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: 133 (1953)

Artikel: L'idée de preuve dans les sciences

Autor: Fiala, F. / Goldmann, H. / König, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90495

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: 09.01.2026

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

L'idée de preuve dans les sciences

Symposium du 6 septembre 1953, organisé par la Société suisse de logique et de philosophie des sciences

Président: B. Eckmann
Rapporteurs: F. Fiala, H. Goldmann, H. König, A. Portmann

Exposé de F. Fiala:

En français, le terme de «preuve» a un sens très étendu, notamment plus large que celui de «Beweis». Je me bornerai à l'évoquer par trois exemples:

1° Dans la quatrième partie du Discours de la méthode, Descartes donne «les preuves de l'existence de Dieu et de l'âme humaine ou fondements de la métaphysique».

2° Dans l'Introduction à la médecine expérimentale, Claude Bernard explique comment «un fait n'est rien par lui-même, mais ne vaut que par l'idée qui s'y rattache ou par la preuve qu'il fournit».

3° Dans le Cours d'analyse mathématique de G. Valiron, on peut lire: «Liouville avait prouvé directement l'existence des nombres transcendants ... Hermite montra en 1873 que le nombre e, base des logarithmes népériens, est transcendant; Lindemann démontra en 1882 que π est également un nombre transcendant.»

C'est en tant que mathématicien que j'ai à vous présenter quelques remarques sur la manière dont la preuve se présente dans ma discipline. Ma tâche semble peut-être relativement facile. La méthode du mathématicien, direz-vous, n'a-t-elle pas été définitivement fixée par les géomètres grecs ? Ne consiste-t-elle pas à:

1° Dresser la liste complète des notions fondamentales qu'il va employer,

2° formuler sous forme d'axiomes toutes les relations qu'il pose entre ces notions fondamentales,

3° déduire suivant les règles de la logique les conséquences univoques et nécessaires des axiomes ?

L'idée de preuve dans les mathématiques ne se réduit-elle pas, sous le nom de démonstration, à cette troisième activité, à la déduction logique ?

Cette opinion est largement répandue et les mathématiciens eux-mêmes ont contribué à la propager. Certains logiciens ont été jusqu'à prétendre que toute la science mathématique était réductible à un ensemble de tautologies, c'est-à-dire d'identités logiques, mais de sérieux amendements ont dû atténuer ce point de vue extrême.

Pourtant nombreux sont encore ceux qui considèrent le climat déductif comme seul légitime, soit comme un idéal vers lequel doit tendre toute la structure mathématique, soit comme un état suffisamment réalisé dans de nombreux secteurs pour suffire à protéger leurs travaux de «ces inquiétudes que nous cultivons sous le nom de philosophie», comme disait Jules Tannery. En fait, bien des mathématiciens démontrent des théorèmes, établissent des formules, mais seraient assez embarrassés d'expliquer exactement en quoi cela consiste. On pense à la vieille boutade de Russell: «Les mathématiques sont la science où l'on ne sait jamais de quoi l'on parle, ni si ce que l'on dit est vrai.»

Ces constatations ne constituent pas un reproche. Sans analyser les détails de ses raisonnements, le mathématicien peut assurément faire, par habitude ou instinctivement, un usage pratiquement efficace de la démonstration; pour penser juste, il n'est pas nécessaire d'avoir développé préalablement une théorie complète de la déduction logique, de la psychologie du raisonnement ou de la physiologie du cerveau.

Toutefois une étude *a posteriori* du raisonnement mathématique avec l'intention d'en dégager les éléments logiques essentiels peut présenter quelque intérêt.

Il ne peut être question d'entrer ici dans le détail de ces théories qui exigent tout un appareil formel. Permettez-moi simplement de signaler que si certains des espoirs exprimés par Hilbert, il y a une cinquantaine d'années, se sont révélés trompeurs, la théorie a permis de résoudre plusieurs des questions que posent les systèmes axiomatiques et surtout de préciser les problèmes.

Revenons à l'activité du mathématicien, telle que nous l'avions résumée un peu plus haut en trois étapes. Trois remarques nous montreront que ce portrait était un peu trop sommaire et schématique.

Demandons-nous tout d'abord en quoi consiste cette logique qui serait l'instrument unique dont se servirait le mathématicien pour administrer ses preuves. On sait qu'elle ne se réduit pas à la seule logique aristotélicienne. D'une part parce que le mathématicien se borne à marquer les étapes de son raisonnement et que dans ses syllogismes une au moins des prémisses est souvent implicite.

D'autre part, à cause de l'introduction inévitable de nouvelles opérations logiques destinées à exprimer par exemple l'existence d'un élément au moins possédant telle ou telle propriété ou bien la validité d'une propriété pour tous les éléments d'une certaine classe.

