

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

**Herausgeber:** Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

**Band:** 138 (1958)

**Vereinsnachrichten:** Sektion für Logik und Philosophie

**Autor:** [s.n.]

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## **16. Sektion für Logik und Philosophie**

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

**Sonntag, den 14. September 1958**

*Präsident:* Prof. Dr. E. WALTER (Zürich)

#### *Symposium über*

#### *Verifikation und Induktion in den Realwissenschaften*

Prof. Emil Walter führte einleitend aus, daß die Sektion der S. N. G. für Logik und Philosophie vorsehe, an den nächsten Jahresversammlungen vor allem methodologische Probleme, welche mehrere Realwissenschaften interessieren, in Form von Symposien zu behandeln. Mit Absicht sei ein hervorragender Vertreter der schweizerischen Wissenschaft in den USA, Prof. K. Brunner in Los Angeles, anlässlich seines längeren Aufenthaltes in der Schweiz gebeten worden, die Probleme der Formulierung von Hypothesen und ihrer Verifikation in der Nationalökonomie zu behandeln, da sich gerade an Hand dieses Beispiels aus einer sogenannten Geisteswissenschaft zeigen lasse, wie sich die methodischen Fragen in allen Realwissenschaften in ähnlicher Form stellen. Es ist beabsichtigt, in einer der nächsten Jahresversammlungen das Problem der *kausalgenetischen Methode* aufzugreifen.

In der lebhaften, abschnittsweise geführten Diskussion wurde u. a. auch die Frage aufgeworfen, ob die Trennung der Wissenschaften in Formalwissenschaften einerseits und Realwissenschaften andererseits gerechtfertigt sei, da in jeder wissenschaftlichen Arbeit rationale und empirische Elemente wirksam sind. Der Vorsitzende betonte, es handle sich bloß um ein Problem der Klassifikation und Definition. Unter Formalwissenschaften sind nach R. Carnap jene Wissenschaften zu verstehen, welche sich im Sinne Kants auf Urteile a priori stützen, während Realwissenschaften oder empirische Wissenschaften durch Urteile a posteriori gekennzeichnet werden können. Selbstverständlich könnten die Wissenschaften auch noch nach ganz anderen Gesichtspunkten eingeteilt werden.

1. F. GONSETH (Zurich). — *Quelques remarques sur la méthodologie de la recherche.*

Quelles garanties une recherche doit-elle fournir pour mériter d'être appelée une recherche scientifique ? — C'est là une question qui est certainement en rapport avec le thème de ce Symposium.

Pour peu qu'on y réfléchisse, on s'aperçoit qu'il est plus difficile d'y répondre qu'on ne l'imagine tout d'abord. L'énonciation d'une réponse que tous les chercheurs admettraient comme juste et satisfaisante rencontre d'assez sérieuses difficultés. Les Symposiums des années précédentes en ont d'ailleurs donné la preuve.

Faut-il déclarer que, dans ces conditions, ni la question ni la réponse n'intéressent le chercheur, puisque la recherche a pu prendre son départ et se développer sans avoir besoin ni de l'une, ni de l'autre ? Et que, par conséquent, le temps et la réflexion qu'il leur accorderait ne seraient que du temps et de la réflexion perdus ? Certains le pensent sans doute, mais est-il vrai que les procédures actuelles de la recherche et leur efficacité ne doivent rien aux réflexions faites antérieurement sur la méthode des sciences ? D'ailleurs aucun chercheur n'affirmera jamais que le fait de réussir une expérience sans être en mesure d'énoncer clairement les raisons et les conditions de sa réussite le dispense de s'interroger sur ces raisons et ces conditions. Une telle affirmation, aucun chercheur ne peut en douter, serait contraire à l'esprit même de la recherche. Pourquoi devrait-il en être autrement pour l'expérience que représente non pas telle ou telle recherche particulière, mais la recherche en général envisagée dans la perspective de son développement réel. C'est pourquoi je pense non seulement que la question par laquelle j'ai commencé est légitime, mais encore qu'elle est de celles qui, finalement, ne peuvent pas être évitées.

Il ne s'agit pas de déduire ou de construire abstraitement dans l'absolu ou dans l'inconditionnel les conditions auxquelles la recherche devrait satisfaire pour être une recherche scientifique authentique. Il s'agit au contraire de formuler, d'énoncer de la façon la plus simple et la plus juste possible les caractères que la pratique efficace de la recherche nous apprend à remarquer, à distinguer, à saisir de plus en plus clairement. Mais pourquoi les énoncés ? — C'est qu'il faut les énoncer pour en prendre vraiment conscience et qu'il faut en prendre conscience pour apprendre à mieux les mettre en œuvre.

L'une des conditions fondamentales auxquelles la recherche scientifique semble devoir satisfaire (pour rester efficace) est de rester ouverte à l'expérience. Pour le chercheur moderne, l'ouverture à l'expérience est une exigence toute naturelle. Si l'on examine sérieusement les conditions à remplir pour qu'elle puisse être satisfaite, on s'aperçoit bientôt qu'il faut aller plus loin que le simple bon sens. Pour rester ouvert à l'expérience, il ne suffit pas de se déclarer prêt à accueillir toutes les observations qui pourront être faites. La recherche ne consiste pas à ajouter des observations à des observations. Il faut que ces observations puissent être rattachées à des faits, à des faits significatifs. Et même si l'on était toujours en mesure de distinguer dans les observations les faits qui leur

donnent lieu, la recherche ne consisterait pas à ajouter des faits nouveaux à des faits déjà constatés. Il faut encore que les faits soient organisés pour former des ensembles cohérents. Or ce travail d'organisation ne peut être fait que par l'intermédiaire d'un langage approprié dans lequel les faits puissent trouver leur expression, leur énonciation. On voit ainsi que la recherche travaille nécessairement sur deux fronts : sur l'un d'eux elle expérimente et observe, sur l'autre, elle imagine les faits de façon à pouvoir en faire l'objet d'un exposé. Cet exposé nécessite une langue appropriée, une langue offrant les moyens d'expression, les moyens d'énonciation indispensables. Parfois, la langue courante suffit, mais d'autres fois, il faut avoir recours à une langue plus riche ou plus précise, à un langage mathématique par exemple. Il n'est d'ailleurs pas certain qu'une recherche dispose par avance d'une langue capable de lui fournir une énonciation adéquate. La mise au point, parfois même la création des moyens discursifs appropriés représente souvent un moment important, un moment décisif de la recherche. Poincaré disait dans ce sens qu'une discipline scientifique doit se présenter comme une langue bien faite. Dans une intention analogue, pour pouvoir parler clairement, nous pouvons appeler le premier front dont il vient d'être question le front d'expérimentation et le second le front d'énonciation de la recherche. Toute recherche ayant une composante expérimentale est fatalement engagée sur ces deux fronts. (Ils sont moins nettement visibles dans la recherche mathématique, mais ils peuvent aussi y être distingués.)

Dans certaines recherches, le front de l'expérimentation ou de la simple observation et le front de l'énonciation ou de la simple expression sont tout proches l'un de l'autre : on franchit presque sans y prendre garde la distance qui sépare les observations des faits qui leur donnent lieu et de la mise en exposé de ces derniers. Dans une telle situation, il peut paraître superflu d'insister sur la dualité d'engagement du chercheur. La différence (différence de nature) entre le front d'expérimentation et le front d'énonciation n'en subsiste pas moins et le seul fait de ne pas en tenir compte peut conduire à de regrettables méprises.

