

Section de logique et de philosophie des sciences

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

Objekttyp: **AssociationNews**

Zeitschrift: **Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali**

Band (Jahr): **139 (1959)**

PDF erstellt am: **20.05.2024**

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.

16. Section de logique et de philosophie des sciences

Séance de la Société suisse de logique et de philosophie des sciences

Samedi le 12 septembre 1959

Président: Prof. Dr E. WALTER (Zürich)

Secrétaire: H. IKLÉ (Stäfa)

Symposium

gemeinsam mit der Schweizerischen Medizinisch-Biologischen Gesellschaft
und dem Verband schweizerischer geographischer Gesellschaften
über

Die kausalgenetische Analyse in den Wissenschaften

1. Prof. Dr. EMIL WALTER (Zürich). – *Einführung.*

Die Schweizerische Gesellschaft zur Förderung der Logik und der Philosophie der Wissenschaften ist Mitglied der IUHPS, der internationalen Unesco-Organisation für Logik, Methodologie, Philosophie und Geschichte der Wissenschaften. Unsere Gesellschaft darf dank der Initiative unseres verehrten Ehrenpräsidenten, Prof. Gonseth, auf eine Reihe bedeutsamer Leistungen zurückblicken. Nicht nur ist nach dem Zweiten Weltkrieg von unserer Organisation die Anregung zur Gründung anderer nationaler Organisationen sowie der heutigen internationalen Unesco-Organisation ausgegangen, es wurden auch in Zürich an der ETH mehrere internationale Kongresse für die Philosophie der Wissenschaft zunächst als «Entretiens de Zurich» abgehalten. Der letzte dieser Kongresse vom Jahre 1954 war der offizielle Kongreß der bereits erwähnten internationalen Unescoorganisation, der Union International de Philosophie des Sciences. Der nächste, der dritte Kongreß wird Ende August 1960 in Kalifornien, an der Stanford-Universität, abgehalten werden.

Die Tätigkeit unserer relativ kleinen Gesellschaft beschränkt sich gewöhnlich auf zwei Aufgaben. An unseren Jahresversammlungen werden neben der Behandlung der üblichen Vereinsgeschäfte Spezialfragen aus den Gebieten der Logik und Philosophie der Wissenschaften besprochen. Auch die Zusammenarbeit mit der Schweiz. Phil. Gesell-

schaft ist recht rege; vor allem sind viele unserer Mitglieder zugleich Mitglieder der Schweiz. Phil. Gesellschaft.

Den zweiten wichtigen Aspekt unserer Tätigkeit bildet seit einigen Jahren die Organisation von Aussprachen und Symposien an der Jahresversammlung der S.N.G. Als Sektion der S.N.G. versuchen wir die geistige Zusammenarbeit und Aussprache zwischen den verschiedenen Naturwissenschaften anzuregen, wobei der Kreis der behandelten Themen sich nicht auf die Naturwissenschaften im engeren Sinne beschränken, sondern alle Realwissenschaften, die «Sciences» im allgemeinen von der Physik bis zu der Psychologie und den Gesellschaftswissenschaften, umspannen soll. Von der Überzeugung getragen, daß die führenden physikalischen Theoretiker unserer Zeit, ein Albert Einstein, ein Niels Bohr und ein Werner Heisenberg, nicht nur als große Physiker, sondern auch als die bedeutendsten Naturphilosophen des 20. Jahrhunderts angesprochen werden dürfen, wollen wir versuchen, an den Jahresversammlungen der S.N.G. das methodische Gespräch zwischen den Einzelwissenschaften anzuregen. Wenn auch die einzelnen Realwissenschaften sich durch die von ihnen bearbeiteten Gegenstandsbereiche, ihre «Objekte» respektive Sachverhalte unterscheiden, so einigt die wissenschaftlichen Einzeldisziplinen doch weitgehend der methodische Aspekt. Grundsätzlich gibt es nur wenige wissenschaftliche Denkmethoden, nach Bochenski vier, nämlich die phänomenologische, die semiotische, die axiomatische und die reduktive Methode, nach unserer Meinung praktisch nur drei, da die phänomenologische Denkmethode nicht als «Denkmethode» bezeichnet werden kann. Ebenso gibt es nur eine relativ kleine Zahl von wissenschaftlichen Forschungsmethoden, da z.B. die Mathematisierung einer Wissenschaft in erster Linie als adäquate Strukturierung der empirisch erfaßbaren Sachverhalte aufzufassen ist. Je nach den Gegenständen einer Wissenschaft werden verschiedene Methoden anwendbar, bestimmte experimentelle Methoden in der Physik, andere in Chemie und Biologie, statistische Methoden in Ökologie, Vererbungslehre und Soziologie, Methoden der beschreibenden induktiven Beobachtung z. B. in Geographie, Geologie, Astronomie, Meteorologie, Gesellschaftswissenschaften. Unsere Aufzählung kann und will nicht vollständig und erschöpfend sein. Sie möge bloß als Anregung betrachtet werden.

Unsere gegenwärtige Tagung hat sich eine ganz bestimmte Aufgabe gestellt. Sie behandelt die Methoden der kausalgenetischen Analyse an Hand konkreter Beispiele. Erfreulicherweise haben die Sektion für medizinische Biologie und die geographische Sektion der S.N.G. sich bereit erklärt, dieses Symposium gemeinsam mit unserer Sektion durchzuführen. Die Leitung der Diskussion hat freundlicherweise Prof. Dr. O. Wyß übernommen. Erlauben Sie mir abschließend einige wenige Bemerkungen über die Methode der kausalgenetischen Analyse selbst. Diese Methode wird in allererster Linie überall dort angewendet, wo es sich um die Erforschung individuell abgrenzbarer Einheiten handelt. Die Untersuchungen über die Entwicklung eines Embryos, einer bestimmten

Kulturlandschaft, eines tropischen Wirbelsturmes oder einer Zyklone, die Ausbildung einer bestimmten Mineralgruppe oder spezifischer Gesteine, die Entstehung des menschlichen Charakters oder die Entwicklung von sozialen Gruppen bedienen sich der kausalgenetischen Analyse. Mit der genetischen Analyse wird der Werdegang, die Evolution des betreffenden Individuums untersucht, als kausale Analyse wird das dieser Evolution zugrunde liegende strukturell gegliederte Feld der zeitlichen Implikationen studiert. Kausale Analyse heißt nicht Studium eindimensionaler Ursache-Wirkungs-Beziehungen resp. linearer zeitlicher Implikationen, sondern Untersuchung der zeitlichen Abfolge von allgemeinen und speziellen Bedingungsstrukturen. Ein allgemein verbreitetes philosophisches Vorurteil verwechselt den kausalen Determinismus oft mit dem Konditionalismus. Sobald es unmöglich wird, einen bestimmten Vorgang aus der Gesamtheit der Naturerscheinungen praktisch auszusondern, muß die lineare Ursache-Wirkung bzw. die naive Kausalbeziehung versagen.

Es gibt kein allgemeines Kausalgesetz, es gibt nur spezielle Kausalgesetze, wie Ludwig Frank besonders eindrücklich in seinem hervorragenden Werke «Das Kausalgesetz und seine Grenzen» schon vor dem Zweiten Weltkrieg ausgeführt hat. Jeder unserer Referenten wird versuchen, die spezifischen Aufgaben und Probleme der kausalgenetischen Analyse in seinem Fachgebiet nachzuzeichnen. Aufgabe der Schlußdiskussion wird es sein, aus diesen Teilaspekten eine Synthese zu erarbeiten, die gemeinsamen Züge der kausalgenetischen Analyse in den Realwissenschaften zu umreißen.

2. G. ANDERS (Zürich). — *Kausale Zusammenhänge in der Genetik*¹.

Vor etwa hundert Jahren gelang es *Mendel* als erstem, zu zeigen, daß sich bei Erbsen gewisse Merkmale nach bestimmten klaren Regeln über aufeinanderfolgende Generationen verteilen. So wertvoll diese Beobachtungen auch waren, *Mendels* Genetik war eine reine Merkmalsgenetik. Er konnte für seine Beobachtungen keine befriedigende Deutung finden, und auch die damalige Biologie konnte ihm keinerlei Rahmenbeziehungen für seine Befunde liefern.

Im Laufe der nächsten Jahrzehnte zeigten immer mehr Forscher, wie *Flemming*, *van Beneden*, *Waldeyer*, *Hertwig*, daß der Zellkern mit seinen Chromosomen die Kontinuität von Generation zu Generation gewährleistet (*W. Waldeyer* 1888).

Als um die Jahrhundertwende *de Vries*, *Correns* und *Tschermak* die Mendelschen Gesetzmäßigkeiten der Merkmalsvererbung erneut beobachteten, konnte sofort aus der Fülle der nunmehr bekannten Tatsachen ein Gesamtbild der Erbvorgänge aufgebaut werden.

Der Zellkern mit seinen von Generation zu Generation übertragenen Chromosomen und die genau so regelmäßig übertragenen äußeren Merkmale des Organismus wurden zueinander in Beziehung gesetzt (*Boveri*

¹ Aus dem Zool. Vgl.-Anat. Institut der Universität Zürich, Dir. Prof. Dr. E. Hadorn.