Pour tenter de recouvrir tout le champ de la démonstration mathématique, on a dû avoir recours à des notions de plus en plus compliquées qui, pour être clairement saisies, ont nécessité la création de formalismes appropriés. Ces formalismes ont alors posé leurs propres problèmes,

qui sont loin d'être résolus de manière définitive. Ainsi cette théorie qui devrait assurer la rigueur de la démonstration mathématique est elle-même en devenir et en plein développement.

Ma deuxième remarque portera sur les notions fondamentales et les axiomes. Le grand mérite des mathématiciens grecs a été de reconnaître que le nombre des notions et des axiomes pouvant servir de base à la géométrie était fini. Quant à la justification des axiomes, ils avaient réussi à éviter ce problème en refoulant les vérités mathématiques dans le monde des idées.

C'est peut-être un certain cartésianisme, sinon Descartes lui-même, qui poussa à admettre que les axiomes étaient ou devaient être évidents. De cette exigence devait naître une situation intolérable lorsqu'on découvrit la possibilité et la légitimité d'autres géométries. Pour sortir de l'impasse, on prétendit poser les axiomes comme de pures hypothèses, sans avoir de compte à rendre ni à une évidence sensible ni à une évidence intérieure. Le caractère hypothético-déductif des mathématiques est encore la doctrine epistémologique de nombreux mathématiciens. On connaît la souplesse et la richesse dont nos structures lui sont redevables.

Toutefois, si l'on examine comment la plupart des mathématiciens raisonnent en fait sur des notions telles que figures géométriques, nombres, fonctions, ensembles, etc. on constate qu'ils opèrent sur des êtres bien plus que sur de pures hypothèses, êtres abstraits et mentalement construits assurément mais peut-être pas si éloignés qu'on l'imagine de certaines notions fondamentales que l'on rencontre dans les autres sciences.

Il est arrivé que certains mathématiciens, en cherchant à redonner un contenu plus significatif aux notions fondamentales, aient été conduits à mettre en doute la légitimité de certains procédés utilisés dans la mathématique classique. C'est ainsi que l'intuitionisme a refusé l'application inconditionnelle du raisonnement par l'absurde et du principe logique du tiers exclu. D'autres logiques encore sont apparues. Quoique assez contestées au début, on en reconnaît aujourd'hui la légitimité formelle, ainsi que la légitimité des diverses mathématiques qui en dépendent.

Il ne faut pas exagérer l'importance de ces nouvelles théories, qui sont beaucoup moins fécondes et moins développées que les mathématiques classiques, mais la possibilité même de leur existence doit nous rendre prudent dans nos vues sur une certaine nécessité ou sur la légitimité inconditionnelle des démonstrations mathématiques telles que nous les pratiquons.

Je voudrais rappeler en guise de troisième remarque les observations faites récemment par M. Polya au sujet de l'induction dans la recherche et dans l'enseignement mathématique. A côté des conclusions démontrées pas à pas, il propose d'examiner le rôle joué par des affirmations plausibles. Les premières relèvent de la logique déductive, les secondes d'une logique inductive ou heuristique. L'expérimentation, telle que la

pratiquait Euler sur les nombres, permet de faire des conjectures et de les vérifier parfois presque jusqu'à l'évidence. Il est même possible d'établir une certaine gradation dans la plausibilité de ces conjectures. C'est ces procédés qu'il s'agit de revaloriser, soit qu'ils constituent notre unique moyen d'information dans certains cas, soit qu'ils représentent les premiers pas vers une démonstration complète dans d'autres cas.

En me bornant à ces trois remarques, j'ai voulu souligner seulement un des aspects trop facilement négligé de la preuve dans les mathématiques, à savoir qu'elle n'est pas entièrement réduite à la démonstration logique, et que cette réduction même, dans la mesure où on peut l'effectuer, présente encore ses propres problèmes.

Referat von H. Goldmann:

Über die *Idee der Beweisführung in der Medizin* wäre eigentlich nicht viel zu sagen. Sie ist wohl in allen Wissenschaften gleich. Verschieden ist die Beweisführung selbst insofern, als das Material, das verwendet wird, verschieden und die Methodik der Aufbereitung dem Stoff angepaßt ist.

Alle *experimentellen* Wissenschaften können die Tatsachen beliebig häufig hervorrufen oder gleiche Zustände bei periodischen Abläufen wiederholt beobachten. Soweit Medizin experimentelle Medizin ist, gilt dies auch von ihr; sie ist dann in ihrem Aufgabenkreis ein Teil der Biologie. Anders wird es in der eigentlichen Domäne der Medizin, der Beschäftigung mit dem Kranken. Hier stellt im Grunde jeder einzelne Fall ein historisches, also einmaliges Ereignis dar. Unter Weglassen dessen, was man unwesentlich nennt, wird ein Gemeinsames aus den Historien extrahiert, das Krankheitsbild; es wird gegen andere Krankheiten abgegrenzt, und erst eine wirklich saubere und vor allem berechtigte Abgrenzung gestattet dann, die Frage seiner Entstehung anzuschneiden. Dann können Beweisverfahren angewendet werden, wie sie überall in jenen Naturwissenschaften üblich sind, die wenig mathematisiert sind, d. h. vielfach statistische Verfahren.