Mais, d'autres fois, la distinction s'impose. Il nous a fallu comprendre (et c'est de la pratique même de la recherche que nous avons dû la prendre) qu'une incroyable distance sépare parfois la lecture des observations de la formulation des faits — des faits dont les observations ne fournissent en quelque sorte que les traces. Bien plus, il nous a fallu comprendre que nous ne sommes pas en possession *par avance* de la liste complète des faits qui viendront prendre place un jour ou l'autre dans telle ou telle discipline. Cette liste complète ne se trouve pas naturellement dans notre esprit et, pour la dégager, il ne suffit pas non plus d'analyser les langages déjà existants. Le langage qui leur conviendra n'est pas fait d'avance. Non seulement les mots nous manquent encore, mais surtout ce que les mots auront à désigner, les idées et les représentations, le matériau mental dont les mots ne sont que l'expression. A ce moment de la recherche, la situation sur le front d'énonciation se présente donc dans un certain état de non-achèvement. Mais il n'en est pas autrement sur le front complé-

mentaire, sur le front de l'expérimentation. Si l'expérimentation n'est pas orientée par une certaine idée, si imprécise soit-elle, des faits à étudier, il subsiste fatalement une certaine indécision quant à ce qui mérite d'être observé. Pas plus que la liste complète des faits significatifs d'une discipline, nous ne possédons par avance la liste exhaustive des observations décisives.

Ce que je viens de dire se rapporte à ce qu'on peut appeler le principe de dualité de la méthode scientifique. Pour mieux éclairer ce principe, il convient de dire encore quelques mots du rapport du chercheur à l'objet de sa recherche dans une situation de connaissance déterminée. Sur l'un et l'autre front, ce rapport se caractérise par un certain état d'inachèvement dont nous avons déjà dit quelques mots, mais qui va plus loin que ce que nous en avons dit.

Commençons par le front de l'énonciation. C'est sur ce front que se fait l'édification théorique, la mise en forme rationnelle des différentes disciplines, de la mécanique par exemple aussi bien que de la géométrie. Les moyens dont cette édification se sert sont des moyens discursifs, de caractère mathématique dans le cas de la plus grande précision. Ce sont des mots, des phrases, des signes, des formules qui visent certainement les objets, les êtres et les phénomènes que l'expérimentateur rencontre sur le front de l'expérimentation. Mais cette visée n'est pas directe. Entre les mots et les signes d'une part et les réalités auxquelles ils entendent se référer d'autre part, il y a l'esprit de celui qui édifie la théorie dans le but de la faire servir à la recherche. Et, dans cet esprit, les mots éveillent tout d'abord des notions, des idées, des représentations, des formes et des catégories que l'esprit a le pouvoir de mettre en relation. Or chacun sait, parce que l'histoire de la science et son expérience personnelle le lui ont montré maintes et maintes fois, que face au réel, les édifices construits avec tout ce matériau mental ne sont pas totalement et parfaitement adéquats, mais qu'ils ont plutôt le caractère d'ébauches encore inachevées, d'ébauches capables d'être retouchées, révisées et complétées. La précision des moyens d'énonciation, la précision par exemple des moyens mathématiques, ne doit pas nous faire illusion à cet égard : un schéma par exemple peut fort bien ne représenter qu'une ébauche assez grossière même s'il est dessiné de la façon la plus précise.

Ce caractère d'inachèvement s'étend à tout l'horizon d'énonciation. Il ne faut pas y voir un défaut qu'une plus grande attention permettrait d'éviter ; il y a là au contraire un caractère lié à l'activité énonciatrice elle-même. Pour exprimer les choses avec des mots et des signes, il faut inévitablement s'engager dans la schématisation, dans la typification. L'état d'avancement de la perspective mentale ainsi ébauchée caractérise une situation de connaissance. Le progrès de la recherche vient s'inscrire dans cette ébauche, soit qu'il la complète, soit qu'il l'oblige à la réviser. Il est clair que si, dans cette situation, cette perspective-ébauche était posée intangible comme ayant déjà trouvé sa forme définitive, la liberté et le progrès de la recherche pourraient en être contrariés. Poser en principe, au contraire, qu'il est illégitime de décider d'avance qu'elle ne devra

jamais — et même qu'elle ne pourra jamais — être révisée ne fait donc que répondre à l'exigence d'ouverture de la recherche à l'expérience. C'est le principe de *révisibilité* de la recherche scientifique. Sa validité tient, répétons-le, à la nature même des moyens de l'énonciation. Il ne met pas la connaissance en doute ; il réserve seulement la possibilité de la corriger et de l'approfondir en l'engageant dans une procédure de révision. Dans son intention, ce principe n'est pas négatif, il est constructif.

Nous n'avons jusqu'ici envisagé l'état d'inachèvement de la connaissance que du côté du front de l'énonciation, l'état d'inachèvement de la connaissance énoncée. Tournons-nous maintenant du côté du front de l'expérimentation. Ce qui s'y présente comme inachevé, ce sont maintenant les procédures et les techniques qu'on y met en œuvre pour saisir, pour fixer ou pour reproduire ce qui fait la réalité de tel ou tel phénomène. C'est la faculté de distinguer ou de répéter exactement une seconde fois ce qui s'est produit ou ce qu'on a produit une première fois. Les raisons de cette incapacité sont multiples. Elles peuvent tenir à l'inachèvement des vues qui orientent l'expérimentation, à l'imperfection des techniques mises en œuvre et même (comme le prétend la physique des quanta) à un certain indéterminisme naturel. Une situation de connaissance ne se caractérise pas seulement par le matériau mental mis en œuvre du côté de l'énonciation, mais aussi par les techniques qui cherchent à retrouver ou à reproduire dans le monde naturel ce qui peut adéquatement correspondre à ce matériau mental. Toute recherche comporte ainsi un engagement dans une certaine technicité. Cet engagement caractérise aussi la situation de connaissance correspondante. Aucun chercheur ne songera certainement à affirmer que la forme de son engagement dans une certaine technicité est intangible et définitive. En principe, il n'hésitera certainement pas à en envisager l'abandon au profit d'un engagement plus efficace. Poser qu'en principe une recherche scientifique ne peut manquer d'être engagée dans une certaine technicité et que le progrès de la connaissance est inséparablement lié à l'évolution de cet engagement, c'est affirmer le *principe de technicité* de la recherche scientifique.

On remarquera qu'en insistant sur l'état de non-achèvement, de l'aspect technique de la saisie du réel, on n'entend aucunement contester la valeur irréductible de cet aspect. Il s'agit simplement de mettre l'accent sur le fait que, moins encore que les formes de l'énonciation, les formes de l'expérimentation ne nous sont données à l'avance. Le principe de technicité ne fait donc que répondre, lui aussi, à l'exigence d'ouverture de la recherche scientifique.

On peut maintenant porter les distinctions qui viennent d'être faites dans l'analyse de ce qu'on peut appeler la démarche normale de la recherche. On dit parfois que la méthode des sciences expérimentales est celle de l'induction, l'induction étant la procédure logique permettant de passer du particulier au général, c'est-à-dire d'un certain nombre d'observations à la loi générale dont ces observations fixent un certain nombre de cas particuliers. En fait, une procédure purement logique de ce genre n'existe pas. La démarche que la recherche applique normalement

pour passer de constatations particulières à un énoncé général est d'une certaine complexité. Elle comprend les quatre phases suivantes – et c'est pourquoi nous l'appelons la procédure des quatre phases :

1. Toute recherche part d'une certaine situation de connaissance. Un problème nouveau ne s'y pose pas de lui-même. Il n'est vraiment posé que lorsqu'il a pu être énoncé, ne fût-ce que de façon assez vague et même plus ou moins incorrecte. Il y a des situations de connaissance où l'on se heurte au problème préalable d'en dégager des faits significatifs en même temps que les façons adéquates d'en parler. (Je n'en veux pour preuve que l'exposé que fera tout à l'heure M. Brunner.) Dans un tel cas, l'énonciation correcte d'un problème ne vient qu'au terme d'une recherche préalable. A l'analyse, celle-ci se présenterait cependant comme un ensemble de procédures du type que nous allons décrire.

