vollziehen; der Physiker und auch der Schüler sieht aber leicht die Unmöglichkeit ein, einen solchen Grenzübergang messend zu verfolgen. Die Messgenauigkeit und die Gitterstruktur der Materie setzen hier Schranken, die nicht unterschritten werden können. Trotzdem ist die Definition brauchbar, wenn man den Grenzübergang nicht im mathematischen Sinne versteht, sondern ihn meßtechnisch festlegt: etwa so, daß das Meßintervall nur so lange verkleinert wird, bis der Quotient innerhalb der Meßfehler konstant bleibt. Wir erkennen daraus, daß die mathematische Definition zweckmäßig gelockert wird, derart, daß sie brauchbar und fruchtbar bleibt; es fehlt ihr die von einem axiomatischen Aufbau her gewohnte Strenge.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Definition der *elektrischen Feldstärke*. Man muß dazu eine Probeladung zu Hilfe nehmen und die Kraft benutzen, die diese im elektrischen Felde erfährt. Die Feldstärke ist dann gegeben durch den Quotienten aus der Kraft und der Größe der Probeladung. Diese selbst muß derart klein sein, daß sie das zu messende Feld nicht merklich beeinflusst; die kleinste Ladung, die uns zur Verfügung steht, ist aber die Elementarladung. Unsere Definition verliert also ihren physikalischen Sinn in der Nähe von Elementarladungen. Obwohl hier eine prinzipielle Schwierigkeit vorliegt, wird diese die Schüler nicht sehr beunruhigen, weil man sich in der Schule meistens auf die Behandlung makroskopischer Felder beschränkt.

Das Gegenstück zur elektrischen Feldstärke ist die *magnetische Induktion*. Man zog früher immer und zieht auch heute noch recht häufig

dazu die Vorstellung des isolierten Magnetpoles heran. Damit kann eine magnetische Feldstärke analog zu der elektrischen Feldstärke definiert werden. Obwohl man bald vor oder nach der Behandlung dieser Definition den Schülern zeigen muß, daß es keine isolierten Magnetpole gibt, nimmt doch wohl selten ein Schüler daran Anstoß; das ist immerhin bemerkenswert! Die Definition der magnetischen Induktion mit Hilfe der Lorentzkraft ist vom wissenschaftlichen Standpunkt aus vorzuziehen. Allerdings besteht für den Schüler die Schwierigkeit, daß die gemessene Kraft und die Geschwindigkeit der Probeladung je senkrecht auf dem zu definierenden Feldvektor stehen. Das ist jedoch keine prinzipielle, sondern eine psychologische Schwierigkeit, die durch zusätzliche Erfahrungen und Experimente rasch überwunden werden kann. Diese Definition enthält dafür unter anderem die Möglichkeit, über die Symmetriestruktur des magnetischen Feldes etwas Gültiges auszusagen; zum Beispiel kann man den Einwand von Mach diskutieren. — Daß man mit beiden Definitionen gute Physiker ausbilden kann, lehrt uns die Geschichte. Für die entscheidenden Fragen spielt eben doch die Definition einer Größe eine weit geringere Rolle als die Gesamtheit der Beziehungen, mit der diese Größe verknüpft ist. Diese Beziehungen führen im Laufe der zunehmenden Erfahrung im betreffenden Menschen zu einer Bestimmung dieser Größe, die weit weg von der ursprünglichen formalen Definition ist und viel mehr umfaßt als diese. Immerhin glaube ich, daß zweckmäßige Definitionen dem Lernenden viel unnötige Umwege ersparen und seine Ausbildung rationeller gestalten.

Eine neue Art Schwierigkeiten treten bei den Definitionen der Maßeinheiten auf. Als Beispiel wähle ich die Definition der *Stromstärkeeinheit* aus dem Gesetz für Maß und Gewicht, das seit Januar 1950 gültig ist: «Die gesetzliche Haupteinheit der elektrischen Stromstärke ist das Ampere (Symbol A).

Das Ampere ist der Strom, der durch zwei in einem Abstand von einem Meter parallel zueinander im leeren Raum angeordnete geradlinige, unendlich lange Leiter von vernachlässigbarem Querschnitt unveränderlich fließend zwischen diesen Leitern eine Kraft von $2 \cdot 10^{-7}$ Newton je Meter Länge hervorrufen würde.»

Kein Lehrer wird mit dieser Definition zum Beginn seines Unterrichtes in Elektrizitätslehre den Schülern eine zweckmäßige und klare Vorstellung von der Einheit «ein Ampere» vermitteln können. Erst nachdem ein Schüler die Gesetze und Erscheinungen der Elektrizität kennengelernt hat, kann ihm eine solche Definition etwas sagen. Doch sollte er schon vorher eine Vorstellung von der Stromstärkeeinheit besitzen. Dazu verhelfen ihm Versuche mit geeichten Amperemetern. Der Eichung dieser Instrumente schenkt er willig und gern Vertrauen. Jedermann wird übrigens in der gesetzlichen Definition der Stromstärkeeinheit bemerken, daß sie mit einem Konjunktiv endigt. In der Tat kann das in der Definition angegebene Verfahren kaum meßtechnisch benutzt werden. Es lassen sich nur mehr oder weniger direkte Konsequenzen dieser

Definition meßtechnisch auswerten, dazu ist aber eine Theorie nötig. Das genügt nun durchaus für die Wissenschaft, für den Schüler bedeutet es eine schwerverständliche Komplikation. Warum hat man nicht eine Definition gewählt, die unmittelbare experimentelle Kontrollen ermöglicht hätte? Zweifellos ist die Definition mit dem Cu- oder Ag-Voltmeter für den Schüler übersichtlicher gewesen, meßtechnisch sind auch diese problematisch, weshalb man sie vor etwas mehr als zehn Jahren glaubte ersetzen zu müssen. Die Verhältnisse liegen hier ähnlich wie beim Längennormal und der Zeiteinheit. Das Urmeter aus Pt-Ir und die Sekunde definiert durch die Rotationsdauer der Erde genügen eben den Anforderungen nicht mehr; auch sie wurden bekanntlich in der letzten Zeit ersetzt.

Wie steht es nun mit den *Naturgesetzen*?