1907, *Baltzer* 1910) und die beiden Bereiche als Genotypus und Phänotypus gegeneinander abgegrenzt (*Johannsen* 1910). Als 1915 *Morgan*, *Sturtevant*, *Muller* und *Bridges* «The mechanism of Mendelian heredity» veröffentlichten, konnten sie bereits die damals kühne Hypothese formulieren, daß jedes klar erfaßbare Erbmerkmal von der Aktivität eines in einem Chromosom abgrenzbaren Erbfaktors, nach *Johannsen* Gen genannt, bedingt werde:

“In this sense we may say that a particular factor (*p*) is the cause of *pink* (eine Augenfarbenmutante von *Drosophila*) for we use cause here in the sense in which science always uses this expression, namely, to mean that a particular system differs from another system only in one special factor.”

Zehn Jahre später, als *Morgan* (1925) seine «Theory of the gene» veröffentlichte, war diese enge Wirkbeziehung zwischen Erbfaktor und Merkmal und ihre dominierende Bedeutung für die Entwicklung der Organismen so widerspruchsfrei anerkannt, daß sie sich bald, besonders in menschlichen Belangen, in übersteigter Anwendung zu einem genetischen Determinismus entwickeln konnte.

Wie stellt sich die heutige Genetik zu dieser Auffassung? Um diese Frage zu beantworten, wollen wir die beiden Pole der Kausalbeziehung getrennt betrachten: zuerst den Genotypus, dann den Phänotypus. Das Gen von *Morgan* war als letzte korpuskuläre, funktionelle und durch Mutation veränderliche Erbinheit gedacht, durch deren Wirkung die Realisation der Merkmalsbildung gesteuert wurde. Nach *Morgans* Vorstellung sind die Gene perlschnurartig längs des Chromosoms aufgereiht. Durch Crossing over können Gene von einem Chromosom ins andere überwechseln. Es gehört zur *Morganschen* Gendefinition, daß zwischen identischen, locusgleichen Genen kein Crossing over stattfinden kann.

Ein vielzitiertes und bereits von *Morgan* beschriebenes Beispiel einer Erbinheit ist die rezessive Mutante *white* von *Drosophila melanogaster*. Sie ist sowohl genetisch als zytologisch im X-Chromosom genau lokalisiert worden und bedingt den Ausfall der Augenpigmentbildung. Seit der Entdeckung dieser Mutante wurden außer ihr zahlreiche am gleichen Ort unabhängig aufgetretene Mutationen, Allele, verschiedenster Expressivität bekannt.

1952 stellte nun *Lewis* überraschenderweise durch Crossing over fest, daß die beiden Allele *white* und *white-apricot* nicht, wie bisher angenommen, am gleichen, sondern an zwei verschiedenen, allerdings sehr nahe aneinander liegenden Orten im X-Chromosom lokalisiert sind. Weitere Untersuchungen von *Mackendrick* (1953) und *Judd* (1957) zeigten, daß sich die Gruppe der *white*-Allele in mehrere Untergruppen von Mutanten aufteilen läßt, deren jede sich von der anderen durch Crossing over trennen läßt und die auch funktionelle Verschiedenheiten zeigen. Eine bedeutende Anzahl von anderen Allelgruppen von *Drosophila*, *Neurospora*, *Saccharomyces pombe* und anderen Organismen. (Zusammenstellung bei *Pontecorvo* 1959) zeigten bei näherer Untersuchung entsprechende Befunde. Obschon solche enggruppierte Erbinheiten nicht locusgleich sind, realisieren sie, wenn sie in homologen Chromosomen einander (in sogenannter

«trans» Position) gegenüberliegen, den Phänotypus der betreffenden Mutantengruppe. Sind sie jedoch im gleichen Chromosom vereinigt (in «cis» Position), vermögen sie sich nicht gegen die Wildallele im homologen Chromosom durchzusetzen. Solche Gruppen von funktionell verwandten und auf mehrere Loci verteilten Erbfaktoren wurden Cistron genannt (*Benzer* 1957). Die einzelnen Faktoren innerhalb des Cistrons nennt *Pontecorvo* Sites (1952). Das Cistron löste das *Morgansche* Gen ab.

Aber auch das Cistron kann nicht mehr in allen Fällen als kohärente funktionelle Einheit aufgefaßt werden. *Caleff* (1957) und *Martin-Smith* (1958) zeigen, daß in der *ad₉*-Mutantengruppe von *Aspergillus*, deren Glieder auf engstem Raum nebeneinander ein Cistron bilden und dessen einzelne Sites den Phänotypus *adeninless* bedingen, ein bestimmtes Glied mit einem Teil der Partner kombiniert den Phänotypus *adeninless*, in Kombination mit den übrigen jedoch den Wildtypus realisiert. Ebenso ist die ortsspezifische Abgrenzung der Mutantengruppen nicht mehr überall leicht: es gibt bei *Neurospora* eine Mutante *yellow*. In ihrer Nachbarschaft befindet sich die Mutante *adeninless₁₆*, die zu einem Cistron mit mehreren *adeninless*-Sites gehört. Beide Mutanten, *y* und *ad*, haben funktionell nichts miteinander zu tun. Nun konnte *Pritchard* (1955, 1958) zeigen, daß *y* und *ad₁₆* auf dem Chromosom näher zueinanderstehen als die einzelnen Sites des Cistrons *ad*. Hier lassen sich die räumliche und die funktionelle Auffassung des Erbfaktors nicht mehr in gleicher Dimension auf einzelne Erbeinheiten anwenden.

Erhebt man diese Unbestimmtheit der Faktorenabgrenzung zum Grundsatz, kommt man zu *Goldschmidts* Auffassung der Erbsubstanz: er verwirft das korpuskuläre Gen von *Morgan*, welcher Größenordnung es auch sei, und faßt die Erbfaktoren als chromosomale Funktionsfelder verschiedener Ausdehnung und Wertigkeit auf, die ohne scharfe Begrenzung ineinander übergehen (*Goldschmidt* 1955). Weitere Befunde werden die korpuskuläre oder die funktionelle Auffassung der Erbeinheit noch bestätigen müssen.

Ungeachtet aller Besonderheiten ihrer Lokalisation und Wirkungsweise, sind die bisher besprochenen Erbfaktoren immerhin mehr oder weniger einzeln erfaßbar. Daneben konnte jedoch noch eine erhebliche Anzahl von chromosomalen Erbfaktoren, die sich nicht genau lokalisieren lassen, nachgewiesen werden; ihre Zahl läßt sich nicht annähernd feststellen, geschweige denn, daß sich die Funktion des einzelnen erfassen ließe. Die verschiedenen Formen dieser «Polygene» (*Mather* 1941), die wichtige Merkmale, wie die Körpergröße, bestimmen oder Penetranz und Expressivität einzelner Erbfaktoren beeinflussen, lassen sich durch planmäßige Zucht und Kreuzung im Genotypus anreichern oder mindern. Dabei können im Gegensatz zu einzeln erfaßbaren Mutanten nur globale Zusammenhänge zwischen Genotypus und Phänotypus im Rahmen von statistisch bestimmbaren Variabilitätsgrenzen dargestellt werden.

Gleichzeitig mit den Ergebnissen der Rekombinations- und Mutationsforschung wurden auch entscheidende Fortschritte hinsichtlich der Strukturkenntnis der Erbsubstanz gemacht. Wir wissen nun, daß die

Chromosomen aus feinen Doppelspiralen aufgebaut sind, die aus Ketten von aneinandergereihten Nukleinsäuren bestehen. Die Ketten haften über Querverbindungen aneinander.

Einander gegenüber stehen immer zwei komplementäre Nukleinsäuren. Spaltet sich der Faden, wie das bei der Teilung des Chromosoms geschieht, so wird das Chromosom automatisch in seiner Integrität dadurch wieder hergestellt werden, daß – aus der Umgebung – wieder die passenden komplementären Bausteine an die entsprechenden Stellen angelagert werden. Damit haben wir zum erstenmal eine gutfundierte Erklärung für die fehlerfreie Reduplikation der Erbsubstanz über viele Generationen und zugleich mit der Verteilung der zahlreichen Nukleinsäurebausteine eine hinreichende Grundlage für die Vielfalt der Erbsubstanz (*J. D. Watson und F. H. C. Crick 1953*). Die Gesamtheit dieser physikalisch-chemischen Befunde, die an totem, nicht funktionierendem Material gewonnen wurde, informiert uns augenblicklich jedoch nur über die Struktur der Erbsubstanz als Ganzes. Man muß sich nun fragen, ob sich der einzelne, lediglich durch seine Funktion im lebenden Organismus erkennbare Erbfaktor auf diese Art überhaupt erfassen läßt. Vorläufig besteht hier eine unüberbrückte, vielleicht unüberwindliche Kluft zwischen zwei Forschungsrichtungen.

Parallel zur Erforschung der Erbsubstanz hat sich entsprechend auch der andere Pol der genetischen Kausalkette, die Phänogenetik, entwickelt, und zwar gleichzeitig auf verschiedenen Ebenen.