La première phase de la procédure normale se caractérise par l'émergence d'une question dans une situation de connaissance déterminée. Nous venons de le dire, pour être bien posé, le problème doit avoir été formulé. (On n'exigera pas que son énonciation se présente d'emblée sous sa forme définitive ; elle peut n'être encore que provisoire, mais si elle manque totalement, la procédure ne peut se mettre en route.)

Bien entendu, le lieu où cette énonciation prend forme est le front de l'énonciation.

2. A la seconde phase de la procédure, le chercheur imagine quelle pourrait être la solution du problème et fait une hypothèse qu'il se propose de mettre à l'épreuve. La formulation plus ou moins claire de cette hypothèse a elle aussi lieu sur le front de l'énonciation. Le chercheur imagine en même temps un plan d'expérimentation et monte un dispositif répondant aux exigences techniques d'une vérification. Ce montage a naturellement lieu sur le front de l'expérimentation.

3. En troisième phase, l'hypothèse est mise à l'épreuve. L'expérience peut ou réussir ou échouer.

Si elle échoue, le chercheur est ramené à la première phase, mais dans une situation de connaissance modifiée par le fait même de cet échec.

Si l'expérience réussit, la procédure peut passer à sa quatrième phase.

4. En quatrième phase, le chercheur revient au front de l'énonciation pour y intégrer l'hypothèse, *mais en tant qu'énoncé éprouvé*. Cette intégration se fait parfois sans que la situation de connaissance au départ en soit troublée. Il arrive cependant qu'elle ne puisse se faire qu'au prix d'une révision profonde qui peut aller jusqu'à la refonte du matériau (du matériau mental) dont l'énonciation doit se servir.

Cette procédure n'a rien d'automatique. Elle s'établit à la fois sur les deux fronts d'engagement de la recherche qu'elle doit maintenir en contact. A première vue, elle peut paraître complexe. A la réflexion, elle tombe presque au rang d'une banalité méthodologique.

Le point sur lequel il faut insister est le suivant : la procédure des quatre phases est en quelque sorte une procédure minimum. Il ne paraît

pas que l'exigence d'ouverture à l'expérience puisse être satisfaite en général de façon plus simple ou plus élémentaire, puisse être satisfaite à moins de frais.

2. ERNST WINKLER (Zürich). — *Induktion und Verifikation in der Geographie.*

Zur Skizzierung von Induktion und Verifikation in der Geographie erscheint es nötig, zunächst das Wesen dieser Disziplin selbst zu umreißen. Ihr Ziel ist, wie dasjenige jeder Wissenschaft, eine Theorie als ein System von Sätzen oder Formeln, das ihren Gegenstand möglichst adäquat fixiert. Das *spezifische Objekt* der Geographie ist die Landschaft als Gefüge von Lithosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre (inkl. Anthroposphäre). Als ihr *Ziel* ergibt sich hieraus eine *Theorie der Landschaft*. Ihre Erarbeitung begegnet vergleichsweise naturgemäß größeren Schwierigkeiten als bei den meisten andern Realwissenschaften, da ja das Objekt Landschaft ein Gefüge vieler von diesen behandelten Gegenständen darstellt. Daher erscheint die Frage berechtigt, ob die Geographie sich als Beispiel einer Diskussion über Induktion und Verifikation überhaupt eigne. Doch soll hierauf nicht eingetreten werden. Dagegen sind über das Verfahren der Geographie einige Angaben zu machen, die zum eigentlichen Thema hinführen. Dieses Verfahren ist grundsätzlich weitgehend dasselbe wie bei den übrigen Realwissenschaften.

Die Arbeit beginnt in der Regel mit der Fixierung einer konkreten Landschaft, also beispielsweise des Linthtales. Diese wird zunächst dadurch als individuelle Erscheinung (Erscheinungskomplex) von ihrer Umgebung abzuheben (zu isolieren) versucht, daß man ihre Lage, Grenzen und Größe ermittelt. Da die Grenzen der Landschaftskomponenten: der Lithosphäre, der Atmosphäre, der Hydrosphäre und der Biosphäre sich so gut wie nie zur Deckung bringen lassen (ja an sich nicht scharf zu ziehen sind), ergeben sich schon hier wesentliche Schwierigkeiten und damit hypothetische (oder auch axiomatische) Sätze. Der nächste Schritt ist die Zergliederung des Objekts in seine Elemente, die zumeist noch regional — im Fall des Linthtals etwa nach Unter-, Mittel- und Hinterland und deren Nebentäler sowie in Talgründe, Gehänge und Gipfelregionen usw. — unterzugliedern sind. Auf diese sowohl beschreibend (deskriptiv) als auch erklärend (kausal-final) vorgehende Analyse (Elementaranalyse) folgt die zentrale, die spezifisch geographische Arbeit: der Versuch, das zuständige (statische: material-formale) und geschehensmäßige (prozessuale) Gefüge, d. h. die Beziehungen zu erfassen, welche die einzelnen Landschaftskomponenten miteinander verknüpfen, wobei auch dabei deskriptiv und kausal-final zu verfahren ist. Die Geographie sieht sich hierbei naturgemäß weitgehend auf die Disziplinen, die sich mit den Landschaftselementen befassen, also etwa auf Geologie, Pedologie, Klimatologie, Hydrologie, Geobotanik, Geozoologie, Anthropologie, Ethnologie, Soziologie, Ökonomie, Siedlungsforschung usw. und damit begreiflicherweise auch auf ihre Induktionen und Deduktionen angewiesen. Sie kann sich aber oft nicht

auf diese stützen, weil sie die Elemente der von ihr behandelten Landschaften noch gar nicht behandelt haben; z. B. fehlt im Fall des Linthtals u. a. noch völlig eine hydrologische und klimatologische Bearbeitung. Nicht zuletzt deshalb bleibt die Geographie nicht selten bei der bloßen Inventarisierung und Elementaranalyse, d. h. bei der Untersuchung der Landschaftselemente *an sich* stecken, woraus ihr dann und wann der Vorwurf gemacht wird, sie beackere unzulänglich fremde Felder. — Der letzte Schritt schließlich ist der Versuch, aus der Analyse der Elementbeziehungen ihr *Gesamtgefüge*, die Landschaft als «Ganzes» zu erfassen, wobei sich ergibt, daß jede Landschaft ein komplexes, offenes, d. h. mit den Nachbarlandschaften und mit der ganzen Umwelt (dem über ihr sich ausbreitenden Kosmos wie dem unter ihr liegenden Erdinnern) eng verbundenes und sich wandelndes «System» darstellt: das Linthtal steht — trotz relativ scharfer (orographischer) Begrenzung gegenüber den meisten Nachbartälern — in engen natürlichen und kulturellen Beziehungen mit diesen wie mit der Schweiz und der ganzen Erde (Luftmassenverschiebungen, Import und Export wirtschaftlicher Güter usw.) und ändert sich (trotz einerseits deutlichen relativen Verharrens) dauernd (einst war es ein Waldgebirgstal, wurde dann zum Gebiete alpiner Landwirtschaft und schließlich mindestens teilweise zur bedeutenden Industrielandschaft) auch in der Zeit. — Alle Einzelschritte können — und auch darin unterscheidet sich die Geographie nicht von den übrigen Realwissenschaften — nun nie unternommen werden, ohne daß mit generellen Begriffen (Gattungs-, Typus-, Normbegriffen: z. B. Tal, Gebirge, Alpental, industrialisiertes Alpental im Fall des Linthgebiets usw.) gearbeitet wird, wodurch die Geographie sich auf Vergleiche zwischen verschiedenen Landschaften (dies freilich auch, weil verschiedene *bestehen*) hingewiesen sieht. Sie sucht hierbei nach den Differenzen und Übereinstimmungen (Ähnlichkeiten, Gleichheiten, Analogien und Homologien), aus denen sich sowohl Landschaftstypen (im Sinne von Landschafts*grundformen* und von «*Mustern*»), d. h. von phänomenologischen Extrem- oder Mittelmaßen) als auch Regeln, Gesetzmäßigkeiten, Normen der Landschaftsbildung gewinnen lassen, die ihrerseits die Landschaftsindividuen objektiver zu erkennen gestatten sollen. Geographie vollzieht sich somit — wiederum wie jede Realwissenschaft — in (notwendiger) Korrelation von idiographischer und nomothetischer Untersuchungs- und Denkweise.