Betrachten wir das Newtonsche Kraftgesetz: $F = m a$. In diesem Gesetz sind enthalten die Begriffe Beschleunigung, Kraft und Masse. Für den Begriff Beschleunigung gelten ähnliche Überlegungen wie für den Begriff Geschwindigkeit, sie ist genügend klar bestimmt. Dagegen weiß man von der Kraft nur, daß sie die Ursache einer Beschleunigung ist, und von der Masse sagt man, sie sei eine Art Trägheitswiderstand. Man benutzt also wesentliche Aussagen des Gesetzes, um Größen zu definieren, die in ihm vorkommen. Wir haben hier eine höchst eigenartige Situation vor uns und sollten uns wundern, daß der Schüler durch dieses Gesetz nicht verwirrt wird. Oft wird die Kraft als Ursache einer Deformation bestimmt, also unabhängig vom Newtonschen Kraftgesetz. Diese Definition ist wohl für die Schule von Vorteil, weil man doch die Kräfte mit Federwaagen zu messen pflegt. Meßtechnisch hat aber diese Definition auch ihre Nachteile, die Deformationen sind vom Zustand der Materie abhängig und können kaum allgemein als Norm festgelegt werden.

Der Begriff Kraft ist auch sonst sehr belastet: Man spricht von Wasserkraft, Kraftwerken usw. Wir dürfen auch nicht vergessen, daß noch Helmholtz von der Erhaltung der Kraft sprach und die Erhaltung der Energie meinte.

Aus dem Experiment geht übrigens nur hervor, daß $F \sim m a$ ist; die Gleichheit wird bekanntlich durch die Wahl der Maßeinheiten erzwungen. Das ist logisch nichts Besonderes, bereitet aber erfahrungsgemäß dem Schüler zusätzliche Schwierigkeiten.

Ich gehe nicht auf das Problem der schweren und trägen Masse ein, weil diese Frage in jedem Aufsatz über Relativitätstheorie deutlich genug diskutiert wird und deshalb allgemein bekannt sein dürfte.

Dagegen scheint es mir noch wichtig, einiges über die Maxwellschen Gesetze zu sagen. Wie Sie wissen, beschreiben die Maxwellschen Gesetze die Phänomene der Elektrodynamik in einer unerhört zwingenden und befriedigenden Weise. Sie bestehen aus zwei Gruppen, den den Feldstärken homogenen und den inhomogenen Gleichungen. Keines dieser Gesetze ist experimentell direkt beweisbar. Es gibt eine mathematische Ableitung, wenn man die Ausdrücke für die Energiedichten als gegeben

betrachtet. Pauli war der Meinung, daß eine solche Ableitung neben der Sache vorbeigehe, da die Ausdrücke für die Energiedichten noch weniger einleuchten als die Maxwellschen Gleichungen, weil jene die Feldstärken quadratisch enthalten. Danach ist man eben gezwungen, die Maxwell'schen Gesetze als Postulate zu betrachten; erst ihre Folgerungen sind experimentell prüfbar. Sie sind nicht mehr so einleuchtend wie das Newtonsche Kraftgesetz. Will man sie in der Schule einführen, so benötigen sie eine sorgfältige Vorbereitung des Feldbegriffes; wenn man dabei die Faradayschen Feldlinienvorstellungen benutzt, sind die Gesetze aber dem Mittelschüler zugänglich.

An einem kleinen Beispiel möchte ich zeigen, wie man auch in einem anspruchsvollen Unterricht immer wieder Vorstellungen prägt, die gegen formulierte Gesetze verstoßen. Falls man ein Netz an eine Spule angeschlossen hat, die mit einem veränderlichen Induktionsfluß verkettet ist, kann man streng genommen nicht von einer Klemmenspannung sprechen, weil ja kein Potential existiert. Trotzdem tut man so, als ob die *induzierte Spannung* nur in der Spule erzeugt würde, und setzt die Klemmenspannung zusammen aus der Ohmschen Spannung und der induzierten Spannung. Oft spricht man sogar von Potentialdifferenz! Diese Vereinfachung und Verbiegung der Begriffe ist nur deshalb möglich, weil sowohl durch die Art der Spulenwicklung wie auch durch die Art der Messung der Klemmenspannung der Fehler klein ist. Man folgt nicht der logischen Entwicklung, sondern weicht davon ab, um mit einfachern Vorstellungen zum Ziel zu kommen. Das Ziel ist aber nicht nur das numerische Resultat, sondern doch auch das Verständnis für die Zusammenhänge!

Zum Schluß noch ein hübsches Beispiel zu einer allgemeinen Definition. Was ist eine *Schwingung*? Offensichtlich ein periodischer Vorgang, so steht es fast überall. Diese Erklärung ist nur für die ungedämpften Schwingungen richtig und paßt für die meisten Schwingungen, die im täglichen Leben vorkommen, nicht. Der Begriff der Schwingung erhält seine feste und gültige Form eben erst durch die mathematische Struktur und ihre sinngemäßen Verallgemeinerungen. Damit verblaßt die wörtliche Definition, sie macht einer Platz, die nicht mehr mit einem einfachen Satz umschrieben werden kann, die vielmehr durch die experimentelle Erfahrung und die mathematische Form genährt wird.

4. W. LOHR (Bern). — *Die Abhängigkeit der psychologischen Begriffsbildung von der Forschungsmethode.*

Die Psychologie hat sich zum Ziel gesetzt, das Verhalten von Mensch und Tier zu erklären. In der Praxis des Alltags sollten die Diagnosen von Situationen einzelner Menschen und von ganzen Gruppen also auf *Erklärungen* beruhen, damit die Prognose oder sogar die technische Manipulation des Verhaltens, wie bei therapeutischen oder psychagogischen Maß-

nahmen, aber ebenso beim sozialen *engineering*, aus der Erkenntnis der betreffenden Situation und nicht aus der blinden Regelmäßigkeit des Vorkommens eines Ereignisses erfolgen.

Erklärt wird mit Hilfe von Begriffen. In den empirischen Wissenschaften bestehen sie aus Zeichen und aus Regeln der Verbindungen zwischen ihnen. Dadurch, daß die Zeichen und Verbindungsregeln auf einen genau umgrenzten Ausschnitt der Wirklichkeit bezogen sind, werden sie zu Gesetzen und schließlich zu Theorien. Wenn man von den Begriffen einer empirischen Wissenschaft spricht, handelt man gleichzeitig vom Typus ihrer Gesetze.