Die Genetik der Mikroorganismen zeigt, und der Befund konnte an höheren Organismen vielfältig bestätigt werden, daß das Endergebnis einer Genwirkung sehr häufig, wenn nicht sogar immer über den Ausfall oder die Umwandlung einer Fermentwirkung zustande kommt. «One gene, one enzyme» ist die Formulierung, die *Beadle* (1945) hierfür geprägt hat. Er wollte damit gleichzeitig bedeuten, daß von jedem Erbfaktor nur eine einzige Primärwirkung ausgehe. Diese Ansicht ist nicht unbestritten. Auf alle Fälle zeigen zahlreiche Untersuchungen, daß einzelne Erbfaktoren wenigstens auf sekundären Wirkungsstufen in vielfältiger Weise in die Entwicklung der Organismen eingreifen und damit pleiotrope Wirkungsmuster mit zahlreichen Merkmalen, «Phänen», bedingen (*Hadorn 1945*). *Grüneberg* (1938) beschrieb bei der Ratte ein eindruckliches Beispiel des pleiotropen Wirkungsmusters eines Gens. Hier bewirkt ein rezessiver Faktor eine Fehlentwicklung des Knorpelgewebes. Diese wichtige Mißbildung zeitigt zahlreiche Folgeerscheinungen, die alle letzten Endes zum Tod des Trägers führen. So führt zum Beispiel die Verdickung der Rippen zur Fixierung des Thorax in Inspirationsstellung und darauf zu Lungenemphysem und Bronchektasien. Damit wird der Widerstand im Lungenkreislauf erhöht, und der Tod kann sowohl an Herzinsuffizienz als nach Kapillarblutungen in den Lungen erfolgen (nach *Hadorn 1955*). So greift die Mutante schrittweise in die Entwicklung und die Funktionen des Organismus ein. Jede Störung bedingt eine weitere Störung. Es öffnen sich auch Zweigwege, wobei es von äußeren oder inneren Milieufaktoren abhängt, welcher Weg gerade beschritten wird.

Andererseits zeigt sich, daß zum Aufbau einzelner Organe oder Funktionen meist die Mitwirkung zahlreicher Gene erforderlich ist. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Synthese des braunen Augenpigmentes bei *Drosophila melanogaster*. Ein einfaches und wichtiges Glied in der Synthesekette, die zum fertigen Pigment führt, ist die Aminosäure Tryptophan; ein Gen des ersten Chromosoms, *vermilion*, sorgt dafür, daß Tryptophan zu Kynurenin verwandelt wird. Ein anderes, im zweiten Chromosom gelegenes Gen, *cinnabar*, sorgt für einen weiteren Schritt von Kynurenin zu Oxykynurenin. Und so schaltet sich Gen um Gen zu seiner Zeit in die Synthesekette ein, die schließlich zum hochkomplizierten fertigen Augenpigment führt.

Das Hauptproblem der Merkmalsanalyse bleibt die Abgrenzung der vom einzelnen Erbfaktor bedingten einzelnen Phäne, denn nur vom klar erfaßten einzelnen Phän her läßt sich ein Rückschluß auf die Aktivität des Erbfaktors ziehen. Dem stehen zwei große Schwierigkeiten entgegen. Zuerst läßt sich die Wirkung einer Mutation in den allermeisten Fällen nur als Differenzmuster (*Hadorn* 1945) im Vergleich zu einem konventionellen Normaltyp erfassen. Damit liefert die Phänanalyse von vorneherein nur einen Teilaspekt der Genwirkung. Dazu kommt als zweites, daß häufig ein mutiertes Gen eine Kaskade von Wirkungen auslöst, wobei einzelne so bedeutend sein können, daß sie andere maskieren oder durch Phäninterferenz (*Anders* 1955) deren Realisation entscheidend beeinflussen. So kann im äußersten Fall ein schwerwiegender, mutationsbedingter Defekt auf einem frühen Entwicklungsstadium den Tod einer *Drosophilalarve* zu einer Zeit herbeiführen, da einzelne Organe wie die Gonaden von der Wirkung des betreffenden Faktors noch nicht voll erfaßt wurden (*Hadorn* 1955). Solche komplexe Wirkungen lassen sich oft nur durch experimentelle Methoden, wie die Transplantation oder die Mosaikbildung, angehen, die ihrerseits wieder die Einheit des Manifestationsmusters sprengen.

Wir stehen also an beiden Polen der Genetik, beim Genotypus und beim Phänotypus, vor der praktischen Unmöglichkeit, in jedem Erbsyndrom Einheiten abzugrenzen: Wirkeinheiten einerseits und ihnen gegenüber Erfolgseinheiten. Dazu hat die immer tiefer dringende Analyse die Erbforschung in einzelne Bereiche geteilt, die zum Teil methodisch voneinander verschieden, im äußersten Fall sogar durch kaum zu überbrückende Gegensätze getrennt sind. Im Gegensatz zu *Morgans* «Theory of the Gene» liefert uns die heutige Genetik ein buntes Bild von Teilaspekten des Erbvorganges. Diese Situation braucht keineswegs zum Pessimismus zu führen. Auf jedem Einzelgebiet eröffnen sich uns gute Teileinblicke in die Kausalkette, die Genotypus und Phänotypus verbindet. Das *Morgansche* Genkonzept, das ja aus dem Experiment abgeleitet wurde, bewährt sich außerdem noch immer ausgezeichnet in der genetischen Praxis: im Laboratorium, in der Medizin, in der Tier- und Pflanzenzucht. Die Genauigkeit und Eindeutigkeit der Ergebnisse, die auf dieser Grundlage gewonnen werden, sind derart, wie sie nur in wenigen Gebieten der Biologie erreicht werden. Wir müssen uns dabei nur

darüber klar sein, daß das *Morgansche* Gen keine Realität, sondern nur ein Symbol ist. Vorläufig besteht in der Genetik die gleiche Dualität, wie sie seit Jahrzehnten auf physikalischem Gebiet zwischen theoretischer und experimenteller Physik besteht. Erst die Zukunft wird zeigen, welche von den neuen Auffassungen in der Genetik zu einer Synthese vereinigt werden können.

Literaturverzeichnis

- Anders, G., 1955. Untersuchungen über das pleiotrope Manifestationsmuster der Mutante *lozenge-clawless* (1z cl) von *Drosophila melanogaster*. Z. Vererb. 87, 113–186.
- Baltzer, F., 1908. Über mehrpolige Mitosen bei Seeigeleiern. Verh. Phys.-Med. Ges. (Würzburg) 39, 291.
- Beadle, G.W., 1945. Biochemical genetics. Chem. Rev. 37, 15.
- Benzer, S., 1957. The elementary units of heredity, in *Mc Elroy, W.D., u. B. Glass*: «The chemical basis of heredity». Baltimore, John Hopkins Press 70.
- Boveri, Th., 1907. Zellenstudien. VI. Die Entwicklung dispermer Seeigeleier. Ein Beitrag zur Befruchtungslehre und zur Theorie des Kerns. Jenaische Ztschr. f. Mediz. u. Naturwiss. 43,1.
- Calef, E., 1957. Effect on linkage maps of selection of cross-overs between closely linked markers. Heredity 11, 265–279.
- Goldschmidt, R.B., 1955. Theoretical genetics. — University of California press, Berkeley and Los Angeles.
- Grüneberg, H. 1938. An analysis of the pleiotropic effects of a new lethal mutation in the rat (*Mus norvegicus*). Proc. Roy. Soc. London, B., 125, 123–144.
- Hadorn, E., 1945. Zur Pleiotropie der Genwirkung. Arch. Jul.-Klaus-Stiftg., Ergänzungsabend zu Band 20, 82–95.
- 1955. Letalfaktoren in ihrer Bedeutung für Erbpathologie und Genphysiologie der Entwicklung. G. Thieme, Stuttgart.
- Johannsen, W. 1909. Elemente der exakten Erblchkeitslehre. Jena, Fischer.
- Judd, B.H., 1957. Complex pseudoallelism at the *white* locus in *Drosophila melanogaster*. Rec. Genet. Soc. Amer. 26, 379–389.
- Lewis, E.B., 1952. The pseudoallelism of *white* and *apricot* in *Drosophila melanogaster*. Proc. Nat. Acad. Sci., Wash., 38, 953–956.
- Mackendrick, M.E. 1953. Further examples of crossing over between alleles of the *w* series. *Drosophila* Information Service 27, 10.
- Martin-Smith, C.A. 1958. The *ad*⁹ series in *Aspergillus nidulans*. Microbial Genetics Bull. 15:20–21.
- Mather, K. 1941. Variation and selection of polygenic characters. J. Genet. 41, 159.
- Morgan, T.H., 1925. The Theory of the Gene. New Haven, Yale University Press.
- Morgan, T.H., A.H. Sturtevant, H.J. Muller, C.B. Bridges, 1915. The mechanism of mendelian heredity. New York, H. Holt & Co.
- Pontecorvo, G., 1952. The genetic formulation of gene structure and action. Advances in Enzymology, 13, 121–149.
- 1959. Trends in Genetic analysis. New York, Columbia University Press.
- Pritchard, R.H., 1955. The linear arrangement of a series of alleles in *Aspergillus nidulans*. Heredity 9, 343–371.
- 1958. Localised negative interference in *Aspergillus nidulans*. Microbial Genetics Bull. 15, 22–24.
- Waldeyer, W., 1888. Über Karyokinese und ihre Beziehung zu den Befruchtungsvorgängen. Arch. f. mikroskop. Anat. 32,1.
- Watson, J.D., and F.H.C. Crick, 1953. Genetical implications of the structure of deoxyribose nucleic acid. Nature, London, 171, 964.