Vor allem die Komplexität ihrer Objekte und deren Vielzahl nötigen sie hierbei stets zu hypothetischen Urteilen, d. h. zu Sätzen, deren Wahrheit keineswegs ohne weiteres als gewiß (evident) betrachtet werden kann, die also besonderer Bewahrheitung (Verifikation) bedürfen. Da der Geographie das Experiment (namentlich infolge der Raumgröße ihrer Objekte) und der mathematische Kalkül (infolge der Konkretheit ihrer Gegenstände) nur beschränkt zu Dienste stehen, sieht sie sich umso mehr auf die vergleichende Methode angewiesen. Sie hat sie denn auch von alters her immer geübt, ohne sich dadurch freilich von den übrigen Realwissenschaften grundsätzlich zu unterscheiden. Eigentümlich ist ihr nur die besondere Art des Vergleichs, der in der Regel eine Gegenüberstellung

verschiedener Regionen (mit der Hauptfrage, ob deren Erklärung aus gleichen Bedingungen möglich sei) darstellt. Viele Einzeluntersuchungen wurden mit ihrer Hilfe unternommen, und insbesondere jene in räumlich beschränktern Gebieten auf Grund unmittelbarer Beobachtung angestellten gewannen sicherere Ergebnisse als die globalen Vergleiche. So begründete, um nur einen der bemerkenswertesten Fälle zu zitieren, F. v. Richthofen seine Lößtheorie in Nordchina und dehnte sie erst sekundär auf Lößlandschaften im allgemeinen aus; sie blieb aber ebenso wichtig für die Bodenkunde und Geologie wie für die Natur- und Kulturgeographie des chinesischen Reiches. Die vergleichende Methode gründet in der Beobachtung und im Karten- und Literaturstudium zugleich. Ihr primäres Anliegen ist die Aufstellung von Gattungs- oder Typenbegriffen, woran sich die Analyse der räumlichen Verteilung ähnlicher Landschaften schließt, die in der Regel durch Annahmen (Hypothesen) über die Gründe der Erscheinung gelenkt wird. Vorerst resultieren daraus nur empirische Regeln, da jederzeit Gegenbeispiele auftauchen können, welche diese zu falsifizieren oder wenigstens einzuschränken vermögen. Die Hypothesen selbst sind begreiflicherweise immer an den Tatsachen zu prüfen. Mit diesem Akt erledigt sich grundsätzlich die Aufgabe des Vergleichs; allein als eigentliche Erkenntnis wird das Resultat nur betrachtet werden können, wenn der Zusammenhang des untersuchten Objekts und der hypothetisch gesetzten Bedingung sich aus dessen Wesen ergibt, wenn anders gesagt die Deduktion mit dem induktiven Verfahren verknüpft wird. Indes sind der vergleichenden Methode relativ enge Grenzen gesteckt. Sie setzt nämlich voraus, daß das studierte Objekt nicht singulär, sondern in einer größern Anzahl von ähnlichen Einheiten vorliegt. Sie beruht demnach auf der Aufstellung von Gattungsbegriffen (im Fall des Linthtals etwa: alpines Tal, alpines industrialisiertes Tal usw.) und zielt auf die Fixierung von Regeln, d. h. von Sätzen, die für eine Mehrzahl von Objekten bedingende Zusammenhänge, Gemeinsamkeiten erweisen. Die Verwendung von Gattungsbegriffen hat indes in der Geographie relativ enge Möglichkeiten, weil ihre Objekte, in beschränkter Anzahl vorhanden, Individuen und auch nur als Individuen zu *fassen* sind. Nicht zuletzt deshalb benützt die Geographie neben der vergleichenden noch eine Methode, die eine Art Mischung von Induktion und Deduktion darstellt: die Interpretation. Ihr Wesen besteht darin, daß erst das Einzelobjekt anvisiert und es aus den als seinen Existenzbedingungen in Betracht kommenden Vorgängen zu bestimmen versucht wird. Die Untersuchung führt dann weiter zu Vermutungen über die Entstehung und zum Versuch, den hypothetischen Vorgang auf Grund von Kenntnissen ähnlicher Prozesse klar zu fassen und ihn mittels direkter Beobachtung zu bestätigen. Die in andern Landschaften gewonnenen Erfahrungen werden hierbei nur im Sinne von Analogien gewertet. Das ganze Vorgehen ist also weder ein ausgesprochener Vergleich noch eine strenge Deduktion.

Auf jeden Fall kommt die geographische Forschung weder ohne deduktive, noch ohne induktive, noch ohne vergleichende Methode, noch schließlich ohne differentielle Interpretation aus. Die letztere geht sogar

den übrigen in der Regel zeitlich voraus, da nur bei wenigen landschaftlichen Erscheinungen die Übereinstimmung etwa der Verbreitung mit andern so zwingend erscheint, daß sich unmittelbar durch den Vergleich der Bedingungs-zusammenhang feststellen läßt. Ohne Interpretation gerät auch der Vergleich leicht auf Abwege. Er vermag vor allem die Ausnahmen nicht zu erklären, die bei der Komplexität der Landschaften nie fehlen, ja grundsätzlich die Regel sind.

Neben diesen hauptsächlich die Bedingungen der Objektbildung prüfenden Verfahren ist die Konstruktion der Zusammenhänge eine nicht weniger wichtige Aufgabe der Landschaftsforschung. Sie ergibt sich aus der Tatsache, daß die verschiedenen Regionen nicht unabhängig voneinander sind, sondern daß sie Komplexe oder Systeme darstellen, die aufeinander einwirken. Im Grunde ist freilich die Konstruktion *Rekonstruktion*, insofern die genannten Beziehungen ja wirkliche sind, nicht erst durch die Forschung geschaffen werden. Die eindrucklichsten Beispiele liefern Bewegungssysteme wie Fluß-, Wind- oder Verkehrsbereiche, da ihr kontinuierlicher Verlauf bzw. der Sinn ihrer Bewegung der Konstruktion die Richtung geben. Auf Grund des Reliefs und der Wasserführung behauptete so E. Behm, der von D. Livingstone entdeckte Luabala sei der Quellfluß des Kongos, nicht des Nils, eine Hypothese, die später H. M. Stanley verifizierte. Ähnlich wurden auch Oberläufe innerasiatischer Flüsse entschleiert. Eine weitere Form der Konstruktion arbeitet mit Bildungsgesetzen und schließlich werden auch Beobachtungen aus andern Naturreichen oder Erscheinungsgruppen zu Rate gezogen, die als Bedingungen oder Wirkungen der zu untersuchenden zu betrachten sind. So ließ der Zusammenhang von Steppen, Savannen oder Tropenwäldern mit bestimmten jahreszeitlich besonders differenzierten Niederschlägen auf analoge Bedingungen in andern schließen; doch erfordern gerade solche Konstruktionen Vorsicht, weil sie leicht Kurz- und Zirkelschlüsse veranlassen. Darnach kann in gewissem Sinne von mittelbarer Beobachtung gesprochen werden. Daß endlich Konstruktionen auf Grund von Theorien andrer Disziplinen Verwendung erfahren (Tektonik, Meteorologie: z. B. Konstruktion von Regen-, Nebel- oder Temperaturkarten), braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden, ebensowenig, daß gerade diese Verfahren besonders vorsichtig und kritisch gehandhabt werden müssen.