Die Geschichte der empirischen Wissenschaften, und insbesondere der Psychologie, hat gezeigt, daß die richtigen und falschen Erklärungen unlösbar mit dem verbunden sind, was vom Forscher als wirklich angesehen wird. Es gab eine Zeit, da wurde das Denken auf das Vorstellen und das Vorstellen auf die Wahrnehmung zurückgeführt. Oft war auch nur das wirklich, was einem Sinnesrezeptor korrespondierte, wie zum Beispiel elektromagnetische Wellen einer bestimmten Bandbreite oder wie die transversalen Luftschwingungen der Frequenzen von zirka 20–20000. Heute steht man in der Psychologie auf dem Standpunkt, daß die ganze Vielfalt der Erscheinungen, so wie sie gegeben sind, ernst zu nehmen ist, ohne daß man sich durch einen falschen Reduktionismus von ihr zu befreien sucht. Dieser Standpunkt schließt selbstverständlich nicht aus, daß die Erklärungen über die Erscheinungswelt hinausgehen, wie die Einbeziehung der Gedächtnisfunktion, das Lernen und im Augenblick nicht in Erscheinung tretende affektive Anteile von Entscheidungen in konkreten Situationen beweisen.

Die Erscheinungswelt ist gegliedert in Zusammengehöriges und Getrenntes. Die Fundamentalkategorie ist die Abstufung der Dinge und ihrer Eigenschaften nach einer vieldimensionalen Ähnlichkeit.

In der anschaulich gegebenen Welt findet man weiter die Fundamentalkategorie des Verursachungszusammenhangs. Eine Kugel bewegt im Moment des Auftreffens eine ruhende Kugel von der Stelle.

Mit diesen beiden Kategorien finden wir uns ohne und vor aller Wissenschaft in unserer Welt zurecht. Gleichzeitig aber beginnt jede empirische Wissenschaft bei diesen unmittelbaren Gegebenheiten. Die ersten Schritte sind Deskription und Klassifikation.

Faßt man Objekte, Eigenschaften, Zustände oder Ereignisse nach ihrer phänomenalen Ähnlichkeit zusammen, dann bedient man sich des Verfahrens der klassischen Logik des *Aristoteles*. Die benutzten Verfahren sind: «Definition, Vergleich und Unterscheidung, Analyse, Abstraktion, Verallgemeinerung, Bildung von Klassenbegriffen, Subsumtion, Urteilsbildung, das Ziehen unmittelbarer Folgerungen und die Bildung von Syllogismen» (zit. nach *Wertheimer*, 1957, S. 7)¹. Das den verschiedenen Objekten Gemeinsame wird unter Ausscheidung der nicht gemeinsamen, variablen Merkmale begrifflich zu einem *abstraktiven Phänotypus* zusammengefaßt. Oft haben diese Begriffe dynamische Eigen-

schaften, wie zum Beispiel der Trieb, das Es, der Instinkt, der soziale Konflikt. Das Verfahren ist gegenüber den strukturalen Bedingungen des Phänomens oder ganzer Phänomenkomplexe blind. Die Gefahr, daß strukturell Zusammengehörendes auseinandergerissen wird, ist unvermeidlich. Für die strenge Durchführung der aristotelischen Begriffsbildung ist die Subsumtion des Einzelfalls bei gleichzeitiger Abstraktion von «unwesentlichen» – hier, aber nicht dort vorhandenen – Merkmalen unter Herauslösung aus dem scheinbar nicht mitbestimmenden Gesamtzusammenhang kennzeichnend. Das dynamische Moment, «nach oben» oder «nach unten» zu streben, «ruhend» oder «bewegt zu sein», bleibt undifferenziert als Entelechie dem «abstrakten Ding» inhärent. Es bleibt unabhängig von der Gesamtsituation und den abstrahierten «Zufälligkeiten». Das als Einheit Aufgefaßte wird zur Pseudoeinheit und muß *in vivo* im Zusammenspiel mit anderen derart entstandenen Einheiten zu Widersprüchen mit dem führen, was in der Wirklichkeit tatsächlich eintritt. Dynamische Merkmale von solchen Begriffen müßten streng genommen darum auch stets und auf die gleiche Weise wirksam sein. Zum Beispiel müssen ein Trieb, ein Instinkt, der Geiz oder die Hingabe immer vorhanden sein. Wenn sie nicht in Erscheinung treten, werden sie durch etwas anderes von außen her unterdrückt. Die widersprechenden Ergebnisse und die Abweichung von Theorien, die sich im Ausgang von den phänotypischen Klassifizierungen in der Psychologie und insbesondere in der Persönlichkeitstheorie ergeben, legen die Vermutung nahe, daß die bedingenden Faktoren häufig nicht mit den phänomenal aufdringlichen Momenten des Untersuchungsgegenstandes konform gehen. Es muß also nach Mitteln und Wegen gesucht werden, die es erlauben, die zugrunde liegenden Bedingungen und Zusammenhänge ausfindig zu machen. Das führt zu einem Wandel in der Methode. Man variiert die beobachteten Sachverhalte systematisch mit den Mitteln der induktiven, der konditional-genetischen Methode und sieht zu, auf welche Weise die zu beobachtenden Sachverhalte kovariieren. Jeder Kombination von Bedingungen entspricht ein bestimmter Zustand oder Ablauf. Die Bedingungen sind das Konditionale. Durch die Variation entstehen – genetisch-operational – die verschiedenen Zustände eines und desselben *Genotyps*. Die Phänotypen der Sachverhalte können sehr verschieden, sogar entgegengesetzt aussehen. Frustration kann Aggression oder Überfreundlichkeit nach sich ziehen, je nach dem, wie die konstituierenden Bedingungen zusammenspielen (*Lewin, 1963*)². Der Forscher ist nicht so sehr an den verschiedenen Zuständen als solchen interessiert als viel mehr daran, welcher Typus von Abhängigkeiten dafür verantwortlich ist, daß sie in Erscheinung treten. Das konditional-genetische Verfahren ist eine Methode des Herangehens an den Gegenstand. Sobald die Variationen eines Sachverhaltes als ein Typus erkannt werden, setzt erst die eigentliche, begriffliche Bewältigung mit Hilfe von theoretischen Konstruktionen ein. Es wird gefragt, nach welcher logischen Regel die verschiedenen Momente am Ereignis miteinander verbunden sind. Zum Beispiel ist