3. GEORGES GROSJEAN (Bern). — *Zur Genesis der Kulturlandschaft.*

Die Aufgabe des Geographen ist heute eine zweifache: Er hat einerseits als synthetischer Wissenschaftler die Ergebnisse aller Spezialwissenschaften, die sich mit der Erdoberfläche befassen, zueinander in Beziehung zu setzen, um eine Landschaft als Ganzheit erfassen zu können. Andererseits obliegt ihm die analytische Erforschung einer ganzen Reihe von einzelnen Landschaftselementen, die noch nicht Gegenstand spezieller Wissenschaften geworden sind. Analytische Landschaftsbetrachtung erfordert eingehende Spezialkenntnisse, was zur Folge hat, daß ein einzelner Geograph nicht auf allen Teilgebieten arbeiten kann. Die Analyse der Naturlandschaft arbeitet weitgehend mit den Mitteln und Methoden der Naturwissenschaften, die Analyse der Kulturlandschaft erfordert vermehrt die Arbeitsweise der sprachlich-historischen oder der juristisch-wirtschaftswissenschaftlichen Disziplinen. Eine Trennung des gesamten Komplexes der Geographie in «Naturgeographie» und «Kulturgeographie» ist daher für die analytische Arbeit zweckmäßig.

Die wissenschaftliche Erfassung der Kulturlandschaft erfolgt nach zwei Richtungen; diese sind: 1. die deskriptiv-systematisierende Erfassung der aktuellen Kultur- und Wirtschaftslandschaft nach formalen und funktionalen Gesichtspunkten; 2. die historisch-genetische Betrachtung.

Dient die erste Betrachtungsweise zum Teil unmittelbar praktischen Bedürfnissen, indem sie zum Beispiel die unentbehrlichen Unterlagen zur Wirtschafts- und Landesplanung liefert, so hat die zweite Betrachtungsweise mehr den Charakter reiner Erkenntniswissenschaft, indem sie zum tiefern Verständnis vom Wesen der Kulturlandschaft und ihrer Wandelbarkeit vorstoßen will. Letztes Ziel ist, das Verhältnis des Menschen zur Landschaft, die Wechselbeziehung von Mensch und Landschaft und damit überhaupt ein wichtiges Stück vom Wesen des Menschen zu erfassen.

Die Kulturlandschaft als Gegenstand unserer Forschung manifestiert sich heute in zwei Grundformen: In der *ländlichen Flur*, mit ihren Dörfern und Höfen, und in der *Stadt*. Historische Flurgeographie und historische Stadtgeographie müssen daher in gleicher Weise gepflegt werden. Allein aus Gründen des knapp bemessenen Rahmens ist im folgenden nur die historische Flurgeographie als Beispiel berücksichtigt.

Die kausalgenetische Untersuchung *junger Kulturlandschaften*, wie etwa derjenigen der Neuen Welt, ist zwar sehr wichtig und äußerst interessant, bietet aber methodisch, außer den Problemen der Kartierung und der Darstellung, keine besondern Schwierigkeiten. Das erforderliche Material liegt in Form von Karten, Plänen, Grundbüchern, statistischen Bestandesaufnahmen, Gesetzen und Akten aller Art in überreicher Fülle in den Archiven bereit. Es wird deshalb hier auf diesen Zweig der genetischen Kulturlandschaftsforschung nicht weiter eingegangen.

Ganz anders stellt sich die Aufgabe bei den *alten Kulturlandschaften Europas*, deren Anfänge sich im Dunkel früher Zeiten verlieren, so sehr, daß man bis in jüngste Zeit hinein deren Aufhellung überhaupt nicht zum Gegenstand wissenschaftlicher Forschung machte. Man begnügte

sich mit vagen Vorstellungen, die sich allein auf die Interpretation der Orts- und Flurnamen stützten.

Entscheidend für die Entwicklung einer brauchbaren Methode zur Erforschung der frühen europäischen (zum Teil auch der frühen asiatischen) Kulturlandschaft ist die Erkenntnis, daß in den scheinbar zufällig angelegten Fluren und in den scheinbar zufällig hingestreuten Siedlungen viel häufiger als angenommen *bewußte Strukturen* verborgen sind, die es herauszuschälen gilt.

Die wichtigste historische Strukturform für die süd- und westeuropäische Kulturlandschaft ist die *römische Limitation*, das heißt die bei Koloniegründungen vorgenommene und später anscheinend auf weite Landstrecken ausgedehnte systematische Landaufteilung anhand eines rechtwinkligen Koordinatensystems. Die Aufdeckung der römischen Limitationsstrukturen, deren allfällige Anlehnung an vorrömische Objekte, deren lokales Fehlen, deren Erhaltungs- oder Zerfallsgrad und deren Überlagerung durch andere Strukturen, all dies läßt eine ganze Reihe von Schlüssen über die Geschichte einer Landschaft zu. Verschiedenalttrige Siedlungszonen lassen sich so zuverlässiger ausscheiden als anhand der Ortsnamen.

Durch die *Luftphotographie* sind in den letzten Jahren römische Limitationen als Grundstrukturen des heutigen Kulturlandschaftsbildes in Italien, Dalmatien und Nordafrika in geradezu erstaunlicher Weise nachgewiesen worden. Leider versagt diese Methode aus vielerlei Gründen in unsern Verhältnissen weitgehend. Dagegen führte die Arbeit mit *politischen und juristischen Grenzen aller Art*, wie Gemeindegrenzen, Zehntgrenzen, Grundherrschaftsgrenzen, zu guten Ergebnissen. Bloße Konstruktion auf der modernen Karte führt in der Regel zu Irrtümern. Zu einer gründlichen Untersuchung müssen folgende Operationen vorgenommen werden: 1. Eingehende Einsichtnahme in das Gelände, Kartierung der Physiotope, Kartierung nichtnatürlicher Kleinformen; 2. möglichst weit zurückreichende Rekonstruktion und Kartierung der Güterstreuung, der Parzellierung, der Grundherrschafts- und Zehntverhältnisse, anhand deren sich in der Regel heterogene Bestandteile der Flur ausscheiden lassen; 3. Zusammenstellung und Interpretation der Nomenklatur, wiederum mit dem Ziel des Ausscheidens heterogener Elemente; 4. metrologische Untersuchung der Äcker und Flureinheiten, zur Ausscheidung ungleichalttriger Bestandteile; 5. auf Grund allfällig gefundener Gesetzmäßigkeiten in den Maßen Entwurf hypothetischer Strukturnetze zur Beurteilung, wieweit die gefundenen Gegebenheiten darauf ansprechen; 6. Konfrontation der gefundenen Strukturen mit dem archäologischen Bodenbefund zur Beurteilung römischer oder allenfalls nichtrömischer Herkunft der Strukturen; 7. eventuell chemische Bodenuntersuchung (Phosphatanalyse) zur Ermittlung von Wüstungen.

Aus der Untersuchung eines einzelnen Dorfes lassen sich kaum sensationelle Schlüsse ableiten. Erst das geduldige Zusammenfügen kleiner und kleinster Bausteine über größere Räume hinweg läßt die

Zusammenhänge klarer erkennen. Noch sind wir erst am Anfang unserer Arbeit. Es wird noch Jahrzehnte dauern, bis nur ein kleines Gebiet, wie etwa das schweizerische Mittelland, so weit durchgearbeitet ist, daß eindeutige Aussagen gemacht und eine einigermaßen zuverlässige Chronologie der verschiedenen Flur- und Siedlungsstrukturen aufgestellt werden kann. Wir sind aber überzeugt, daß sich dann ein ganz neues und reiches Bild vom Ursprung und der frühern Entwicklung unserer Kulturlandschaft abzeichnen wird, das den Aufwand an mühsamer Kleinarbeit lohnen wird. Und wir sind auch überzeugt, daß das schweizerische Mittelland, im Grenzgebiet abendländischer Kulturräume, sich in ganz hervorragendem Maße zu einer erstmaligen systematischen Durcharbeitung dieser Art eignet.

4. Dr. W. BRUNNER-HAGGER (Kloten). — *Die kausalgenetische Methode in der Meteorologie.*

Um von einer beobachtbaren Ausgangslage einen zukünftigen Zustand sicher voraussagen zu können, benützen die exakten Naturwissenschaften die Kausalkette, die durch logische Kombination von Naturgesetzen Glied an Glied reiht. Das klassische Beispiel dafür ist die astronomische Vorausberechnung von Planetenörtern durch Joh. Kepler nach Beobachtungen von Tycho de Brahe. Ein Triumph der Newtonschen Gravitationstheorie war die von Leverrier und Adams aus den Störungen der bekannten Planeten vorausberechnete Position eines unbekannten Planeten und dessen Entdeckung von Galle nahe am berechneten Orte.

Diese Erfolge der kausalen Methode, die mit mathematischer Sicherheit auch andere astronomische Ereignisse, wie zum Beispiel Finsternisse, exakt vorausberechnen kann, hat den Glauben an einen mechanistisch-mathematisch beschreibbaren Weltmechanismus so gestärkt, daß ein Gebiet nach dem andern der reinen Kausalmethode unterworfen wurde. Erst in jüngster Zeit wurden in der Meteorologie umfangreiche Berechnungen möglich, weil vorher ein riesiges Beobachtungsmaterial aus verschiedenen Höhenschichten und allen Erdgegenden zusammengetragen werden mußte. Das Geophysikalische Jahr hat hiezu einen wesentlichen neuen Beitrag geleistet. Die elektronischen Rechenmaschinen gestatten erst, das umfangreiche Zahlenmaterial auszuwerten. In bezug auf die großräumige globale Luftzirkulation scheinen langfristigere Aussagen möglich zu werden, als das bis jetzt der Fall war. Sie haben aber nur extrapolatorischen Charakter, da gerade aktive äußere und innere Steuerungen mit Ausnahme der regelmäßigen Sonnenstandsänderung nicht berücksichtigt werden.