Das erste, was immer wieder auffällt, ist die Unvollständigkeit des Materials. Das bedingt, daß unser Beweisverfahren nie weiter gehen kann, als zu zeigen, daß das bisher Gefundene mit dem zu beweisenden Satz nicht in Widerspruch steht. Weil das Material unvollständig ist, folgt, daß es nicht so selten mit verschiedenen Deutungen vereinbar ist. Nun findet man dies schließlich auch sonst in der Naturwissenschaft. Dort hat ein metaphysisches Kriterium, nach dem die «richtigste» Deutung ausgesucht wird, Anerkennung gefunden: Die einfachste Deutung sei die richtige. Bei uns ist dieses ökonomische Auswahlprinzip zumindest unzuverlässig, wenn nicht sogar unzulässig. Ein Beispiel möge dies veranschaulichen. Wir wissen seit langem, daß es entzündliche allgemeine (z. B. rheumatische) oder – um bei meinem Gebiet zu bleiben – schwere lokale intraokulare Erkrankungen gibt, die bei operativer Ent-

fernung kranker Tonsillen oder Zähne abheilen. Was liegt näher, als anzunehmen, der Herd, von dem aus diese entzündlichen Erkrankungen entstanden sind, seien die eitrigen Mandeln oder die Zahngranulome. Ich bin überzeugt, daß dies vielfach auch so ist. Aber es muß einen stutzig machen, daß es öfters vorkommt, daß *heute* die Mandeln entfernt werden und schon *morgen* die Entzündungserscheinungen am Auge – in an ein Wunder gemahnender Weise – fast verschwunden sind. Heute wissen wir, daß unter schweren psychischen oder körperlichen Belastungen, «stress» ist der Fachausdruck, die Hypophyse ein Hormon abgibt, das die Nebennierenrinde veranlaßt, ihrerseits eine Reihe von Hormonen auszuschütten, unter denen das wichtigste das Cortison ist. Dieses Hormon ist imstande, Entzündungsprozesse radikal abzustoppen; denn Entzündungsprozesse sind ja nicht die direkte Wirkung eines Mikroorganismus, sondern Reaktion des Makro- auf den Mikroorganismus. Wenn ich also jemandem einen Zahn ziehe oder die Tonsillen wegnehme, so kommt es zu einer – vom Chirurgen gar nicht vorgesehenen – entzündungshemmenden, rheumabeseitigenden Stress-Reaktion, die oft wie ein Wunder schlagartig alle Beschwerden beseitigt. Dieses Beispiel illustriert, daß die häufig angewandte einfache und einleuchtende Beweisführung: Entfernung eines Herdes an einer Stelle, Heilung einer Krankheit an einer andern Stelle, also diese Erkrankung Folge jenes Herdes, nicht zulässig ist, sondern daß nur der Zusammenhang der wirklichen Manipulation mit dem wirklich gesehenen Resultat festgestellt werden darf, wobei selbst an dem Worte «wirklich» noch herumgedeutet werden kann. Daß aber das Kriterium der Einfachheit keinen Beweiswert hat, bedeutet nicht, daß eine einfache, nicht widerlegte Erklärung nicht aus denkökonomischen Gründen vorläufig akzeptiert werde; es bedeutet nur, daß wir immer auf die Revision, und zwar auf die abenteuerlichste und komplizierteste Revision der Deutung gefaßt sein müssen.

Oben sprachen wir vom Material und sagten, es sei meist unvollständig, was nichts Besonderes in den Naturwissenschaften wäre. Und doch gibt es zwei nur der Medizin eigentümliche Unvollständigkeiten des Materials: 1. Was jeder versteht, das Material, das wegen unvermeidbaren Zeitmangels nur so weit vervollständigt werden darf, bis es uns zwar nicht eine sichere Diagnose liefert, wohl aber uns ein bestimmtes rasches – oft lebensrettendes – Handeln vorschreibt. Weiteres Materialsammeln hingegen wäre lebensgefährliche Zeitversäumnis. 2. Das Material, das aus ethischen Gründen nicht vervollständigt werden *darf*. Ein Beispiel: Als in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts die passive Schutzimpfung gegen Diphtherie aufkam, vergaß man den klassischen Versuch zu machen, die Hälfte der Fälle zu behandeln und die andere Hälfte unbehandelt zu lassen. Die Tierversuche vorher und die Ergebnisse der Impfungen in den nächsten Jahren schienen aber eindeutig die große Wirksamkeit der passiven Schutzimpfung zu beweisen. Bald wurde jedoch klar, daß die Resultate von Tierversuchen nur mit großer Vorsicht auf den Menschen übertragen werden dürfen.