Die Aufstellung zureichender Sätze und Satzsysteme, die von eigentlichen Tatsachenfeststellungen abgesehen (wobei jedoch auch für diese J. W. Goethes Wort Geltung behält «Das Höchste wäre: zu begreifen, daß alles Faktische schon Theorie ist. . . Man suche nur nichts hinter den Phänomenen; sie selbst sind die Lehre.»), immer hypothetischen – oder axiomatischen – Charakter tragen, geht somit in der Geographie offenkundig und grundsätzlich nicht anders vor sich als in den meisten übrigen Realwissenschaften. Die Möglichkeiten erscheinen bei ihr höchstens deshalb beschränkter, weil Experimente im üblichen Sinne, wie angedeutet wurde, die Ausnahme bilden. Die *Prüfung* ihrer Sätze bzw. Hypothesen und damit ihre Verifikation muß darum wohl in erster Linie über statisti-

sche und wahrscheinlichkeitstheoretische Verfahren gehen (die ja naturgemäß an sich keinen Gegensatz zum Experiment darstellen), wobei auch qualitative Sätze in statistische Hypothesen umgeformt werden können. Hierbei ist wohl zu berücksichtigen, daß sich – mindestens vor derhand – in der Geographie Sätze von nur beschränktem Allgemeingrad aufstellen lassen, zumal ja auch die Komplexität des geographischen Objekts besonders deutlich individuelle Erfassung zu verlangen scheint (davon ganz abgesehen, daß alle Realwissenschaft letzten Endes die eine und einmalige Wirklichkeit, also eine «Individualität» zu erkennen hat). Daß die Prüfung von Hypothesen außerdem in der Regel nicht unmittelbar möglich ist, teilt die Geographie im übrigen ebenso mit den Nachbarwissenschaften wie den Theoriencharakter überhaupt, der immer nur Annäherung an die Wirklichkeit, nie Identifikation mit ihr bedeuten kann.

**3. K. BRUNNER** (Los Angeles). – *Konstruktion und Prüfung von Hypothesen in der Sozialökonomie.*

Im Rahmen einer Anwendung allgemeiner wissenschaftlicher Verfahren ergeben sich bei der Konstruktion und Prüfung von Hypothesen methodologische Probleme, die der sozialökonomische Forscher sorgfältig zu beachten hat.

## I. Konstruktion von Hypothesen

### 1. *Umwandlung einer «Idee in eine Hypothese»*

Die Arbeit beginnt mit einer «Idee» über bestimmte Sachzusammenhänge. Einer «Idee» fehlt die durchsichtige Struktur und der eindeutige Inhalt. Sie formt eine Art von impressionistischem Bild. Die einschlägige Literatur wird dem Forscher oft nicht mehr als «Ideen» in diesem Sinn liefern können. Die Unfertigkeit einer «Idee» als Erkenntniswerkzeug zeigt sich, sobald man ihren genauen Inhalt festzulegen sucht. Dieser Inhalt schwimmt im Nebel, und somit wird es prinzipiell unmöglich, anzugeben, welche Art von Beobachtungen ihr entsprechen und welche Beobachtungsgruppen ihr widersprechen würden. Um als Erkenntnisinstrument fruchtbar zu werden, muß die «Idee» in eine wissenschaftliche Hypothese umgewandelt werden. Wir können die Hypothese als eine inhaltlich genau festgelegte «Idee» verstehen. Eine Hypothese erlaubt die Formulierung einer Regel, nach der die möglichen Beobachtungen unzweideutig in drei Bereiche geschieden werden können: den Vereinbarkeits-, den Unvereinbarkeits- und den Unschlüssigkeitsbereich, wobei der Unvereinbarkeitsbereich nicht leer sein darf. Der Umwandlungsprozeß, der von der «Idee» zur Hypothese führt, ist keineswegs trivial. Die Qualität dieses Prozesses begründet die wissenschaftliche Forscherleistung. Drei Stufen dieser Umwandlung sollen genauer betrachtet werden.

a) *Festlegung des Ordnungsschemas*: Drei Arten von Ordnungsschemata scheinen zweckmäßig zu unterscheiden zu sein:

*Klassifikatorische Schemata*: Die Menge aller sozialökonomischen Phänomene bildet den Ausgangspunkt. Als Klassifikation bezeichnen wir eine endliche Auswahl von fremden Teilmengen. Diese Teilmengen bilden die Kategorien der Klassifikation. Eine bestimmte Kategorie der Auswahl wird als Untersuchungskategorie bezeichnet, die restlichen bilden die Erklärungskategorien. Ein Auswahlsystem ist eine endliche Menge von Auswahlen, die nach Zahl, Art und Aussonderung in Untersuchungs- und Erklärungskategorien genau festgelegt sind. Man könnte die Setzung eines klassifikatorischen Schemas auch als Definition eines nominalen Messungsbegriffes behandeln. Klassifikatorische Schemata sind vor allem in einer ersten Phase des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses bedeutsam. Zusammen mit der zweiten Umwandlungsstufe ergeben sie «qualitative» Hypothesen, die als vorläufiges Ziel eines neuen Untersuchungsbereichs oft unvermeidlich sind. Der Inhalt qualitativer Hypothesen ist wesentlich auf Existenz und allgemeine Art von Sachbeziehungen ausgerichtet.

*Beziehungsschemata*: Führen wir höhere Messungsbegriffe in die Konstruktion ein, so erweitern wir das klassifikatorische Schema in folgender Weise:

1. Jeder Auswahl eines bezeichneten Auswahlsystems wird ein Element aus einer definierten Funktionenklasse zugeordnet. Die Erklärungskategorien bilden die Argumentwerte der Funktion, und die Untersuchungskategorie wird dem Funktionswert gleichgesetzt.

2. Dem zugrunde liegenden Auswahlsystem wird eine Regel zugeordnet. Diese Regel erlaubt eine Trennung aller Auswahlkategorien in zwei fremde Teilmengen  $A$  und  $B$ .  $A$  umfaßt die «endogenen» Kategorien, d. h. die vom Beziehungsschema erklärten Erscheinungen, und  $B$  die «exogenen» Kategorien, die als gegebene Erscheinungen in das Beziehungsschema eingesetzt werden. Diese Regel induziert eine Bestimmungsordnung der Erscheinungen, die als ein Bestandteil eines wissenschaftlichen Ausdrucks des mit ontologischen und phänomenologischen Meinungen beschwerten Kausalitätsbegriffes verstanden werden kann.

Den bei geld- und preistheoretischen Untersuchungen vorherrschenden Gleichungssystemen entspricht ein Beziehungsschema. Auf solche Schemata aufgebaute Konstruktionen können als «quantitative» Hypothesen bezeichnet werden. Dabei ist aber zu beachten, daß der über die nominale Skala hinausreichende Bereich in verschiedene Messungsstufen zerfällt. Den Beziehungsschemata ist somit kein eindeutiger Messungsbegriff zugeordnet.

*Logistische Schemata*: Beispiele, wie die «neue Nutzentheorie», zeigen ein Ordnungsschema in Form einer Klasse von Aussagen, einer Gruppe von Operationsregeln und einer Unterklasse von Aussagen, so daß alle Aussagen, die nicht in der ausgewählten Unterklasse sind, mit Hilfe der Operationsregeln aus der Unterklasse gewonnen werden können.

Die Masse der Forschungsarbeit benutzt die ersten beiden Schemata. Die Erfahrung zeigt auch, daß die Festlegung eines nützlichen Ordnungsschemas selten trivial ist und im Falle der Beziehungsschemata manchmal bedeutende analytische Anforderungen stellt.