Woran liegt es, daß sich der Wetterablauf im einzelnen jedes Jahr anders gestaltet? Wäre die Erde ohne Wasser und Staub, so würde sich der Wind- und Temperaturverlauf regelmäßig tages- und jahreszeitlich wiederholen. Durch das *Wasser* entsteht erst das eigentliche Wetter. Die wenigen Promille Wasserdampf in der Luft und die Wolkendecken erzeugen eine Treibhauswirkung, die das Strahlungsklima voll-

ständig verändert. Es geht deshalb nur ca. $\frac{1}{15}$ der Wärmestrahlung von der Erdoberfläche direkt in den Weltraum weg. Der größte Teil der Energie wird für den Wärmehaushalt der Troposphäre und ihres Wasserkreislaufs mit seinem Dunst, Nebel, seinen Wolken und Gewitterbildungen verwendet. In Form von Eis schafft sich der Wasserkreislauf Reserven, die über Jahrtausende dauern können.

Obschon auch hier physikalische Gesetze wirken, müssen zusätzlich Phänomene berücksichtigt werden, die, ihrer Struktur und ihrem Entwicklungsablauf nach, Analoges nur in der Welt der Lebewesen haben. Die Erscheinungsformen folgen *genetischen* Gesetzen.

Sie werden geboren, wachsen und entwickeln sich, machen Metamorphosen durch, erreichen einen Höhepunkt, erschöpfen sich und sterben.

Der wissenschaftlichen Meteorologie stehen für die Beobachtung physikalische Instrumente zur Verfügung, wie Thermometer, Barometer, Anemometer, Hygrometer, Pluviographen, Verdunstungswaagen, Sicht- und Wolkenhöhemesser, Sonnenscheinautographen und viele Strahlungsmeßgeräte. Für die Wolkenart und -entwicklungsbestimmung dient aber immer noch eine Wolkenklassifikation, die auf genetischer Betrachtungsweise beruht. Diese stammt vom Engländer Howard, der die lateinischen Namen Stratus, Stratocumulus, Cumulus, Cirrus und Nimbus für die Wolken einführte, die heute noch im internationalen Wettercode gebraucht werden. Auf Grund eines Briefwechsels mit Goethe von 1820 wurde die Howardsche Beschreibung der Wolkengestalten in Deutschland allgemeiner bekannt.

Betrachten wir die Struktureigenschaften der Wolken und vergleichen sie mit den Lebewesen, so ergeben sich folgende Analogien: Den *Zellen* entsprechen die frei in der Luft schwebenden *Wasserkügelchen* von $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{100}$ mm Durchmesser oder die Eisnadeln, die als Kern einen Kondensationskeim von $\frac{1}{1\,000\,000}$ bis $\frac{1}{10\,000}$ mm Durchmesser enthalten. Dem *Zellgewebe* entspricht die *Wolke*, die gleichmäßig mit Nebeltröpfchen, ca. 30 bis 300 pro Kubikzentimeter, erfüllt ist, die sich an der Wolkenoberfläche dauernd auflösen und durch Regeneration neu bilden.

Ein Gebilde höherer Ordnung ist das *Wolkenfeld*, ungegliedert als Boden- oder Hochnebel (Stratus) sich ausbreitend, durch Wind- und Druckrhythmus wird es in Walzen, Ballen oder Flocken aufgegliedert. Es entstehen Stratocumuli oder Altocumuli, die eine regelmäßige Anordnung zeigen. Die einzelnen Wolkenindividuen sind hier zu einer Population vereinigt. Durch die Wolken wird eigentlich die Struktur des Feuchtegehaltes, der Temperaturschichtung und des Windrhythmus in der Luft sichtbar. Türmen sich die Wolkenballen durch thermischen Auftrieb übereinander, so entsteht ein Cumulus-congestus, der sich in der Weiterentwicklung zu einer Gewitterwolke (Cumulonimbus) auswachsen kann. Bei rein thermischen Gewittern, die bei schwachen Höhenwinden auftreten, kann sich diese individuelle Entwicklung anderntags am gleichen Ort in ähnlicher Art wiederholen. Als eigentliche *Wetterorgane* haben wir großräumigere Wolkenansammlungen, die eine längere Lebensdauer von mehreren Tagen bis Wochen haben und meist an Luft-

massengrenzen auftreten. Es sind dies die *Wetterfronten*, deren Energie-reserven durch Konfluenz kalter und warmer Luftmassen längere Zeit genährt werden. Man wird diesem Wetterfrontbegriff nur gerecht, wenn man sich in Analogie die Vielgestaltigkeit der Frontabgrenzungen, wie wir sie im letzten Weltkrieg erlebten, vor Augen hält. Oft können vorderste Vorposten die «Front» nur noch in Igelstellungen halten, die wir meteorologisch als Kaltlufttropfen bezeichnen. Höhenkaltluftvorstöße, die vor die Bodenfront vorstoßen und plötzlich wetterwirksam werden, sind Fallschirmtruppen vergleichbar, die sich zu einer Bodenfront verfestigen oder wenigstens das Vordringen der Bodenfront erleichtern. Der Meteorologe ist oft in der Lage eines Kriegsberichterstatters, der aus der Frontlage, der Truppenstärke, der Geländebeschaffenheit und den Nachschubmöglichkeiten die Weiterentwicklung und Vorverschiebung der Front beurteilen soll. Die Klippen für die Prognose liegen da, wo eine individuelle Akkumulierung ermöglicht oder verhindert wird, die notwendig ist, um einen Schwellenwert oder Engpaß der Weiterentwicklung zu überwinden. Aus der Biologie ist bekannt, daß das Wachstum durch vermehrtes Angebot von Nährstoffen nicht immer gefördert wird, wenn an einem einzigen Nährstoff Mangel herrscht. Das Analogon im Meteorologischen ist das Ausbleiben eines notwendigen Gliedes für das Zustandekommen zum Beispiel eines Frontgewitters. Es kann instabile bodennahe Luft durch das Relief aufgehalten sein, das wetterwirksame System verliert ein Glied und damit die gesamte Aktivität, andererseits kann durch Konfluenz ein fehlendes Glied ersetzt werden, und schon kommt eine wetterinaktive «Front» wieder zur vollen Wirksamkeit. Außerhalb der Frontsysteme treten isolierte Aktivitätszentren auf, wie die tropischen Wirbelstürme, die Hurrikane und Taifune, die ausgesprochen Individualitätscharakter zeigen.

Betrachten wir die Erde als Ganzes, so hat auch sie, wie dies Kepler in seinem metaphysischen Buche der *Harmonices Mundi* darlegt, die Eigenschaften eines Lebewesens. Die kosmischen Umweltseinflüsse werden nicht nur mechanisch, passiv registriert, sondern die Atmosphäre reagiert auch in selbständiger Weise und prägt ihren Eigenrhythmus den Luftmassen ein.

Ein Beispiel dafür ist die auf der ganzen Erde auftretende *Doppelperiode der Barometerschwankung* im Tageslauf. Die Minima treten nachmittags um 3 Uhr und morgens um 3 Uhr auf. Das nachmittägliche Minimum ist thermisch verständlich; es wäre aber entsprechend in der Morgenfrühe eher ein Maximum zu erwarten. Für diese nächtlichen Minima habe ich folgende einfache Erklärung gefunden:

Die Luftdruckwellen breiten sich mit Schallgeschwindigkeit, ca. 1 km in 3 Sekunden oder 14 400 km in 12 Stunden, aus. Der halbe Erdumfang beträgt 20 000 km am Äquator, in mittleren Breiten das ca. 0,7fache = 14 000 km. Die von einem Meridian nach beiden Seiten sich ausbreitenden Druckwellen erreichen durchschnittlich nach 12 Stunden den Gegenmeridian. Die Elastizität der Luft ist «zufällig» so abgestimmt, daß dieses Phänomen auftreten kann.

Als weiteres Beispiel möchte ich anführen, wie die globale atmosphärische Zirkulation auf starke Sonnenaktivität reagiert. Als ungestörten Normalfall haben wir auf der Höhenwetterkarte (500 mb) eine zonale Westströmung von durchschnittlich 20 bis 25 Knoten. Es braucht somit ca. 31 bis 25 Tage, bis sich die Atmosphäre einmal um die Erdoberfläche gewälzt hat. Die Übereinstimmung dieser Umlaufzeit mit der Sonnenrotation, die für die verschiedenen solaren Erscheinungen auch zwischen 26 und 31 Tagen liegt, und dem Mondumlauf von 27,3 und 29,5 Tagen läßt in der allgemeinen Luftzirkulation monatliche Resonanzerscheinungen erwarten. Bewirkt die Sonne durch zusätzliche elektrische Strahlung eine Verstärkung des terrestrischen Magnetfeldes, so erfolgt die globale Zirkulation der Atmosphäre um den Magnetpol anstatt um den geographischen Pol. Im Sommer 1959 war dies häufig der Fall. Die Folge davon war ein dauerndes Vorstoßen des Hochdruckkeils von den Azoren nach England und Skandinavien, statt dessen Normallagerung in den Roßbreiten (Azoren–Sahara). Westeuropa war deshalb vermehrt unter Bisen- statt Westwindwettereinfluß. – Doppelperiodische Tages- und Monatsrhythmen sind auch in der Biologie bekannt¹.