Später stellte sich heraus, daß die Diphtherie gerade in dieser Zeit als Erkrankung benigner wurde, also zumindest ein Teil der verminderten Sterblichkeit auch damit zusammenhängen mußte. Aber kein Mensch durfte mehr den Versuch unternehmen, unbehandelte Kontrollen und behandelte Fälle zu vergleichen, und eventuell so Menschen in Lebensgefahr bringen. Nur am Anfang war ein solcher Versuch erlaubt.

Das Material ist aber nicht nur unvollständig, es ist oft gefälscht, und da ich als Arzt – und dies zeigt Ihnen wieder typisch den historisch-geisteswissenschaftlichen Einschlag der Medizin – da ich also als Arzt Krankengeschichten zu erzählen gewohnt bin, will ich Ihnen einen ganz typischen Fall, der verschiedene der Fälschungsmöglichkeiten demonstriert, erzählen: Man war vor ungefähr fünfzehn Jahren schließlich so weit gekommen, daß es gelang, sechs bis sieben Monate alte Frühgeburten mit einem Gewicht bis herab zu 800 Gramm am Leben zu erhalten, seitdem man sie nicht nur in exakt temperierten und sterilisierten Cuvetten unter exakt definierten Ernährungsbedingungen hielt, sondern auch die gefürchteten Asphyxien durch eine Atmosphäre von hohem Sauerstoffgehalt hintanhalten konnte. Alles schien in bester Ordnung. Da trat eine furchtbare Krankheit bei diesen Frühgeburten auf: Viele erblindeten an einer Netzhautveränderung, genannt Fibroplasie. Was diese Krankheit bedeutet, geht daraus hervor, daß in den USA ein Drittel der vorschulpflichtigen blinden Kinder durch sie ihr Augenlicht verloren haben. Was uns hier interessiert, ist die Materialbeschaffung, um die Ursache der Erkrankung zu finden: die erste Schwierigkeit bestand darin, die Krankheit selbst klar abzugrenzen. Kaum hatte man nämlich aus Amerika von der neuen Krankheit gehört, begann in der ganzen Welt der fieberhafte Wettlauf derer, die wenigstens als erste in ihrem Land die Krankheit gesehen haben wollten. Effekt: Es werden alle möglichen Erkrankungen von Neugeborenen als Fibroplasie beschrieben. Sie gehen in die Literatur ein und fälschen das Bild, besonders aber die Kenntnis von den Bedingungen, unter denen die Erkrankung wirklich auftritt: man behauptet, sie nicht nur bei Frühgeburten zu finden, nicht nur bei Kindern, die in Cuvetten aufgezogen wurden, und vielerlei mehr. So muß also zu allem noch dieses Gestrüpp wieder weggeräumt werden, was oft entsetzlich schwer ist. Nun glaubt man endlich nach Jahren herausgefunden zu haben, die Erkrankung habe mit der übermäßigen Sauerstoffzufuhr in den Cuvetten etwas zu tun, und jetzt passiert folgendes: In Straßburg sind zwei Säuglingsabteilungen; in beiden der gleiche Chefarzt, in beiden die gleiche Behandlung der Frühgeburten in O_2-durchströmten Cuvetten. Zwei verschiedene Assistenten der Universitätsaugenklinik untersuchen regelmäßig die Frühgeburten. In der einen Klinik werden ununterbrochen Fälle von Fibroplasie registriert, in der andern kein einziger Fall. Die hohe Sauerstoffkonzentration kann es nicht sein, denn alles ist in beiden Spitälern gleich; dafür bürgt der gleiche Chef. Ein genius loci ? Eben ist der Direktor der Augenklinik daran, zu einem Kongreß zu fahren, wo er an diesem Beispiel beweisen will, daß unmöglich der hohe O_2-Gehalt der Cuvettenluft die

Ursache der Fibroplasie sein kann, da kommt der Untersucher aus dem fibroplasiefreien Spital in die Klinik und sagt, er glaube, man müsse mit der Oberschwester vorsichtig reden; die wisse etwas. Bei diskreter diplomatischer Verhandlung mit der alten Oberschwester ergibt sich: sie sei immer gegen den modernen Unsinn mit der Sauerstoffatmung gewesen, und wenn der Chefarzt 60% Sauerstoff verordnet habe, habe sie 30 gegeben.

Ich wollte Ihnen mit diesem Beispiel zeigen, wie die Wirklichkeit medizinischer Beweisführung aussehen kann. Natürlich, die *Idee* der medizinischen Beweisführung ist, wie gesagt, die gleiche wie die der Mathematik.

Referat von H. König:

Mit dem nicht in *einem* Ausdruck ins Deutsche wiederzugebenden Stichwort «preuve» wollte man offenbar auf breiter Basis den Fragenkomplex der Erprobung auf Richtigkeit, «Probe aufs Exempel», Stichhaltigkeit, Beweiskraft, also den Fragenkomplex der *Art und Leistungsfähigkeit der inneren Kontrolle der Wissenschaften* vergleichend zur Diskussion stellen.