in der Psychologie die Größe der Deformation einer visuellen Wahrnehmungsdimension, wie die Länge oder die Breite einer Figur (der exemplarische Fall sind die geometrisch-optischen Täuschungen), gleich der Differenz der beiden Ausdehnungen der wahrgenommenen Figur multipliziert mit der kleineren der beiden Größen und dividiert durch S , der Größe des Vergleichfeldes, das durch die beiden Ausdehnungen bestimmt ist. Dieser Ausdruck ist mit der Anzahl der Einzelvergleiche (den *rencontres*) der beiden Ausdehnungen der Figur zu multiplizieren und durch die maximale Länge der Gesamtfigur zu dividieren (*Piaget*, 1961)³. Diese Formel gilt für alle Adäquat- und Täuschungswahrnehmungen.

Die induktiven Begriffskonstruktionen, in denen die Wirklichkeit geistig bewältigt wird, sind aufs engste mit der Überprüfung dessen, was wirkt, verbunden. Die Begriffe müssen als Operationseinheiten eindeutige Dimensionen haben, die ihrerseits wiederum in eindeutigen Bezügen zu Dimensionen anderer Begriffe stehen, um schlüssige Erklärungen und Voraussagen für Zustände und Ereignisse zu liefern. Es handelt sich damit um das Vorgehen, mit dem experimentelle Wissenschaften in genügend fortgeschrittenem Stadium auf Grund der Relationen, die zwischen den Prozessen bestehen, ihre Begriffe festlegen. Das sind Gesetze in der strengen Bedeutung des Wortes (*Lewin*, 1927)⁴.

Das Verfahren der Begriffsbildung in der induktiven Wissenschaft stützt sich auf «empirische Beobachtung, sorgfältiges Sammeln von Tatsachen, empirisches Studium der Probleme, die Einführung experimenteller Methoden, die Feststellung der Korrelationen zwischen Tatsachen, die Entwicklung von Entscheidungsversuchen» (zit. nach *Wertheimer*, 1957, S. 9)¹.

In Übereinstimmung mit *Cassirer* (1910)⁵ kommt *Lewin* (1931)⁶ bei der Frage nach der Begriffsbildung in der Psychologie zu dem Schluß, daß die aristotelische Form der Begriffsbildung, obwohl auch heute noch weithin in Psychologie und Soziologie angewandt, für die Erklärung des Einzelfalls aus zwingenden Gesetzen untauglich ist.

Die Wissenschaften beginnen zunächst mit der Klassifizierung der sie interessierenden Phänomene nach ihrer anschaulichen Ähnlichkeit. Obwohl dieser Schritt am Anfang üblich ist, beginnt der Holzweg aber in dem Augenblick, da die Phänomene während der Deskription in die Begriffe der Klassenlogik überführt werden und ein «Eigenleben» gewinnen. Stehendes und Bewegtes, oder Leichtes, Nach-oben-Strebendes, und Schweres, Nach-unten-Fallendes wird entgegengesetzten Klassen mit ihrer Eigendynamik eingeordnet. Normales wird in Psychiatrie und Psychologie vom Pathologischen, die statischen, traditionsgebundenen, naturvolklichen Gesellschaften werden in der Soziologie von der dynamischen Industriegesellschaft, Schönes in der Ästhetik vom Häßlichen und Gutes in den normativen Wissenschaften vom Bösen getrennt.

Bezeichnend ist beispielsweise, daß die sorgfältige Aufgliederung einer äußerlich homogenen Gruppe, wie die Hausfrauen, nach einer ganzen Reihe von phänotypischen, sozialen Merkmalen, wie alt oder jung,

katholisch oder evangelisch, Hochschul-, Mittelschul- oder Volksschulbildung, mit Kindern oder kinderlos usw., für keine ihrer auf dem Weg der Faktorenanalyse gefundenen Grundeinstellungen zu den verschiedenen Rundfunkprogrammen entscheidend ist. Die Einstellungen und Grundhaltungen der Hausfrauen verlaufen quer durch die phänotypischen Klassifizierungen (*Graefe*, 1958)⁷. Es zeigt sich damit, daß die Hausfrauen keine natürliche soziologische Einheit, sondern nur eine nach äußeren Merkmalen gebildete Klasse sind.

In praxi wird der abstrakte Begriff fälschlich meist als ein gegebenes Ding aufgefaßt, dessen inhärente Dynamik nach Selbstverwirklichung strebt. Weil das dynamische Moment dem Gegenstand wesensmäßig zukommt und nicht aus den Bedingungen eines konkreten Zusammenhangs entsteht, muß es gleichzeitig Ursache und Ziel sein. Die Erklärungen haben teleologischen Charakter. Der Forscher, der sich dieses Vorgehens bedient, endet in Erklärungen, die im Wesen des Gegenstandes, in seinen Vermögen (wie Denk-, Intelligenz-, Willensvermögen) und in Zirkelschlüssen gründen.

In der psychologischen Triblehre setzt der Trieb die Handlung in Gang, und die Erfüllung des Triebbedürfnisses ist das Ziel der Handlung. «Der psychische Apparat» *Freuds* (1938)⁸ ist ein abstraktives Begriffssystem mit dynamischen Eigenschaften der genannten Art. Eine beliebig herausgegriffene Textstelle lautet: «Wir nennen diesen Zustand den absoluten primären Narzißmus. Er hält so lange an, bis das Ich beginnt, die Vorstellungen von Objekten mit Libido zu besetzen, narzißtische Libido in Objektlibido umzusetzen» (S. 13), und weiter: «Wir begründen das Recht, die aggressiven Regungen unter der Libido anzuführen, auf die Auffassung, daß der Sadismus eine Triebmischung von rein libidinösen mit rein destruktiven Strebungen ist, eine Mischung, die von da an nicht aufhören wird.» (S. 17, Zitate nach der Fischer-Ausgabe von 1954.) *Skinner* (1956)⁹ kritisiert dieses Verfahren samt seinen Erklärungen als vorwissenschaftlich und bezweifelt, ob jede Wissenschaft bei einiger Besinnung auf die methodologische Grundlage von empirischen Erklärungen diese Phase durchlaufen müsse.