Des weitern reagieren speziell die Extremniederschläge auf Wasserstoffwolken- (Protonen-) Einbrüche von der Sonne und auf interplanetare Meteorstaubfälle². Je nach der Lage des Erdorts sind die Korrelationen zur Sonnenaktivität positiv oder negativ. Dazwischen liegen neutrale Gebiete, die keine Abhängigkeit zeigen.

Mannigfach sind im einzelnen die Wechselbeziehungen der Atmosphäre zum Meer und Land, zur Bewachsung und Besiedelung. Das Wettergeschehen hat durchaus organischen Charakter; seine Erforschung nach genetischen Gesichtspunkten wird uns über die rein mathematische Methode hinausführen.

5. BENJAMIN MATALON (Genève). – *La méthode génétique en psychologie et sa valeur explicative.*

Plutôt que de définir d'emblée la méthode génétique en psychologie, je commencerai par la situer par rapport à deux domaines de cette science, la psychologie de l'enfant et la psychologie du développement. Nous verrons ensuite deux applications parmi les plus importantes, la psychologie de l'intelligence de J. Piaget, et la psychanalyse.

La psychologie de l'enfant a pour objet la description des différents aspects du comportement infantin. Le genre de problèmes qu'elle se pose, c'est: à quel âge un enfant est-il capable de résoudre un certain problème? quels sont, à un âge donné, les rapports d'un enfant avec ses parents? Dans un domaine plus pratique, à quel âge est-il possible d'enseigner une notion déterminée?, etc. Dans cette perspective, le pro-

¹ Vgl. G. Wachsmuth: Erde und Mensch.

² Verhandl. d. Schweiz. Nat. Ges., St. Gallen 1948, S. 123, Luzern 1951, S. 118.

Verhandl. d. Schweiz. Nat. Ges., Pruntrut 1955, S. 112. Ref. von W. Brunner-Hagger, Kloten.

blème du développement, pris en lui-même, n'est pas posé. Cette omission peut être justifiée pour des raisons pratiques, parce que le problème qu'on se pose est suffisamment spécifique pour ne pas nécessiter l'étude de l'évolution du comportement, ou pour des raisons théoriques plus fondamentales. C'est le cas, par exemple, de certains théoriciens de l'apprentissage, pour qui le développement n'est qu'un cas particulier de lois très générales, qui régissent l'acquisition de nouvelles conduites aussi bien chez l'enfant que chez l'adulte ou l'animal ; dans cette perspective, il n'y a évidemment aucune raison d'étudier le développement comme un phénomène spécifique distinct.

La psychologie du développement, au contraire met l'accent sur le processus lui-même de la transformation. Elle essaie de mettre en évidence les facteurs qui affectent cette évolution particulière. Par là, elle ajoute à la psychologie de l'enfant une dimension supplémentaire, la dimension temporelle.

La méthode génétique n'a pas pour objet spécifique l'étude de l'enfant ou de son développement ; les connaissances fournies par une telle étude sont pour elle un instrument, en vue de la résolution de problèmes posés par la psychologie générale, en particulier par la psychologie de l'adulte. Pour donner une formulation un peu générale, on peut dire qu'on a recours à la méthode génétique lorsque, pour certaines raisons, on estime qu'on aura mieux compris un phénomène si on connaît sa genèse ou son origine. Dans cette perspective, la méthode génétique apparaît comme un cas particulier de la méthode comparative ; mais c'est un cas particulier privilégié, car on est assuré de la continuité des phénomènes dont on étudie l'évolution, mieux que si on compare différentes espèces animales.

Lorsqu'on cherche à étudier la structure de l'intelligence adulte, on se trouve devant une difficulté méthodologique fondamentale : l'instrument et l'objet de la connaissance sont confondus. Le recours à la méthode génétique permet de se situer en dehors du processus, de prendre le recul qui est nécessaire. C'est ce qu'a fait Piaget dans l'ensemble de son œuvre. La méthode génétique, telle qu'il la considère, permet de rendre compte à la fois de la continuité du développement et des différentes étapes, ou stades, qu'il est possible d'y distinguer. Par comparaison avec ces stades antérieurs, et grâce à la connaissance des mécanismes du développement, et de son orientation, on peut arriver à comprendre l'état final, l'aboutissement de cette évolution, qui est l'intelligence adulte.

Par exemple, la notion d'invariance au cours d'une transformation semble être un aspect fondamental de la pensée (cf. Meyerson, « Identité et réalité »). L'étude de l'enfant avant 7 ans nous montre que ce n'est pas le cas, et que, par exemple la notion « évidente » de la conservation de la longueur d'une tige rigide au cours d'un déplacement n'apparaît que vers 7 ans. Or, à cet âge apparaissent de nombreuses autres conduites (autres conservations, classifications, etc.) La conservation de la longueur n'est donc pas une caractéristique générale et innée de la pensée, mais le produit d'une évolution. Elle est liée à d'autres conduites, et il a été possible

à Piaget de montrer qu'elle est solidaire d'une structure assez générale, bien que ne représentant pas encore la pensée adulte.

Une autre application très importante de la méthode génétique, c'est la psychanalyse. Celle-ci admet qu'il est impossible de comprendre un symptôme, et par là agir sur lui, si on ne peut pas le relier à des événements antérieurs. En général, il s'agit d'un traumatisme infantile, qui est à l'origine du symptôme, et qu'il faut déterminer. Mais, selon certaines conceptions, le traumatisme initial n'est que l'événement déclenchant, et il faut aussi connaître toute l'évolution de l'individu depuis cet instant.

Chez Piaget, nous avons vu que le recours à la méthode génétique était une nécessité méthodologique fondamentale. Il ne semble pas qu'il soit possible de traiter les mêmes problèmes par d'autres méthodes, à moins de les transformer profondément. Dans la psychanalyse en revanche, la nécessité d'une explication génétique est une conclusion à laquelle les analystes sont arrivés empiriquement. Il existe d'ailleurs des écoles psychanalytiques qui mettent l'accent sur les conflits actuels du patient, sans beaucoup se préoccuper de connaître l'origine des symptômes observés.

Une autre critique de la conception génétique a été faite par les partisans de la théorie de Lewin, qui substitue à la génétique la «dynamique du champ actuel». Selon ce point de vue, les éléments du passé n'interviennent que dans la mesure où il en existe des traces actuelles. Il suffit donc de connaître le «champ» décrivant la situation d'un individu à un moment donné, et les lois de la dynamique de ce champ, pour prévoir son évolution.

Cette critique apparaît comme fondamentale, dans la mesure où elle met en évidence une caractéristique importante de telles applications de la méthode génétique: l'étude de l'histoire d'un phénomène se substitue à la connaissance complète du phénomène achevé, qui est souvent impossible, ou du moins difficile.

6. R. KUHN (Münsterlingen). — *Zum Problem der Psychogenese.*

«La cause la plus ordinaire de la fièvre lente est la tristesse, et l'opiniâtreté de la fortune à persécuter votre maison vous donne continuellement des sujets de fâcherie, qui sont si publics et si éclatants qu'il n'est pas besoin d'user beaucoup de conjectures, ni être fort dans ces affaires pour juger que c'est en cela que consiste la principale cause de votre indisposition. Et il est à craindre que vous n'en puissiez être du tout délivrée, si ce n'est que, par la force de votre vertue, vous rendiez votre âme contente, malgré les disgrâces de la fortune.» Diese Sätze nehmen unser höchstes Interesse in Anspruch, zunächst weil sie nicht von einem psychosomatisch eingestellten Arzt unserer Zeit stammen, der sie, mit geringfügigen inhaltlichen Modifikationen, hätte schreiben können, sondern über 300 Jahre alt sind und auf einfachste Weise ein Problem umschreiben, von dem man sich wohl fragen kann, ob es seither grundsätzlich wesentlich gefördert worden ist. Ferner beeindrucken uns diese

Sätze wegen der Person des Verfassers. Sie stammen von Descartes, in dessen Methode und Werk die neuzeitlichen Probleme des kausalen Erklärens, die uns so sehr beschäftigen, eine ihrer wesentlichen Wurzeln haben, über den aber auch so viel gesprochen und geurteilt wird, ohne daß man ihn selbst zum Wort kommen läßt, weshalb sein Bild in der Gegenwart durch viele Mißverständnisse entstellt ist. Wir finden in den soeben angeführten Worten von Descartes das Problem der Psychogenese körperlicher Störungen und Krankheiten, wie wir es heute sehen und benennen, ausgesprochen, müssen uns jedoch wohl hüten, diese Worte für sich allein zu betrachten, sondern wir sollten sie in dem Zusammenhang belassen, in welchen sie eingefügt sind. Damit aber zeigt sich sogleich ein weiterer Gesichtspunkt, der gerade unsere ärztliche Aufmerksamkeit erregt, handelt es sich doch nicht um irgendeine lehrhafte, theoretische Äußerung, sondern um Worte, welche an einen andern Menschen gerichtet sind! Sie stammen aus den Briefen an Elisabeth und sie sind in der Absicht teilnehmender Fürsorge, die wir heute als «psychotherapeutisch» bezeichnen würden, verfaßt worden. Wir nehmen in den Briefen von Descartes an Elisabeth an einem Zwiegespräch teil, das durch die Frage der Prinzessin, wie eine denkende Substanz den Körper bewegen könne, entstanden ist. Descartes hat in diesen Briefen seine Auffassungen zum Problem von Leib und Seele nicht nur geschildert, sondern in mancher Hinsicht erst entwickelt. Es wäre reizvoll, zu untersuchen, wie in den Fragen und Einwänden von Elisabeth sich Wesenszüge der weiblichen Seele enthüllen und inwiefern die Briefe Descartes' durch die Beziehungen des Mannes zur Frau geprägt erscheinen. Offensichtlich sind die Erläuterungen Descartes' zur Psychogenese der Erkrankung Elisabeths und seine psychotherapeutischen Bemühungen eine sehr eigenartige Fortsetzung seiner theoretischen Ausführungen über Leib und Seele, mögen sie von ihm selbst auch nicht so gemeint gewesen sein. Er demonstriert seine Anschauungen an der lebendigen Partnerin seines Gespräches, und so wird das ursprünglich wissenschaftlich-erkenntnistheoretische Problem zu einem menschlich-existentiellen.