Zuerst einige *gegensätzliche Momente*. Von der Mathematik, über die berichtet wurde, unterscheidet sich die *Physik*, von der im vorstehenden Referat die Rede sei, bekanntlich in mancherlei Hinsicht, wobei ich hier nicht die Frage anschneiden will, ob diese Unterschiede sehr *wesentlich* oder bloß *gebräuchlich* seien. Der Mathematiker kennt ein «notwendig und hinreichend», für den Physiker liegt der Schwerpunkt auf dem «hinreichend». In der Mathematik kann man mit Setzungen rechnen, der Naturwissenschafter muß mit Tatsachen rechnen. Für den Mathematiker existiert keine Unschärfe der Setzungen, es sei denn, sie seien gewollt (Statistik); der Naturwissenschafter muß ständig mit Unschärfen rechnen. Der Mathematiker verfügt über Funktionen und Kurven; der Naturwissenschafter muß sich erst fragen, welchen Sinn es hat, eine Gehörkurve oder eine Kurve für Licht- und Farbempfindlichkeit des menschlichen Auges aufzustellen. Der eine kann den Bereich der studierten Objekte einschränken, der andere sollte es eigentlich nicht, tut es zwar auch. Der eine bewegt sich im mathematischen Gebiet, der andere an den Grenzen der Mathematisierbarkeit. Angesichts dieser Unterschiede kann man jetzt schon sagen: Vom Mathematiker erwartet der Physiker, daß er vollgültige Beweise erbringen kann, für sich selbst kann der Physiker nur einen gewissen Grad der Beweisbarkeit in Erwägung ziehen, der allerdings bei abgeschlossenen Gebieten (Galileische Kinematik, Maxwellsche Feldtheorie, Fouriersche Wärmeleitungstheorie usw.) mathematisches Beweisniveau erreichen kann.

Da die Symposien im Schoße der S. N. G. ein synthetisches Ziel verfolgen, liegt es nahe, Gemeinsamkeiten herauszuarbeiten. Charakteristisch für das Gemeinsame zwischen Physik und Mathematik ist, daß

die Physiker (in etwas geringerem Maße auch die übrigen Naturwissenschaften) die Mathematik punkto Ausdrucksweise und Vollendung in der Beweisführung als Ideal betrachten. Die Physiker sind daher immer froh, wenn sie ein in sich geschlossenes, abgerundetes Teilgebiet in eine abgerundete und sogar schöne mathematische Form bringen können. Solche Gebiete wurden oben genannt; ich könnte die spezielle Relativitätstheorie, die klassische kinetische Gastheorie beifügen. Interessant ist festzustellen, daß eine relativ abgerundete Theorie, wie die BOHRsche Atomtheorie, sich fast der gleichen Wertschätzung erfreut wie eine «richtige Theorie», die bei keiner Kontrolle versagt hat. Das rührt davon her, daß für die BOHRsche Theorie das Gebiet der Brauchbarkeit sowie die Grenzen der Gültigkeit leidlich gut bekannt sind, so daß man weiß, welchen Kontrollen die Theorie standhält und welchen nicht. Die Gebietsbeschränkung macht also aus einem Stück Physik gewissermaßen ein Stück angewandte Mathematik.

Die Worte «Gebietsbeschränkung», «Auswahl der Tatsachen» müssen uns aufhorchen lassen. Ist es wissenschaftlich legitim, aus den Tatsachen eine Auswahl zu treffen? Erinnern wir uns kurz an das Ergebnis des ersten Ausspracheabends dieser Art in St. Gallen. Herr SCHÜRER und der Sprechende versuchten dort, einige Kriterien des Wissenschaftlichen zu nennen. Es waren Idealkriterien, Merkmale der Haltung des Wissenschafters: Allgemeinverständlichkeit, Allgemeingültigkeit, Vollständigkeit (Nicht-Verschweigen unerwünschter Umstände und Motive!), Exaktheit, Widerspruchslosigkeit (evtl. unter Verzicht auf Anschaulichkeit), Eindeutigkeit, Geschlossenheit, seitens des Wissenschafters Objektivität, Unpersönlichkeit, Überwindung des Einmaligen, Überwindung von Wertung und Affekt, Sachlichkeit und Nüchternheit, Selbstkritik und ein gewisses Vorwärtsdrängen, eine schöpferische Unzufriedenheit. Bei wissenschaftsästhetischen Kriterien, wie Anschaulichkeit und Einfachheit, muß man bedenken, daß sie fördern, aber auch die Entwicklung hindern können.