*b) Bestimmung der Vorzeichen und Größenordnungen der Erscheinungsassoziationen*

Die Wahl eines Schemas bedeutet eine gewisse Vorentscheidung hinsichtlich des angestrebten empirischen Inhalts. Doch ist der Inhalt in der Regel noch sehr mager und auch keineswegs eindeutig. Die zweite Umwandlungsstufe trägt wesentlich zur inhaltlichen Bereicherung und Eindeutigkeit der Konstruktion bei. Ist z. B. für die Kreislaufgeschwindigkeit  $V$  eine Klassifikation  $x, y, z$  aufgestellt worden, so ist der nächste Schritt in der Hypothesenkonstruktion die Bezeichnung der Assoziationsart zwischen den drei Kategorien der Klassifikation und der Untersuchungskategorie  $V$ . Man wird selbstverständlich versuchen, noch weiter zu gehen und Größenordnungen der Assoziationen  $(V, x)$ ,  $(V, y)$  und  $(V, z)$  zu bestimmen. Dieser Schritt ist aber nicht mehr unabhängig von den semantischen Regeln der dritten Umwandlungsstufe. Als wesentlich empfundene Größenunterschiede sollen in den Assoziationen deutlich festgehalten werden. Bei Ordnungsschemata in Form von Gleichungssystemen erscheint die zweite Umwandlungsstufe als Setzung von Ungleichungen für die Parameter des Systems.

*c) Bezeichnung der semantischen Regeln*

Eine semantische Regel ordnet den Größen oder Kategorien des Ordnungsschemas eindeutig Funktionen beobachtbarer Daten zu. Die Art der Daten und die Form der Funktionen ist genau anzugeben. Die Bezeichnung von semantischen Regeln ist ein bedeutsamer Schritt der Hypothesenkonstruktion. Sie sind unerlässlich für die Bestimmung eines unzweideutigen empirischen Inhalts und als Vorbereitung der Hypothesenprüfung. Man muß auch beachten, daß eine Substitution von solchen Regeln im allgemeinen die Hypothese verändert. Die empirische Arbeit im Bereich der Geldtheorie zeigt z. B. immer wieder, daß gerade die Suche nach angemessenen semantischen Regeln eine der schwierigsten Arbeitsstufen darstellt, die ohne Imagination und große Geschicklichkeit nicht zu bewältigen ist. Die Beleihung der Ordnungskategorien mit Namen, die ökonomische Sachverhalte oder Dinge bezeichnen, genügt im allgemeinen nicht zur unmißverständlichen Definition der semantischen Regeln. Eine solche Namensgebung definiert im besten Fall eine Funktion auf den Ordnungskategorien in die Klasse aller Untermengen der Menge semantischer Regeln.

*2. Sonderaspekte sozialökonomischer Hypothesen*

*a) Auftreten «theoretischer Ausdrücke»*

Betrachtet man Hypothesen, die sich als fruchtbare Erklärungswerkzeuge erwiesen haben, so zeigt sich, daß nicht für alle Kategorien

oder Größen semantische Regeln aufgestellt wurden. Die auf der dritten Umwandlungsstufe nicht berücksichtigten Größen oder Zeichen formen die sogenannten theoretischen Ausdrücke des Systems, denen keine direkte, wohl aber eine indirekte semantische Beziehung zukommt. Die Auslese theoretischer Ausdrücke im System ist aber eingeschränkt durch den Umstand, daß im Rahmen des gegebenen Ordnungsschemas und der Größenordnungsbestimmungen Aussagen abgeleitet werden können, die keine theoretischen Ausdrücke mehr enthalten. Ökonometrische Gleichungssysteme weisen an verschiedenen Stellen solche Ausdrücke auf. Allen gemeinsam sind aber die eingebauten stochastischen Größen, die sogenannten «random residuals», die auf den wahrscheinlichkeitstheoretischen Inhalt der Hypothese hinweisen.

Die wissenschaftslogische Abklärung der Bedeutung theoretischer Ausdrücke in einem System erlaubt die Beantwortung von regelmäßig erhobenen Fragen und ebenso oft formulierten Einwänden gegenüber spezifischen Verfahrenselementen. So ist z. B. die Anwendbarkeit des Wahrscheinlichkeitsbegriffes prinzipiell bezweifelt worden. Man versuchte nachzuweisen, daß die als notwendig betrachteten Bedingungen seiner Verwendbarkeit im sozialökonomischen Bereich nicht gelten. Analog der Frage nach der Existenz von Wahrscheinlichkeiten erschienen Fragen und kritische Vorbehalte über das Wesen und die quantitative Formulierung komplexer sozialpsychologischer Erscheinungen. Der Grundfehler solcher Diskussionen ist in der stillschweigenden Annahme enthalten, daß alle Ausdrücke des Systems eine semantische Regel beigeordnet haben müssen. Infolgedessen ergaben sich für gewisse Ausdrucksklassen im wissenschaftlichen Rahmen unlösbare Existenzfragen, Wesensfragen und Fragen nach der prinzipiellen Erfäßbarkeit oder quantitativen Ausdrucksfähigkeit. Die Bedeutung eines Systems hängt aber nicht von der Existenz einer *direkten* semantischen Beziehung *aller* Ausdrücke ab. Es genügt, daß aus einem System Sätze *abgeleitet* werden können, die nur Ausdrücke mit einer semantischen Regel enthalten. Die oben erwähnte stillschweigende Annahme ist somit vom semantischen Gesichtspunkt vollständig überflüssig. Vor allem ist aber zu beachten, daß sie die wissenschaftliche Entwicklung außerordentlich behindern und die Aufstellung brauchbarer Hypothesen sehr erschweren würde.

Das Fehlen einer semantischen Regel bedeutet aber nicht, daß die theoretischen Ausdrücke sinnlos sind. Das von der Hypothese formulierte System bestimmt eine indirekte semantische Beziehung zwischen den theoretischen Ausdrücken und dem Datenmaterial. Die erfolgreiche Prüfung einer Hypothese, deren Konstruktionsmaterial theoretische Ausdrücke enthält, beantwortet die oben erwähnten drei Fragengruppen. Ist die Hypothese validiert, so sind alle drei Fragenkomplexe beantwortet: Die Existenz von Wahrscheinlichkeiten ergibt sich vernünftigerweise aus der erwiesenen empirischen Brauchbarkeit der stochastischen Hypothese, gleicherweise die quantitative Ausdrucksfähigkeit offensichtlicher komplexer sozialpsychologischer Kategorien, und das «Wesen» ist bestimmt durch die Platzierung der theoretischen Ausdrücke im Beziehungssystem.

Ein Beispiel aus der Geldtheorie möge unser Problem beleuchten. Für den hyperinflationären Prozeß hat sich eine Hypothese in der folgenden allgemeinen Form als brauchbar erwiesen:  $f(M, \overset{\circ}{M}, P, \overset{\circ}{P}, E, M^d, \varepsilon; \alpha, \beta) = 0$ .  $f$  ist eine Vektorfunktion bestimmter Art,  $M$  = Gesamtgeldmenge,  $P$  = Preisniveau,  $E$  = Preiserwartungen,  $M^d$  = gewünschte Gesamtgeldmenge,  $\varepsilon$  = stochastische Größen,  $\alpha$  und  $\beta$  sind zwei Parameter. Semantische Regeln sind für  $M$ ,  $\overset{\circ}{M}$ ,  $P$  und  $\overset{\circ}{P}$  formuliert worden.  $E$ ,  $M^d$  und  $\varepsilon$  sind theoretische Ausdrücke. Aus der Hypothese können nun einige Sätze abgeleitet werden, die nur  $P$ ,  $M$  und  $\overset{\circ}{P}$ , oder nur  $P$ ,  $M$  und  $\overset{\circ}{U}$  enthalten. Beide Sätze sind von den bisherigen Beobachtungen bestätigt. Somit akzeptieren wir die Hypothese. Diese Brauchbarkeit der Hypothese bestimmt den Sinn von  $E$ ,  $M^d$  und  $\varepsilon$ . Allen drei Ausdrücken kommt eine semantische Beziehung zu, allerdings eine mittelbare. Das Beispiel von  $E$  zeigt weiterhin, daß Ausdrücke, die offensichtlich kaum einer direkten Sinnggebung oder quantitativen Formulierung zugänglich sind, trotzdem als Bausteine eines quantitativen Systems benutzt werden können.