Nun hat die fortschreitende Entwicklung der Medizin und der Psychiatrie den Bereich der vermutlich psychogen entstehenden Krankheiten in mancher Beziehung mehr und mehr eingeengt. Wir erkennen heute die Ursache von schleichendem Fieber meist in einer chronischen Infektionskrankheit, wie der Tuberkulose. Gewisse Formen von Anfällen mit Bewußtseinsstörung und motorischen Phänomenen, die noch vor wenigen Jahren als typisch für Hysterie und damit für psychogenen Ursprung angesehen wurden, haben sich durch die Elektroenzephalographie als solche organischer Natur erwiesen, indem sie zu den sogenannten psychomotorischen Phänomenen der Temporallappenepilepsie gehören. Andere nicht weniger erstaunliche Überraschungen brachten die neuen, auf rein empirischer, um nicht zu sagen, zufälliger Art gefundenen Medikamente. Man vermutete schon lange, daß viele als Neurosen oder Psychogenien beschriebene Zustände eigentlich auf Verstimmungen der vitalen Sphäre beruhen, vor allem auf Depressionen. Nun stellt sich

aber in einem früher nicht erwarteten Ausmaß heraus, daß Krankheitsbilder, die bisher als psychogen betrachtet wurden und die nur einer langdauernden und schwierigen Psychotherapie zugänglich erschienen, oft in wenigen Tagen durch die medikamentöse Behandlung der zugrunde liegenden vitalen Depression verschwinden. Es versteht sich, daß solche Beobachtungen auch unsere Vorstellungen von den Ursachen der Krankheiten wesentlich verändern müssen.

Wenn wir erwähnten, die Sätze von Descartes könnten mit wenigen inhaltlichen Modifikationen auch von einem Arzt der Gegenwart geschrieben sein, so deshalb, weil ungeachtet dieser Einschränkung die Rolle der Psychogenese für die Psychiatrie gerade der letzten Jahre sich aber auch erweitert hat. Man sah immer wieder, wie anscheinend sehr ähnliche organische Störungen bei verschiedenen Menschen sehr verschiedene Symptome erzeugen, die Leistungsfähigkeit bei weitem nicht immer gleich stark einschränken und auch nicht immer zu ebenso großem Leiden Anlaß gaben. Es ist zum Beispiel sehr schwierig zu sagen, was organische Läsionen des Gehirns für unmittelbare Folgen haben, da die Symptome, welche bei gehirngeschädigten Menschen auftreten, oft nur durch Reaktionen, und nicht zuletzt auch durch solche psychogener Art, bedingt sind. Noch schwieriger wird es bei den sogenannten endogenen Psychosen, bei denen keine Gehirnläsionen bekannt sind, reaktive und psychogene von den eigentlich endogenen Symptomen zu unterscheiden.

So fruchtbar sich solche Beobachtungen auch auswirken können, wir erinnern etwa an die Arbeiten von Kurt Goldstein zur Wiederherstellung der Arbeits- und Lebensfähigkeit Gehirngeschädigter, und so interessant die Beobachtungen sind, welche in den letzten Jahren bei der Psychotherapie endogener Psychosen gesammelt wurden, so gefährlich kann es umgekehrt sein, wenn ein bloßer Folgezusammenhang oder die Beobachtung einer Koexistenz in ein Kausalverhältnis umgedeutet wird. So entsteht nur allzu leicht die Neigung, die Ursache für Beschwerden des Kranken, die durch objektiv faßbare organische Veränderungen oder funktionelle Störungen nicht hinreichend erklärt erscheinen, auf einen dunklen «psychischen Faktor» zurückzuführen. Dieser wird meist eher postuliert als gefunden, und der Arzt übersieht nicht selten über dem sich scheinbar lückenlos schließenden Kreis von Ursachen und Wirkungen die eigentlichen Grundlagen der Krankheit. Umgekehrt aber hält er oft auch nachweisbare körperliche Veränderungen schon deshalb für die Ursache von Beschwerden, weil sie Normabweichungen darstellen, und es entgehen ihm andere, vielleicht endogen psychotische oder sonstige psychische Faktoren, deren Kenntnis eine viel einfachere, rationellere und wirksamere Behandlung ermöglichen würde.

Es handelt sich hier um schwierige Probleme, weil die organisch-körperlichen Ursachen vieler Krankheiten trotz den großen Fortschritten der neuzeitlichen Medizin noch erst mangelhaft bekannt sind und dann die Vorstellung von einer «Psychogenese» gerne in die Lücken springt. Zudem leben sehr viele Menschen fast ständig in psychischen Spannun-

gen, haben ihre unerfüllten Wünsche, übermäßigen Erwartungen und enttäuschten Hoffnungen, leiden unter Triebkonflikten, Mißverhältnissen zwischen Wollen und Können und andern Störungen des seelischen Gleichgewichts. So kann eigentlich immer und überall ein psychischer Faktor gefunden werden, der das Bedürfnis nach kausaler Erklärung befriedigt, wenn auch oft auf eine Art, die nur als phantastisch bezeichnet werden kann.

Wohl haben die Psychiater in jahrzehntelanger, eifriger Arbeit das Problem der Psychogenese nach verschiedenen Richtungen eingehend untersucht und manches daran nach und nach in ein bestimmtes und deutliches Licht gerückt. Es wurde gezeigt, was für Erlebnisse es sind, die für die Psychogenese einer körperlichen Krankheit in Frage kommen, was für Symptome und welche Verlaufsformen dabei beobachtet werden. So hat sich ergeben, daß die Psychogenese körperlicher Krankheiten nur ein Aspekt eines viel umfassenderen Phänomens ist, das auch die psychische Genese psychischer Erkrankungen umfaßt. Ja man kann die krankhaften psychogenen Phänomene nur verstehen, wenn man sie mit den normalen und gesunden Psychoreaktionen in Zusammenhang bringt, obschon es unerläßlich ist, hier wie andernorts das Krankhafte vom Gesunden klar zu unterscheiden.

Die psychologischen und psychiatrischen Beobachtungen und Untersuchungen haben zu einem Resultat geführt, das vielleicht am bekanntesten geworden ist in der Gegenüberstellung von Karl Jaspers' kausalen und verständlichen Zusammenhängen, das heißt, es wird unterschieden zwischen einer Betrachtung des Psychischen als Natur, die mit naturwissenschaftlicher Methode untersucht wird und zu kausalen Zusammenhängen führt, und einer methodologisch völlig andern Betrachtungsweise, die dem Wesen des Psychischen als solchem folgt und dabei findet, daß hier nicht kausale Faktoren, sondern verständliche Motivierungen entscheidend sind¹.

Jaspers' Gegenüberstellung, in welcher diejenige Descartes' von *res extensa* und *res cogitans* weiterwirkt, hat mannigfachen kritischen Einwänden gerufen. Binswanger hat schon vor Jahrzehnten geschrieben, «daß wir uns weder mit dem Begriff des kausalen Zusammenhanges auf der einen noch mit dem verständlichen auf der andern Seite beruhigen dürfen», «der Begriff der physikalischen Kausalität, der Begriff von Ursache und Wirkung (hat) schon hinsichtlich des Verhältnisses von Reiz und Reaktion und damit auch innerhalb des rein biologischen Geschehens

¹ Verständlichkeit, oder, wie man auch sagt, Sinnhaftigkeit, gilt dabei nur für den Menschen, dessen psychische Zusammenhänge untersucht werden. Es geht nicht um denjenigen «Sinn», welchen der Wissenschaftler oder Praktiker in die Naturvorgänge hineinlegt, in der Art teleologischer Betrachtung etwa. Die Verwechslung und Vermischung des vom Arzt durch biologisch-naturwissenschaftliche Methode gemessenen «Blutdruckes» eines Patienten mit irgendwelchem «psychischen Druck», über den er klagt, wie man es etwa in der sogenannten «psychosomatischen Medizin» hört, läßt elementarste Unterscheidungen unbeachtet, wie sie schon seit Kants «Kritik der Urteilskraft» geklärt sind.

keine Stätte», «auf der andern Seite ist der Begriff des verständlichen Zusammenhanges bei Jaspers ein abstrakter, psychologiefremder, methodologischer Hilfsbegriff, dem (wir können hinzufügen, als einem idealtypischen) das Wesentliche fehlt..., der Rückgang auf die zu verstehende individuelle geistige Person.» (Bd. I S. 56.)