In analoger Konstruktion ist die soziale Rolle, beziehungsweise der Status, Ursache für ein bestimmtes Verhalten, aber dieses bestimmte Verhalten ist auch Erfüllung der zu spielenden Rolle. Der Mensch handelt in der konkreten Situation in seiner individuellen Welt. Zusätzlich und darüber hinaus soll sein Verhalten aus der abgeleiteten und abstrahierten «zweiten Wirklichkeit» der Rolle des Geschlechts, des Alters, des Berufs usw. mit ihren qualitativ verschiedenen dynamischen Eigenschaften abgeleitet werden.

Durch die Abstraktion und die Herauslösung aus dem Zusammenhang wird das Gesetz zwangsläufig zum Häufigwiederkehrenden und zum Regelmäßigen abgeschwächt. Widerspricht ein Einzelfall dem Gesetz, so werden äußere, die Verwirklichung störende Momente angenommen. Durch die abstrahierende Form der Begriffsbildung ist der Einzelfall

weder erklärungsbedürftig noch erklärungsfähig. Aussagen werden nur über Klassen von Gebilden gemacht. Nachdem man der konkreten Wirklichkeit entrückt ist, sind die auf der Ebene der Abstraktion gemachten Aussagen konsequenterweise für den Einzelfall nicht mehr bindend. Damit ist die bis heute unbeantwortete Frage aufgeworfen, ob und inwieweit ein strenger Gesetzesbegriff an die Sozialwissenschaften herangebracht werden kann (*Lewin, 1927; 1931*)^{4, 6}.

Die epochalen Taten *Galileis, Keplers, Newtons* und anderer Naturforscher bestanden darin, daß sie auf der Ebene der Erkenntnis miteinander verbanden, was phänomenal getrennt erschien. Sie bewiesen mit Hilfe der Induktion, daß das Verhalten bewegter und ruhender Körper in ihrer Entstehungsweise konditional-genetisch identisch ist. Dabei kann es sich um so verschiedene Dinge, wie ruhende Steine, oder um Erde und Sonne, um die Bahnen der Planeten, um den freien Fall, oder um die Körper auf schiefer Ebene und um die Pendelbewegung handeln. Genotypisch sind sie gleich. Sie werden nach denselben Gesetzen begriffen. Diese Begriffsbildung hat nicht die Klassifizierung, sondern die planmäßige Variation einer konkreten Einzelsituation zum Ausgang. Durch dieses Vorgehen werden die Bereiche von Phänomenen, die genotypisch identisch sind, samt ihren Dimensionen und den Modi ihres zwingenden Miteinanderverbundenseins allmählich erkennbar. Inwieweit Abweichungen vom Gesetz zufälliger Natur sind, das heißt auf raum-zeitlichen Störmomenten der Rahmenbedingungen beruhen oder auf unkontrollierten systematischen Bedingungen, welche eine Revision der Gesetze erfordern, kann nie von vorneherein, sondern stets nur durch kontrollierte Abänderung der Bedingungen gesichert werden.

Bei der Aufstellung von Funktionsbegriffen geht man vorzüglich nicht von Dichotomien, sondern von graduierten Abstufungen aus, so daß scheinbar unverbundene Extreme ineinander überführt werden. Die Wahrnehmungspsychologie ist darin konsequent, daß sie phänomenal Verschiedenes, Figuren und Täuschungsfiguren, aus den gleichen dynamischen Grundbedingungen zu erklären sucht (*Piaget, 1961*)³. Das ist der Grund, warum *Lewin (1963)*² in der Handlungs- und Affektpsychologie nicht von einem abstraktiven Begriff der Frustration, der Aggression, der Gruppe und des sozio-kulturellen Wandels ausgeht. Die Forschungspraxis hat nämlich gezeigt, daß ein abstrahierendes Vorgehen zu scheinbaren Widersprüchen in den Resultaten führt. Mit seinem Vorgehen gelingt es zu zeigen, warum unter den Verhältnissen der Diktatur einmal Aggression und das anderemal Apathie entsteht. Die Unterschiede sind durch den Typ des Führers und den Grad des Wirgefühls der Gruppe bedingt. Im Fall der Apathie wirken die Bedingungen derart zusammen, daß trotz hoher Spannung in der Gruppe nur wenig Aggression und augenscheinliche Ruhe an der Oberfläche zu beobachten sind. Nicht das Wesen einer aus der Struktur herausgelösten und von ihr unabhängigen Dynamik, die in sich bereits in ihrer Einheit und Einmaligkeit völlig bestimmt ist, bildet den Ausgang der Erklärung, sondern der dynamische

Aspekt wird begriffen – sei es die erscheinende Ruhe oder die erscheinende Bewegung – als das Zueinander von notwendig so und nicht anders verbundenen Faktoren in ihrem konkreten Eingebundensein in die betreffende Umgebung. Es handelt sich um Konstruktionen von Funktionsbegriffen, in denen die Dimensionen eindeutig und möglichst mathematisch formuliert sind. Das garantiert den Aufstieg in das Allgemeine, aber auf ganz andere Art Abstrakte als zuvor, wobei jederzeit der Rückweg in den exemplarischen Fall zwanglos offen steht.

Nach *Cassirer* (1910)⁵ läuft das unterschiedliche Vorgehen schließlich einerseits auf eine Ordnung der Welt in Begriffshierarchien als ein vollständiges System wissenschaftlicher Definitionen substantieller Kräfte hinaus, welche die Wirklichkeit beherrschen, und andererseits auf die Darstellung der Wirklichkeit durch Funktionsbegriffe, in denen die konkreten Zustände und Prozesse als ein Zueinander von Relationen aufgefaßt werden. Das konditional-genetische Verfahren ist für die manipulierbare Beherrschung der Welt und für die Vorhersage von Ereignissen brauchbarer.