b) «Theorie» als Klasse von Hypothesen

Die geldtheoretische Forschungsarbeit bemüht sich heute vor allem um die Abklärung der Bedeutung der Gesamtgeldmenge im gesamtwirtschaftlichen Prozeß. Dabei zeigt sich, daß die wichtigsten Paare von gegensätzlichen Ideen in der Umwandlung nicht zu spezifischen Hypothesen, sondern zu Klassen von Hypothesen führen. Man kann dies folgendermaßen darstellen:  $f$  sei eine Vektorfunktion,  $x$  ein Vektor von Größen mit semantischen Regeln,  $y$  höchstens mittelbar stochastische theoretische Ausdrücke,  $z$  unmittelbar stochastische theoretische Ausdrücke und  $p$  eine Verteilungsfunktion. Dann schreiben wir  $f(x, y, z) = 0$  und  $p(z)$ . Wir setzen ebenfalls:  $f \in F$  und  $p \in P$ , wobei  $F$  und  $P$  bestimmte Klassen von Funktionen sind. Die wichtigsten offenen Probleme der Geldtheorie erscheinen dann als Gegensatzpaare von Klassen  $F_1$  und  $F_2$ . In der Regel formulieren wir lineare Systeme  $A \cdot (x, y, z)' = 0'$ ,  $A$  bezeichne eine Matrize. In diesem Fall erscheint das Gegensatzpaar von Matrizenmengen  $A_1$  und  $A_2$  vor allem gekennzeichnet durch die unterschiedliche Verteilung der Nullen innerhalb der Matrizen von gegebener Ordnung. Es scheint mir zweckmäßig zu sein, eine solche Hypothesenklasse, die meistens eine parametrische Klasse bildet, als eine Theorie zu bezeichnen. Von großem Vorteil scheint mir nun, daß die Prüfung von Hypothesen auf ganze Klassen ausgedehnt werden kann. Aus alternativen Theorien lassen sich Aussagen ableiten, die nur Größen mit semantischen Regeln enthalten und gegensätzliche Aussagenkomponenten einschließen. Die Prüfung dieser Aussagen erlaubt dann reduktive Rückschlüsse auf die vergleichsweise Brauchbarkeit ganzer Klassen von Hypothesen.

c) Bedeutung von «Gesetz» in der sozialökonomischen Erkenntnisarbeit

Als Gesetz bezeichnen wir eine validierte Hypothese oder Theorie. Die Anwendung des Gesetzesbegriffes auf Hypothesenklassen kennzeich-

net die Situation in der sozialökonomischen Forschung. Sozialökonomische Gesetze sind somit durch zwei Eigenschaften charakterisiert. Erstens sind sie meistens Theorien im vorhin definierten Sinne, und zweitens enthalten diese Theorien in der Regel stochastische theoretische Größen. Im konkreten Fall bedeutet die Kenntnis eines solchen Gesetzes, daß bestimmte Beziehungstypen und Größenordnungen als Grundlage rationaler wirtschaftspolitischer Entscheidungen benutzt werden können. Als Beispiel für sozialökonomische Gesetzmäßigkeiten sei ein Gesetz des hyperinflationären Prozesses angegeben, das sich als fruchtbar erwiesen hat.

$$P(t) = f \left[ M(t), \overset{t}{\underset{o}{\dot{M}}}(\tau); \alpha, \beta \right] r_1(P) \wedge r_2(M) \wedge r_3(\overset{o}{\dot{M}})$$

und  $0 < \alpha \wedge 0 < \beta < 1 \wedge \alpha\beta \leq 1$ .

$P$  ist das Preisniveau,  $M$  die Gesamtgeldmenge und die  $r$  bezeichnen die den Argumentwerten zugeordneten semantischen Regeln. Die Form von  $f$  ist eindeutig festgelegt, so daß für eingesetzte Werte von  $\alpha$  und  $\beta$  der Ablauf der Preisbewegung als Funktion der gegenwärtigen Gesamtgeldmenge und als Funktional von  $\overset{o}{\dot{M}}$  berechnet werden kann.

## II. Prüfung von Hypothesen

### 1. Begriff des «Experimentes»

Die Eigenart der dem Forscher verfügbaren Experimentalprozesse beeinflußt Konstruktion und Prüfverfahren von Hypothesen. Experimente, die durch den Forscher kontrolliert werden, sind bis heute nur als Ausnahmefälle erschienen. Die Entwicklung der statistischen Theorie erlaubte dagegen eine bedeutende Erweiterung unserer Vorstellung eines Experiments. Betrachtet man die Arbeitspraxis des Forschers, so erweist sich, daß die folgenden zwei Sätze die Prüfung aufgestellter Hypothesen entscheidend beeinflussen: *a)* dem gegebenen Zustand der Welt entspricht eine im allgemeinen unbekannte Wahrscheinlichkeitsverteilung  $p$ , *b)* die beobachteten Größen  $x$  sind durch die «Natur» aus der durch  $p$  charakterisierten Grundgesamtheit gezogene Stichproben. Im Hinblick auf den unvermeidlichen stochastischen Charakter aller Hypothesen im sozialökonomischen Bereich bilden diese zwei Sätze die Grundlage unserer empirischen Arbeit. Wir fügen sie deshalb als Komponenten jeder schon konstruierten Hypothese bei. Offensichtlich bilden sie zwei rein theoretische Ausdrücke, deren Rechtfertigung und Bedeutung mittelbar durch die logische Struktur der validierten Hypothese bestimmt ist.

### 2. Umwandlung einer Hypothese in eine statistische Hypothese

Die von Neyman-Pearson aufgebaute Theorie der Hypothesen-Prüfung ermöglicht dem Sozialökonom in vielen Fällen seine Hypothese als statistische Hypothese zu formulieren. Ein angemessenes Prüfungsverfahren ergibt sich dann in der Regel für die meisten praktisch bedeutsamen Fälle aus der statistischen Theorie. Zur Beschreibung der Situation

sei als Resultat des Umwandlungsprozesses die Hypothese gegeben :  $f(x, y, z, a) = O \wedge p(z, b) \wedge f \in F \wedge p \in P \wedge a \in A \wedge b \in B$ . Die Variablen  $x, y, z, f$  und  $p$  haben die im Abschnitt I, 2.b) gegebene Bedeutung.  $F$  und  $P$  sind Funktionenklassen,  $a$  und  $b$  Vektoren von Parametern,  $A$  und  $B$  Teilmengen der entsprechenden Parameterräume. Es sei nun möglich eine Reihe mathematischer Theoreme anzuwenden und den Ausdruck