In dieser übrigens unvollständigen Aufzählung finden sich eigenartigerweise *mehr* Kriterien, die sagen, wie Wissenschaft und wissenschaftliche Tätigkeit *nicht* sein sollen, und die positiv formulierten Kriterien versteht man (wenigstens mir geht es so) aus dem Gegensatz zum Gegenteil heraus: Vollständigkeit anstreben heißt: nichts an Angaben oder Tatsachen bewußt oder unbewußt weglassen, usw. Warum das? Weil es der *Mensch* ist, der Wissenschaft treibt und von sich loszukommen sucht.

In diesem dauernden Reinigungsprozeß ist die Erprobung auf Richtigkeit, ob sie nun Einzelkontrolle oder allgemeiner gültige Kontrolle sei, eine der Hauptoperationen: Sie ist Methode und Absicht zugleich. Alle Bemühungen des Menschen, die Kriterien des Wissenschaftlichen zu erfüllen, *müssen* sich in den Formen und Spielarten der Kontrolle und Beweisführung widerspiegeln.

Es ist wesentlich, hier festzustellen, daß die «preuve» sich in den meisten Fällen auf eine Aussage bezieht, die man kennt oder ahnt; man

verfügt über ein gedankliches Ausgangsmaterial, kennt mehr oder weniger vage das Resultat und stellt sich zur Aufgabe, mit möglichst wenigen zusätzlichen Annahmen oder Vorstellungen alles zu einem widerspruchsfreien Ganzen zu verschmelzen. Vom Gedankengang ist also – anders gesagt – nicht nur das Anfangsstück, sondern meist auch schon das Endstück *da*, und es gilt, das Zwischenstück aufzuweisen, ohne den Gedankengängen Gewalt anzutun.

Es wurde bereits bemerkt, daß für Gebiete, die den Charakter eines Stückes angewandter Mathematik angenommen haben, mit Beispielen, die die Theorie über den Haufen werfen, gar nicht mehr gerechnet zu werden braucht. Nicht im Sinne von «tant pis pour la nature», sondern, weil man das Gebiet kennt, wo die Theorie den Kontrollen nicht mehr standhält.

Anders bei Theorien, an die man den Anspruch der Allgemeingültigkeit stellt. Grundsätzlich soll hier *ein* Beispiel, für das die Theorie *nicht* stimmt, diese über den Haufen werfen, d. h. man versucht die Theorie aufrechtzuerhalten, aber den Gültigkeitsbereich enger abzugrenzen. Eine frühere Extrapolation wird rückgängig gemacht. Am Beweisverfahren wird gewöhnlich nicht gezweifelt.

So weit wäre alles in Ordnung, sofern *alle* Partner auf Grund *eines* negativen Versuches *bereit sind*, die Theorie fallen zu lassen und niemand die mit dem negativ ausgehenden Versuch verbundene Beweistechnik anficht.

Ein Beispiel wird uns gewisse Schwierigkeiten besser erkennen lassen: Der MICHELSONsche Versuch. Dieser war eine harte Probe für die klassische Elektrodynamik. Wäre das Resultat positiv ausgefallen, so wäre damit noch nicht bewiesen gewesen, daß die klassische Elektrodynamik richtig sei, sondern es wäre damit bloß gezeigt gewesen, daß sie auch in diesem Falle gestimmt habe. Wir wollen damit nur sagen, daß die Probe aufs Exempel, wenn das Ergebnis *positiv* ist, *wenig* aussagt, hingegen *viel* aussagt, wenn der Versuch negativ ausfällt. Dies war beim MICHELSONschen Versuch der Fall: Der Versuch verlief negativ (keine Relativbewegung der Erde gegenüber dem Äther nachweisbar), also war *bewiesen*, daß an der vorrelativistischen Auffassung vom Licht etwas nicht stimmt. Halten wir bei dieser Gelegenheit noch gerade fest: Der Physiker oder Astronom braucht die Leistungsfähigkeit seiner Instrumente nur um eine oder zwei Zehnerpotenzen zu steigern, also das Gebiet der Beobachtungstatsachen zu vergrößern, um schon Gefahr zu laufen, daß er von der Natur desavouiert wird. Der Mathematiker hat nur die Kontrolle nach innen vorzunehmen, der Physiker eben nach innen *und außen*.

Aber: Die Sache ist deshalb nicht so einfach, weil die Menschen nicht immer so rasch bereit sind, eine Beweisführung anzuerkennen, und zwar nicht, weil sie in der Technik der Beweisführung einen Mangel sehen, sondern vielleicht ganz einfach nur, weil die Beweisführung zu Konsequenzen führt, die ihnen nicht passen. Erinnern wir uns an die Diskussionen um die Relativitätstheorie. Der eine erklärt sich unfähig,

zu verstehen, wie die Lichtgeschwindigkeit in zwei relativ zu einander bewegten Systemen als gleich betrachtet werden dürfe. Ein anderer lehnt die allgemeine Relativitätstheorie als Ganzes ab, weil sie weniger einfach sei als die Euklidische Geometrie, ergänzt durch Kraftgesetze. Ein dritter lehnt aus religiösen Motiven die Idee der Endlichkeit des Universums ab. So kann es vorkommen, daß das Ausgangsmaterial, also die einzuordnende Aussage, die Interpretation des Experimentes, also die Verbindungsbrücke zwischen Beobachtung und einzuordnender Aussage, oder die Beweistechnik usw., daß überhaupt alles angegriffen wird.