Relationsbegriffe eines axiomatischen Systems sind auf eine bestimmte Mannigfaltigkeit der Erscheinungswelt bezogen, die sie erklären. Dadurch werden sie zu *Gesetzen*. Die konditional-genetische Fassung von Zuständen und Prozessen in der Form von: wenn *a*, dann *b*, legt den Irrtum nahe, daß ein Gesetz um so besser fundiert sei, je häufiger und je regelmäßiger ein Ereignis eintritt. Hier liegt der Angelpunkt für die falsche Behauptung, daß es sich bei den induktiven Gesetzen um blinde, kausale Gesetze handle (*Jaspers*, 1923)¹⁰. Der wesentliche Sinn einer solchen Aussage liegt jedoch in folgendem: «... die Ereignisse *a* und *b* sind notwendig (logisch, von uns hinzugefügt) unselbständige Momente eines einheitlichen Geschehens. Die mathematische Formel gibt dabei die quantitativen Verhältnisse des Geschehens an» (*Lewin*, 1927, S. 407)⁴. Damit ist gesagt, «daß es sich beim Gesetz im wesentlichen gar nicht um eine Beziehung zwischen einer „Ursache“ und einer „Folge“ im Sinne zeitlicher verschiedener Ereignisse handelt, sondern daß gewisse charakteristische Momente eines Geschehenstypus untereinander in funktionaler Abhängigkeit stehen» (*Lewin*, 1927, S. 407)⁴. Das genetische Verfahren, das Induzieren von Bedingungen, beziehungsweise die Beobachtungshaltung, die dem Induzieren gleichkommt wie in der Astronomie, der Biologie, der Soziologie und hier der Psychologie, ist deshalb so wichtig, «... weil das Ermitteln der wirklichen „Einheiten“ des Geschehensablaufs eine Voraussetzung für das Aufstellen von Gesetzen psychischer Prozesse bildet» (*Lewin*, 1927, S. 405)⁴.

Ganz kurz sei vermerkt, daß in dieser Form der Begriffsbildung nur die logischen Relationen der vorausgesetzten Axiomatik eingehen. Die Kausalität als *die* Ursache und *die* Wirkung sind kein Teil des Funktionsbegriffs, der einen Sachverhalt erklärt, wie das weithin in der Psychologie noch geglaubt wird.

Die Forderung der Aufstellung von derartigen Gesetzen läßt unmittelbar deutlich werden, daß es sich nicht um unverbundene, disparate,

empiristische Gesetze handelt, die niemals in eine umfassende *Theorie* einzumünden vermögen, sondern um die Theoreme eines in sich logisch konsistenten Systems. *Koch* (1941)¹¹ würdigte ausführlich, daß *Lewin* der erste Psychologe war, der genau wie die Physik methodisch nach dem logischen Positivismus verfuhr: Die Fülle der Beobachtungsdaten wird in zwei Schritten einem System von Postulaten zugeordnet. Die Postulate können bereits in Form einer bestimmten Mathematik oder Logik vorliegen oder dazu eigens frei erfunden werden (*Einstein*, 1934)¹². Ihre einzigen Bedingungen sind Vollständigkeit, Unabhängigkeit und Widerspruchsfreiheit. In dem Augenblick, da die logisch frei erfundenen Postulate mit ihren explizierbaren Regeln des Schlußfolgerns (Theoreme) durch koordinierende Definitionen (zweiter Schritt der Theorienbildung) den Beobachtungsdaten eindeutig, das heißt logisch isomorph beziehungsweise strukturidentisch zugeordnet sind, ist das Formalsystem interpretiert; zum Beispiel als die *Euklidsche* Geometrie durch *Newton* auf die Mechanik, die *Riemannsche* Geometrie durch *Einstein* auf die Raum-Zeit-Koordinaten der bewegten Körper, die Topologie und die Vektormathematik durch *Lewin* auf das Verhalten angewandt wurde. Durch die Zuordnung eines Formalsystems zu den systematischen Beobachtungen sind die empirischen Konstrukta, die man auch als Erklärungsbegriffe bezeichnen kann, aufgestellt. Das System bekommt Bedeutung für die Erklärung der Wirklichkeit. Den Übergang vom interpretierten Formalsystem der Postulate zu den direkten Beobachtungen liefern die operationalen Definitionen (erster Schritt der Theorienbildung). Das sind die Bedingungen, unter denen die beobachteten «Symptome» auftreten, die das Gesetz rechtfertigen. Die Psychologie ist bis heute nur ganz allmählich und in begrenzten Bereichen über die rein operationale Form der Gesetzesformulierung hinausgekommen. Die empirischen Gesetze in der Psychologie beruhen oft auf *Ad-hoc*-Theoremen, die als Postulate vorangestellt und bei Widerspruch readaptiert werden. Das führt zu qualitativen Funktionen und Ableitungen, von denen nicht erwiesen ist, ob sie eine konsistente Theorie aus logischen Voraussetzungen abgeben können. *Lewin* (1936)¹³ bezieht die empirischen Daten des Lebensraums eines Menschen, so wie der Mensch ihn sieht, in einem expliziten Schritt auf das Formalsystem der Topologie. Dadurch findet er die Struktur des Lebensraums. Im hodologischen Raum – dem Raum der Wege in einer Situation – versucht er, über die Topologie hinausgehend, ein neues Formalsystem zu entwickeln, das bei Bekanntheit der Kräfte, das sind die Bedürfnisintensitäten mit den ihnen korrespondierenden Aufforderungscharakteren der aktuellen Ziele im Lebensraum, das Verhalten (= Lokomotion) des Menschen im Raum erklären soll (*Lewin*, 1938)¹⁴. Mit ihm sollten die besonderen Schwierigkeiten der Psychologie überwunden werden, die darin bestehen, daß die psychologischen Räume, in denen das Verhalten abläuft und die Kräfte, welche die Richtung des Verhaltens bestimmen, metrisch meist nicht bestimmbar sind.

Durch die Anwendung von Formalsystemen auf die Beobachtungsdaten klassifiziert sich sein Vorgehen als voll entwickelte empirische Begriffs- und Theorienbildung.

Seit *Lewins* erstem und unvollendetem Versuch mehren sich in der Psychologie die Entwicklungen von Theorien nach dem Muster des logischen Positivismus. So gelang es beispielsweise *Estes* (1950, 1954)^{15,16}, *Estes* und *Burke* (1953)¹⁷, desgleichen *Mosteller* und *Bush* (1951, 1955)^{18,19}, durch die Einführung wahrscheinlichkeitstheoretischer Postulate eine Theorie des Lernens zu entwickeln, die bislang unverbundene oder *ad hoc* verbundene, verschiedene Aspekte des Lernens mit Hilfe der Theoreme nahtlos aneinanderzufügen.