$$\pi(x, c) \wedge \pi \in \Pi(P, F) \wedge c \in C(A, B; P, F)$$

abzuleiten, wobei  $\Pi$  eine Klasse von Verteilungsfunktionen und  $C$  eine Parametermenge darstellt. Die ursprüngliche Hypothese wurde somit in einen Ausdruck umgewandelt, der etwas über die Verteilungsfunktion der beobachtbaren Größen  $x$  aussagt. Die Behauptung lautet, daß die beobachtete Stichprobe von  $x$  einer Grundgesamtheit entnommen wurde, deren Verteilungsform der Klasse  $\Pi$  angehört, wobei die dazugehörigen Parameterwerte im Bereich  $C$  eingeschlossen sind. Als entscheidender Beitrag der Neyman-Pearsonschen Theorie ergibt sich nun, daß die Prüfung einer statistischen Hypothese immer ein Bezugssystem erfordert, d. h. jede Hypothese kann sinnvollerweise nur relativ zu genau bestimmten Alternativ-Hypothesen geprüft werden. Auch wo scheinbar keine Alternativ-Hypothese explizit formuliert wurde, prüfen wir trotzdem in diesem relativen Sinne, nämlich relativ zur immer vorhandenen Zufallshypothese. Die genaue Bezeichnung der Alternativ-Hypothese ist für eine sorgfältige Ausführung der Prüfverfahren von grundlegender Bedeutung. Eine solche Bezeichnung kann in zweckmäßiger Weise durch die Festlegung einer sog. Klasse von a priori zulässigen statistischen Hypothesen eingeführt werden. Diese Klasse würde in unserem Beispiel bestimmt durch den Ansatz, daß die Mengen  $P_o \supset P, F_o \supset F, A_o \supset A, B_o \supset B$  die a priori zulässigen Hypothesen bezüglich  $p, f, a$  und  $b$  bilden. Daraus ergeben sich  $\Pi_o \supset \Pi$  und  $C_o \supset C$  als Ausdruck der a priori zulässigen statistischen Hypothesen. Es ist von prinzipieller Wichtigkeit zur Garantierung eines sinnvollen Prüfverfahrens, daß das Paar  $(\Pi_o, C_o)$  unabhängig von den Stichproben gesetzt wird. Dagegen darf  $(\Pi, C)$  mit den Stichproben variieren. Da unsere Diskussion offensichtlich mit quantitativen Hypothesen arbeitete, sei ausdrücklich erwähnt, daß die statistische Theorie Prüfverfahren erarbeitet hat, die uns gestatten, auch qualitative Hypothesen in statistische umzuformen.

### 3. Probleme der Reduktion

In der Regel vermögen wir die gewonnenen Hypothesen nicht unmittelbar zu prüfen. Gewöhnlich enthalten sie eine Reihe von theoretischen Ausdrücken. Das Prüfverfahren wird somit auf abgeleitete Sätze angewendet und das Resultat durch einen reduktiven Schluß auf die Hypothese übertragen. Diese Reduktion wirft für die Arbeitspraxis verschiedene Probleme auf. Hypothesen sind gewöhnlich molekulare Gebilde, die wir als konjunktive Normalform fassen können. Die Ablehnung eines abgeleiteten Satzes kann deduktiv auf die konjunktive Normalform übertragen werden. Deren Negation ist aber eine Disjunktion von Negationen.

Dieser Umstand ergibt eine gewisse Unbestimmtheit hinsichtlich des zu revidierenden Teils der Hypothese oder Theorie. Die Formulierung der Alternativ-Hypothese erhält in diesem Zusammenhang noch eine weitere Bedeutung. Man wird sich bemühen, die Gegenhypothese so zu formulieren, daß die beiden Hypothese und Gegenhypothese repräsentierenden Normalformen identische Teile enthalten. Lehnt man die Hypothese zugunsten der Gegenhypothese ab, so kann man die Ablehnung auf bestimmte Komponenten der entsprechenden Normalform reduzieren. Dieser Umstand ist zum Beispiel für die Abklärung über die Wirksamkeit verschiedener geldpolitischer Mechanismen von praktischer Bedeutung. Die Auseinandersetzung drehe sich z. B. um einen Satz  $x$ . Manchmal gelingt es, durch geschickte Hypothesenkonstruktion Hypothesen  $H_1$  und  $H_2$  zu bauen mit der Struktur  $H_1: y \wedge x$  und  $H_2: y \wedge \sim x$ .  $H_1$  impliziere  $p$  und  $H_2$  den Satz  $q$ . Die vergleichsweise Prüfung von  $p$  und  $q$  gestattet in solchen Fällen eine Entscheidung über Satz  $x$ . Allerdings wird man oft mit  $H_1: y \wedge z \wedge x$  und  $H_2: y \wedge w \wedge \sim x$  zufrieden sein müssen und versuchen durch weitere Konstruktionen etwas über  $w$  und  $z$  zu erfahren.

In der ökonomischen Arbeit sind weiterhin zwei wichtige Spezialprobleme zu berücksichtigen. Zur Diskussion benützen wir die Symbolik von II, 2. Die a priori zulässige Menge der Hypothesen bestehe aus den fixierten Funktionen  $f$  und  $p$  zusammen mit bestimmten Mengen  $A$  und  $B$ . Die zu prüfende Hypothese sei  $a = a_0 \varepsilon A$  und  $b = b_0 \varepsilon B$ . Die Werte  $a_0$  und  $b_0$  sind dabei nicht so sehr als fixierte Punkte des Parameterraumes, sondern eher als Indices der Größenordnung eines Umgebungsbereiches zu verstehen. Aus dieser Hypothese sei die Verteilung der beobachtbaren Größen  $x$  abgeleitet  $\pi(x, c)$ , wobei  $c$  eine Funktion von  $a$  und  $b$  ist. Bei gegebenem  $\pi$  erstreckt sich das Prüfverfahren auf  $c = c_0$ . Diese Prüfung kann aber nur sinnvoll unternommen werden, sofern die Klasse der zulässigen Hypothesen:  $f$  und  $p$  in bestimmter Weise beschränkt werden. Es stellen sich hier zwei Arten von Eindeutigkeitsproblemen. Erstens muß vermieden werden, daß  $\pi(x, c) = \pi(x, c')$  für  $c' \neq c$ . Gibt es nämlich mehrere von  $c'$  verschiedene Werte von  $c$ , welche die erwähnte Identität in  $x$  erfüllen, so existiert keine noch so große Stichprobe, welche die gegebene statistische Hypothese prüfen kann. Zweitens ist im allgemeinen der Rückschluß von  $c$  auf  $a$  und  $b$  nicht eindeutig, d. h. die Inversion der Funktion  $c = h(a, b; f, p)$  ist im allgemeinen eine Mengenfunktion. In solchen Fällen ist der effektiv geprüfte Größenordnungsbereich bedeutend weiter gefaßt als der ursprüngliche Umgebungsbereich von  $a$  und  $b$ . Damit ist der empirische Inhalt der im positiven Fall tatsächlich akzeptierten Hypothese bedeutend abgeschwächt. Für beide Eindeutigkeitsprobleme besitzen wir heute notwendige und hinreichende Bedingungen zu einer nützlichen Anwendung in der empirischen Arbeit.

#### 4. Auswahl von Begriffen und Definitionen

Diese Auswahl ist engstens mit der Hypothesenprüfung verbunden. Der Wert einer bestimmten Auswahl kann nur auf Grund des relativen Aussagewertes einer Hypothese beurteilt werden, in deren Konstruktion

die abzuwägenden Begriffe und Definitionen eingebaut wurden. In der Geldtheorie z. B. besteht als wichtiges offenes Problem die Bestimmung eines «brauchbaren» Begriffs der Kreislaufgeschwindigkeit des Geldes. Wir besitzen 45 verschiedene, durch die semantischen Regeln differenzierte Begriffe. Man wird in diesem Fall mit Hilfe von Hypothesen-Konstruktionen und anschließender Prüfung feststellen müssen, ob diese Unterschiede gemessen an Zahl und Bedeutungsbereich der abgeleiteten validierten Aussagen wesentlich sind. Sollten sich die Unterschiede z. T. als wesentlich erweisen, sind jene Begriffe auszusondern, die uns Hypothesen mit größerem Aussagewert zu konstruieren gestatten. Man wird begreifen, daß diese Arbeit im Prinzip nicht abgeschlossen werden kann. Für unseren Erkenntnisstand ist aber bedeutsam, daß wir bis auf «Weiteres» relativ zum Bereich der schon zur Untersuchung eingereichten Ideen eine optimale Auswahl treffen.