Worauf stützt sich diese Kritik an Jaspers? Wir betrachten zunächst den biologischen Aspekt. Tatsächlich beruht hier die Annahme einer physikalischen Kausalität auf dem Zusammenhang von Reiz und Reaktion. In Johannes Müllers Auffassung von den «spezifischen Sinnesenergien», im Weber-Fechnerschen Gesetz und ähnlichen Aussagen sowie im Begriff des Reflexes, der seinerseits im wesentlichen interessanterweise auch auf Descartes zurückgeht, liegen die methodologischen Grundlagen für eine solche Betrachtungsweise vor. In der Lehre von den bedingten Reflexen von Pawlow werden Wege gesucht, sogar verständlich-sinnvolle Phänomene rein physikalisch-mechanistisch zu erklären. Alle diese Bestrebungen übersehen, daß in der Biologie, im Gegensatz zur unbelebten Natur, nur dann der Kausalzusammenhang ein eindeutiger und notwendiger und damit ein im eigentlichen Sinne gesetzmäßiger ist, der die Folgen bestimmter Ursachen klar und sicher voraussagen läßt, wenn aus einem biologischen Ganzen ein Teil, und zwar ein kleiner Teil, herausgenommen und für sich betrachtet wird, was etwa in der Form chemischer oder physikalischer (zum Beispiel elektrischer) Vorgänge geschehen kann. Je mehr aber die Untersuchung ganzheitliche Strukturen berücksichtigt, desto ferner rückt das Ziel einer physikalisch-kausalen und eindeutig notwendigen Erklärung, desto vieldeutiger werden die zu beobachtenden Erscheinungen, und desto weniger streng ist die Abhängigkeit der Reaktion vom Reiz.

Damit wird ersichtlich, daß ganzheitliche Betrachtung in der Biologie nur möglich ist auf Kosten der physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeit, und umgekehrt. Sie führt auch zu einer Kritik des Reflexbegriffes, und zwar derart, daß dieser zwar nicht als falsch oder unzweckmäßig erscheint, sondern einen bestimmten Gültigkeitsbereich zugewiesen erhält, in welchem seine Grenzen abgesteckt werden. Die beiden bedeutendsten Forscher, welche diese Kritik geleistet haben, sind wahrscheinlich Kurt Goldstein und Erwin Straus.

Ähnliches, nur in viel ausgesprochenerem Maße, finden wir im Bereiche der verständlichen Zusammenhänge. Wir können einen Satz von Hegel anführen, der die Verhältnisse in kurzer und prägnanter Weise darstellt und der bis heute nichts an seiner Bedeutung eingebüßt hat: «Die psychologische Notwendigkeit (wird) ein so leeres Wort, daß von dem, was diesen Einfluß soll gehabt haben, die absolute Möglichkeit vorhanden ist, daß es ihn auch hätte nicht haben können». (S. 226.) Während in der Biologie immerhin noch viele Regelmäßigkeiten gefunden werden, steht in der Psychologie die Individualität im Vordergrund. Diese aber ist es, welche den Zusammenhängen jede Notwendigkeit und Eindeutigkeit raubt, indem die ganze Lebensgeschichte in ihrer je eigenen Art mitbedingend in die Abläufe jedes Geschehens eintritt. So

kann leicht die gleiche Ursache, die bei einem Menschen diese Reaktion auslöst, bei einem andern gerade die gegenteilige Folge haben; derselbe Vortrag etwa in einer wissenschaftlichen Versammlung findet bei einem Hörer hochgespanntes Interesse, während ein anderer darüber einschläft, was von so vielen vergangenen, gegenwärtigen und zukünftigen Bedingungen abhängt, daß kaum jemand voraussagen kann, wer sich wie verhalten wird¹.

All das will natürlich nicht sagen, daß sich die Biologie der Vorgänge im Organismus und die Psychologie der sinnvollen Zusammenhänge nicht je in sich selbst und in ihrer gegenseitigen Wechselwirkung auf kausale Zusammenhänge hin untersuchen lassen. In der Geschichte der Psychologie und Psychiatrie hat das eine Sukzession zwischen Reiz und Reaktion annehmende Kausalitätsverhältnis in bezug auf das Leib-Seele-Problem eine große Rolle gespielt, besonders im Gegensatz zu den Annahmen einer Koexistenztheorie, wie derjenigen der «prästabilisierten Harmonie», des «psychophysischen Parallelismus» oder der Lehren von einer «Identität schlechtweg». Wir können auf diese Aspekte nicht eingehen, müssen uns aber klar werden über die Tatsache, welche Husserl in folgendem Satz ausspricht: «In weiterer Folge hat aber auch – wenn wir uns an die ursprünglich Seinssinn begründende Lebenswelt halten – die Kausalität einen prinzipiell ganz andern Sinn, ob von Naturkausalität die Rede ist oder von Kausalität zwischen Seelischem und Seelischem und Körperlichem und Seelischem.» (Bd. VI, S. 221.)

Husserl hat ferner in einem andern Werk die «Motivation als Grundgesetzlichkeit des geistigen Lebens» (Bd. IV, S. 220 ff.) eingehend untersucht, die verschiedenen Formen der Motivation herausgearbeitet und unter anderem ihre Beziehung zur «Assoziation» und zur «Naturkausalität» geklärt. Er analysiert dann weiter die «Beziehungen zwischen Subjekten und Dingen unter dem Gesichtspunkte von Kausalität und Motivation» und zeigt, wie es verschiedene «Einstellungen» des untersuchenden und denkenden Menschen sind, die Kausalität oder Motivation hervortreten lassen (S. 234–238).

Husserl behandelt all diese Probleme mit einer in der Psychiatrie und Psychologie nicht üblichen Klarheit und Eindringlichkeit, die dann auch zu entscheidenden Formulierungen führt. So untersucht er etwa die Möglichkeiten, welche zur Beantwortung der Frage nach der Beziehung zwischen Gehirnzuständen und Bewußtsein bestehen, und zeigt, daß im Bewußtsein «Wesensgesetze» liegen, die einer «universellen funktionellen Regelung» widersprechen. Es kann aber nur empirisch ausgemacht werden, wieweit die unzweifelhaft bestehende Abhängigkeit des Bewußtseins von der Gehirn funktion reicht (S. 290–295). Diese «Grenze

¹ Es ist vor allem die als Aktpsychologie bezeichnete Richtung, die mit Forschern wie Dilthey, Brentano, Husserl, Natorp, Hönigswald verbunden ist, welche die individualisierende Methode in der Psychologie am weitesten entwickelt hat und in den «existentiellen» und «daseinsanalytischen» Untersuchungen ihre neueste Entfaltung gefunden hat.

möglicher Naturalisation» des Geistes (S. 297) ist aber heute noch viel zu wenig erforscht, und damit hängt das Problem der Psychogenese, so wie wir es heute sehen, und damit dasjenige der sogenannten «psychosomatischen Medizin» eigentlich in der Luft!

Von dieser Einsicht muß der Psychiater heute ausgehen, wenn er die Probleme des kausalen Erklärens in seiner Wissenschaft und Praxis verfolgt. Dabei stößt er auf zwei Aufgaben. Einmal muß er die Grenze des kausal Erklärbaren immer mehr erweitern, was ihm mit Hilfe der gerade an der Philosophie besonders von Descartes und Husserl geschulten Methode auch immer besser gelingen mag¹. Zum andern aber muß er sich darauf besinnen, was Kausalität als bestimmte Einstellung des Menschen bedeutet. Eine solche Einstellung des Menschen ist aber immer ein ganzheitliches Phänomen, und so gesehen, tritt stets nicht nur die Beziehung zur Sache, sondern ebenso diejenige zum Mitmenschen ins Spiel, das heißt, jede Einstellung auf kausales Erklären ist auch ein menschlich-existentielles Phänomen. Das läßt sich, wie wir gesehen haben, bereits bei Descartes zeigen.

Literaturverzeichnis

- Descartes, René*: Oeuvres et lettres. Bibliothèque de la Pléiade, Paris, Gallimand, 1952.
Goldstein Kurt: Die Behandlung, Fürsorge und Begutachtung der Hirnverletzten. Leipzig, Vogel, 1919.
Jaspers Karl: Allgemeine Psychopathologie. Berlin und Heidelberg, Springer, 1946, 4. Aufl.
Binswanger, Ludwig: Vorträge und Aufsätze. Bern, Francke, Bd. I, 1947, und Bd. II, 1955.
Hegel, Georg-Wilhelm: Phänomenologie des Geistes. Ausgabe Lasson, Leipzig, Meinert, 1928.
Goldstein, Kurt: Der Aufbau des Organismus. Den Haag, Nijhoff, 1934.
Straus, Erwin: Vom Sinn der Sinne. Berlin, Göttingen, Heidelberg, Springer 1956, II. Aufl.
Husserl, Edmund: Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie. Husserliana, Bd. VI, Den Haag, Nijhoff, 1954.
— Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie. Husserliana, Bd. IV, Den Haag, Nijhoff, 1952.
Merleau-Ponty, M.: Phénoménologie de la perception. Paris, Galimare, 1945.

¹ In einer Kritik der Gegenüberstellung kausaler und verständlicher Zusammenhänge von Jaspers sagt Merleau-Ponty: «Pour le philosophe comme pour le psychologue il y a donc toujours un problème de la genèse et la seule méthode possible est de suivre, dans son développement scientifique, l'explication causale pour en préciser le sens et la matière à sa vraie place dans l'ensemble de la vérité.» (S. 13.) Tatsächlich kommt alles darauf an, den Sinn des kausalen Erklärens zu erfassen.