Die Anwendung der Nutzentheorie (*Adams*, 1960)²⁰ auf die subjektiven Wahlentscheidungen (mit Risiko des Ausgangs) ließ eine Theorie entstehen, die später vielleicht praktische Bedeutung gewinnt für die Taktik von Mitgliedern einer oder mehrerer Gruppen, die in bezug auf bestimmte Ziele gleich- oder verschieden gerichtete Interessen haben. Sie könnten unter Umständen auch für eine zutreffende Erklärung des Kaufverhaltens oder für das Lenken eines Fahrzeugs im Straßenverkehr brauchbar sein.

Im deutschen Sprachraum ging *Witte* (1960, 1960)^{21,22}, unabhängig von dem Horizont, den die Theorien eröffnen, die auf Wahrscheinlichkeitstheorie und Kombinatorik beruhen, einen eigenen Weg. Mit Hilfe des Quali-Quoten-Systems von *Pasqual* stellte er eine Theorie der Genese und der Struktur eindimensionaler Bezugssysteme auf, die einerseits als Beitrag zur Theorie des Messens gewertet werden kann und die andererseits bei Einführung einer Konstante für den Symmetriegrad der betreffenden Wahrnehmungsmannigfaltigkeit eine Voraussage für das Bestehen und die Größe von axial- und konzentrisch symmetrischen Täuschungsfiguren erlaubt.

Eine umfassende Theorie der zweidimensionalen, figuralen Wahrnehmung entwickelt *Piaget* (1961)³. Seit mehr als hundert Jahren versuchte man die geometrisch-optischen Täuschungen vergeblich in Zusammenhang mit den Adäquatwahrnehmungen zu erklären. Er fand das eingangs erwähnte Gesetz, dem sich alle Wahrnehmungen in bezug auf ihre erlebten Größenverhältnisse fügen. Die Erklärung wird durch eine auf der Mengenlehre beruhende Theorie geleistet, die sich auf das Zusammenspiel der Wahrnehmungselemente und den Mikrobewegungen des Auges oder eines analogen Vorgangs während der Wahrnehmung aufbaut.

Die Sozialwissenschaften setzen gegenwärtig in zunehmendem Maße die mathematische Statistik ein. Sie wird in der überwältigenden Zahl der Fälle nicht für eine echte Konstruktionsbildung ins Spiel gebracht wie im obigen Fall der Lerntheorie, sondern unter Zugrundelegung von phänotypischen Merkmalen nur zum Prüfen der Überzufälligkeit und der Zusammengehörigkeit von Ereignissen benutzt. Durch solche Feststellungen werden die wissenschaftlichen Probleme weder gelöst noch die Erklärungsbegriffe konstruiert. Vielmehr besteht die Gefahr, daß im Aus-

gang von Durchschnitten der Ereignisse die Aufdeckung konditional-genetischer Zusammenhänge verwischt oder unmöglich gemacht wird, weil die Möglichkeit, den Zusammenhang in geordneten Reihen von Werten mehrerer Beobachtungsaspekte zu sehen, in den Hintergrund tritt. Das verstellt den Zugang zu einem Verständnis aus einer logischen Notwendigkeit des Geschehens im Rahmen galileischer Begriffskonstruktionen.

Zu beobachten ist nun, daß sich die induktive Begriffsbildung nicht völlig von allen klassenlogischen Merkmalen befreit, wie man das mit *Lewin* meinen könnte, denn alle Zustände oder Ereignisse, die einem Gesetz gehorchen, sind unter den Begriff, in dem sich das Gesetz semantisch-syntaktisch darstellt, zu subsumieren. Die kritische Einstellung gegenüber der aristotelischen Begriffsbildung läuft nicht auf ihre Negation hinaus, sondern darauf, daß man sich gegenüber den phänotypischen Klassifizierungen reserviert verhält, um in der experimentellen Variation der ursprünglichen Phänomenordnungen über den Weg einer Reihe von Approximationen zum genetischen Begriff zu gelangen. Die Faktorenanalyse ist ein technisches Verfahren, das diesen Übergang deutlich demonstriert. Sie geht oft von phänotypischen Klassifizierungen aus, um über den Weg ihrer Korrelationen in den Faktoren zu den Dimensionen zu gelangen, die der Struktur des Geschehens in ihrem Ablauf zugrunde liegen. *Meili* (1946)²³ geht in seinen faktorenanalytischen Untersuchungen über die Intelligenz und die Denkpsychologie ganz bewußt diesen Weg.

Es ist bemerkenswert, daß in den genetischen Theorienbildungen, gleichgültig, ob sie sich auf den Gegenstand der Physik oder der Psychologie beziehen, stets von der Notwendigkeit eines Geschehens aus der Logik der Sache heraus die Rede ist. Nur noch ganz selten wird auf unbestimmte Weise von *Kausalität* im hergebrachten Sinne gesprochen. Die Kausalität wird im Lebensalltag gewöhnlich als das Verursachende unmittelbar «begriffen». Sie ist eine «Erklärung», die ihren Grund in der Plausibilität hat. Die Tasse zerbrach, weil sie auf den harten Boden fiel; er wurde böse, weil man ihn beleidigt hatte; die Minderheitengruppe zettelte einen Aufstand an, weil ihr die privilegierte Gruppe den Zugang zu Wohlstand, gleicher Bildung und höheren Ämtern versagte (soziale Kausalität). Dieser Sachverhalt wird in der Psychologie als phänomenale Kausalität bezeichnet (*Michotte*, 1962)²⁴. Bei der Analyse ihres Zustandekommens wird kein Rückgriff auf frühere und wiederholte Erfahrung gemacht, sondern auf das anschauliche Auseinanderhervorgehen in seinem wahrnehmungsautochthonen Bestand wird abgehoben. Erfahrung und Wiederholung ist damit nur sehr häufig verschwistert, so daß die zweiseitige Determiniertheit des beobachteten Ereignisses nicht immer gleich sichtbar wird. Viele empiristische Gesetze der Psychologie und der Soziologie haben diese Form oder die Form der Erfahrungshäufung, verbunden mit einer anschaulichen Wirkungsgradation. Der Gradation der Ursache (unabhängige Variable) folgt eine Gradation der Wirkung (abhängige Variable) von dem grundsätzlichen Typus $y = f(x)$.