Verlassen wir dieses Beispiel, das seinerzeit die Gemüter besonders stark erhitzte und in der Geschichte der Pathologie der wissenschaftlichen Diskussion vermerkt zu werden verdient, und betrachten wir ein Beispiel, das ebenfalls ins Weltanschauliche hineingreift, aber doch offenbar sachlicher diskutiert worden ist. Ist heute bewiesen, daß die Materie atomarer Struktur ist? Eigentlich nein, denn der Nachweis ist nicht für alle Fälle eines Bereiches erbracht. Die Atomhypothese ist also höchstens «einigermaßen» bewiesen. Die Theorie hat alle bekannten Proben bestanden. Was geschieht nun heute mit der Fragestellung: Besteht die Materie aus Atomen? Sie gilt nicht mehr als interessant. Dies ist äußerst wichtig. Zugleich liegt eine große Gefahr darin, daß man ein Problem ad acta legt. Eine Auswahl treffen zwischen zu bearbeitenden Problemen ist erlaubt, aber wenn die Fachwelt als Ganzes gewissermaßen ein Thema von der Traktandenliste absetzt, so trifft sie eine Auswahl größten Formats. Dies kann für die Entwicklung von Gutem sein, kann aber auch dazu führen, daß in späteren Zeiten ein gehöriger zusätzlicher geistiger Einsatz notwendig wird, um die abgeschriebene Frage wieder aktuell werden zu lassen.

Interessant ist ein kleiner historischer Rückblick. Man kann die Zahl der Atome pro Volumeneinheit nach verschiedenen Verfahren bestimmen. Mehrere voneinander unabhängige Theorien führten bis auf wenige Prozent genau zur gleichen sogenannten LOSCHMITTschen Zahl. Für die Mehrzahl der Wissenschafter galt damit der atomare Charakter als nachgewiesen. MACH, OSTWALD, NERNST und andere lehnten ihn jedoch ab. Dies zu einem Zeitpunkt, wo man Scintillationen in Leuchtstoffen, bewirkt durch einzelne radioaktive Zerfallsprozesse, noch nicht kannte. MACH z. B. hoffte, daß die der «direkten Erfahrung unzugänglichen Atome» in Bälde aus der Physik verschwinden würden. NERNST äußert sich: «... neue Gesetzmäßigkeiten: letztere werden dem Experiment zugänglich gemacht, und der Erfolg beweist zwar durchaus nicht die Richtigkeit, wohl aber die Brauchbarkeit der Hypothese». Und einige Jahre später, im Vorwort zur 6. Auflage des berühmten Lehrbuches über theoretische Chemie, schreibt NERNST: «Angesichts so augenfälliger Bestätigung der Auffassung, die uns die kinetische Gastheorie über die Welt der Moleküle liefert, wird man zugestehen müssen, daß diese Theorie ihren hypothetischen Charakter zu verlieren beginnt.» Heute neigen wir vielleicht dazu, etwas zu lächeln über die Langsamkeit, mit der NERNST den Rückzug antrat. Die Wahrung des Gesichts

mochte dabei eine Rolle gespielt haben. Aber NERNST hatte insofern recht, daß er einen überstürzt raschen *Glauben* an die atomare Struktur der Materie als einen gewissen Mangel an Kritik geißelte. Andererseits ist es möglich, daß seine Ablehnung der Atomhypothese nicht nur taktischer Natur war, sondern tiefer ging, wodurch er sich vielleicht hinderte, gewisse theoretische Leistungen zu vollbringen.

Eine Gruppe von Kontrollen, die etwas beweisen oder erweisen sollen, ohne daß man das Objekt selbst prüft, sind die abgekürzten Lebensdauerprüfungen. So werden in der Lampenindustrie stichprobeweise Lampen mit Überstrom nach einem Zeitintervall, das $^1/_{10}$ bis $^1/_{100}$ der normalen Lebensdauer beträgt, durchgebrannt. Die interessante Frage ist nun: Was verliert man an Erkenntnissen, wenn man von den in der Wirklichkeit vorkommenden Betriebsbedingungen dermaßen stark abweicht? Je undurchsichtiger die Verhältnisse sind, desto mehr gelangt man dazu, die normalen Betriebsverhältnisse bei der Prüfung nachzuahmen. Damit nähert man sich bereits der Einstellung des Biologen und des Arztes, dessen Objekt an recht eng begrenzte physikalische Lebensbedingungen gebunden ist. Diese Gedankengänge sollen hier nicht weiter verfolgt werden, da der folgende Vortrag diesem Problemkomplex sich widmet.