Es soll nicht behauptet werden, daß derartige Feststellungen wertlos seien; aber diese Formalisierungen durch Kurvenanpassungen sollten nicht als Erklärungen angesprochen werden. Sie sind formalisierte Beschreibungen. Die Hineinnahme der Kausalität in den Sachverhalt bringt uns wieder in die Gefahr des aristotelischen Vorgehens bei der Bildung von Erklärungen. *Lewin* hat diesen Unterschied in den Begriffen stets klar gesehen. Er spricht in diesem Fall nicht von den Konstrukta seiner Feldtheorie, sondern von einem Phasenraum, der noch der Überführung in die Theorie bedarf. Verursachung als Erklärungs begriff gehört in das Alltagsdenken, das weitgehend an die unmittelbare Anschauung gebunden ist. Eine entwickelte Wissenschaft kann, nachdem sie den Begriff des Wesens (Substanz) in ihren Manifestationen, wie die Seele, die Vermögen (Denken, Fühlen, Wollen), die Gesellschaft, die Gruppe, den sozialen Wandel usw., mit Erfolg ausgeschieden hat, auch diesen letzten, verkappten ontologischen Rest über Bord werfen. Sie kann sich ausschließlich mit der logischen Stimmigkeit des Formalsystems und seiner Brauchbarkeit für den Forschungsgegenstand befassen, den der Forscher in systematischer Beobachtung erkenntnismäßig zu durchdringen versucht (*Albert*, 1962)²⁵.

Literaturverzeichnis

- ¹ *Wertheimer M.*: Produktives Denken. (Titel der amerik. Originalausgabe: Productive thinking.) 1957.
- ² *Lewin K.*: Feldtheorie in den Sozialwissenschaften. (Urspr. Fieldtheory in Social Science, 1952.) Huber, Bern und Stuttgart 1963.
- ³ *Piaget J.*: Les mécanismes perceptifs. Modèles probabilistes. Presses Universitaires de France, 1961.
- ⁴ *Lewin K.*: Gesetz und Experiment in der Psychologie. Symposion 1, 375–421, 1927.
- ⁵ *Cassirer E.*: Substanzbegriff und Funktionsbegriff: Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik. Berlin, B. Cassirer, 1910.
- ⁶ *Lewin K.*: Der Übergang von der Aristotelischen zur Galileischen Denkweise in Biologie und Psychologie. Erkenntnis 1, 421–466, 1931.
- ⁷ *Graefe O.*: Strukturen der Rundfunkprogrammauswahl bei Hausfrauen. Aschen-dorffsche Verlagsbuchhandlung, Münster-Westfalen 1958.
- ⁸ *Freud S.*: Abriß der Psychoanalyse. 1938.
- ⁹ *Skinner B. F.*: Critique of psychoanalytical concepts and theories. In: Minnesota studies in the philosophy of science and the concepts of psychology and psychoanalysis. Hrsg. *Feigl H.*, *Scriven M.* Univ. Minnesota Press, Minnesota 1956.
- ¹⁰ *Jaspers K.*: Allgemeine Psychopathologie, 2. Aufl., 1923.
- ¹¹ *Koch S.*: The motivation concept. Psychological Review 48, 15–38 und 127–154, 1941.
- ¹² *Einstein A.*: Zur Methode der theoretischen Physik. In: Mein Weltbild. Querido-Verlag, Amsterdam 1934.
- ¹³ *Lewin K.*: Principles of topological psychology. XV und 231 S., McGraw-Hill, New York and London 1936.
- ¹⁴ *Lewin K.*: The conceptual representation and the measurement of psychological forces. 247 S., Contr. Psychol. Theory, Vol. 1, Nr. 4. Durham (N. Carolina), Duke Univ. Press, 1938.
- ¹⁵ *Estes W. K.*: Towards a statistical theory of learning. Psychol. Rev. 57, 94–107, 1950.

- ¹⁶ *Estes W. K.*: Models for learning theory. In Committee on Human Resources, Research and Development Board, Department of Defense Symposium on psychology and learning basic military training problems. Washington, D. C., HR-HTD 201/1, 1954.
- ¹⁷ *Estes W. K., Burke C. J.*: A theory of stimulus variability in learning. *Psychol. Rev.* 60, 276–286, 1953.
- ¹⁸ *Mosteller F., Bush R. R.*: A mathematical model for simple learning. *Psychol. Rev.* 58, 313–323, 1951.
- ¹⁹ *Mosteller F., Bush R. R.*: Stochastic models for learning. New York, Wiley, 1955.
- ²⁰ *Adams E. W.*: Servey of Bernoullian Utility theory. In: *Solomon H.*: Mathematical thinking in the measurement of behavior. The Free Press of Glencoe, Illinois 1960.
- ²¹ *Witte W.*: Struktur, Dynamik und Genese von Bezugssystemen. *Psychol. Beiträge* 4, 218–251, 1960.
- ²² *Witte W.*: Experimentelle Untersuchungen zur Wahrnehmungsdynamik. *Psychol. Beiträge* 5, 456–468, 1960.
- ²³ *Meili R.*: L'analyse de l'intelligence. *Arch. de Psychol.* 31, 1–64, 1946.
- ²⁴ *Michotte A.* et collaborateurs: Causalité, permanence et Réalité phénoménales. *Etudes de psychologie expérimentales*, Louvain 1962.
- ²⁵ *Albert H.*: Probleme der Wissenschaftslehre. In: *König R., Maus H.* (Hrsg.): *Handbuch der empirischen Sozialforschung*, Bd. I, 1962.

5. E. WALTER (Zürich). – *Definitionen in den Sozialwissenschaften.*

Die wichtigsten Überlegungen dieses Vortrages sind einer Reihe von Kapiteln entnommen, die vom Vortragenden für die zweite Auflage des Werkes «Automation», das von ihm gemeinsam mit Prof. Fred. Pollock herausgegeben wird, in den einleitenden Kapiteln, vor allem im Kapitel «Können Elektronenrechner denken?», sowie in einer Studie «Klassifikation der Soziologie» formuliert wurden.