Referat von Adolf Portmann:

Wir behandeln hier nicht das generelle Problem, wie denn Beweis in der Naturforschung überhaupt möglich sei, sondern die besondere Frage nach der Reichweite unserer Beweismethoden bei einem Objekt, das so viele Aspekte wie der *lebende Organismus* bietet. In vielen Arbeitsfeldern der *Biologie* gelten die Beweismethoden, welche von Physik und Chemie entwickelt worden sind und die im Bereich sehr eng begrenzter Fragestellung auch kausale Zusammenhänge ergeben. Jede derartige Kausalbeziehung gilt aber immer nur unter der meist stillschweigend anerkannten Voraussetzung, daß das Ganze des Bezugssystems fraglos gegeben ist. Wer die Ursachen einer Glykogenbildung im Stoffwechsel untersucht, fragt in diesem Fall nicht nach der Ontogenese und erst recht nicht nach der Phylogenese seines Objektes. Auch wer Eigenschaften einer Tiergestalt auf Erbfaktoren in Genom zurückführt, nimmt in dieser Untersuchung die Keimzellen und ihr Genom sowie die ontogenetischen Prozesse als gegeben an. Die große Zahl verschiedener Lebensformen und die Beschränktheit der Arbeitsmöglichkeiten zwingen die Biologen, das Analogieprinzip weitgehend anzuwenden: die Analyse einer Organfunktion bei einer Tierform wird auch als für strukturell ähnliche Organe bei nicht untersuchten Formen als gültig erachtet. Die Mannigfaltigkeit der Lebensfunktionen, die feineren Varianten der Milieubeziehung, die Tatsachen des Funktionswechsels zwingen zu stetewachsamer Skepsis gegenüber dem allzu freien Geltenlassen des Anar logieprinzips: Wir dürfen bei Landwirbeltieren die Niere als Organ der Harnausscheidung ansehen: doch ist ihre Funktion bei Vögeln recht

anders als bei Säugern – wenn der Physiologe gar nachweist, daß bei Fischen sechs- bis zehnmal mehr Harn durch die Kiemen als durch Nieren abgegeben wird, dann wird die allgemeine funktionelle Analogie der Wirbeltiernieren fraglich!

Diese Unsicherheit in bezug auf den Geltungsbereich von Analogieschlüssen wirkt sich besonders einschneidend aus, wo uns die experimentelle Kontrolle versagt ist. So ist es z. B. sehr schwierig, die Ergebnisse der Erforschung angeborener Verhaltensweisen auf die Deutung menschlicher Verhältnisse zu übertragen, wo aus ethischen Gründen das Experiment nicht angewendet werden kann.

Sobald der Biologe Probleme der Gestaltverwandtschaft, der Morphologie, untersucht, wechseln die Methoden der Beweisführung: Beweis der genetischen Verwandtschaft zweier Organe ist die räumliche Übereinstimmung ihrer Anlagen im gemeinsamen Bauplan. Diese «Anlage» ist ein mit bestimmten Potenzen ausgestatteter Bezirk des Keims. Die Frage, wie weit die biologische Analyse solche Anlagen auf submikroskopische Strukturen des Protoplasmas und des Genoms wird zurückführen können und auf welche morphologisch faßbaren Strukturen sie dabei treffen wird, ist eines der aktuellen Probleme, welche Morphologie und Genetik beschäftigen.

Die intensive Zusammenarbeit morphologischer und physiologischer Methoden führt manchmal zu einer zeitweiligen Verkennung der logischen Hierarchie der Kriterien des Beweisens. So können im Augenblick besonders beachtete Gebiete eine forschungspsychologische Valenz erlangen, die ihre wirkliche Bedeutung eine Zeitlang weit übertrifft: so hat seinerzeit der Verwandtschaftsnachweis durch die Präzipitin-Reaktionen eine Weile vergessen lassen, daß er überhaupt nur dort sinnvoll ist, wo die vergleichende Morphologie Verwandtschaft bereits sicher nachgewiesen hat. Auch die medizinische Biologie kennt ähnliche Bevorzugungen von neuesten Methoden.

Das Problem der Reichweite unserer Beweisführung wird in der Biologie besonders bedeutsam, weil sie in viel höherem Maße als andere Naturwissenschaften ihre Objekte als Ergebnis nicht mehr nachvollziehbarer Entwicklungen und als Stadium unbekannter, in die Zukunft führender Transformationsvorgänge erfährt.

Die Beweisführungen im Gebiet der Evolutionsforschung sind deshalb von sehr verschiedener Art, je nachdem paläontologische Forschung oder experimentelle Genetik betrieben wird. Die Paläontologie kann mit ihrer vergleichend morphologischen und geologischen Beweisführung die Organismen in erdgeschichtliche Sukzessionen, in Formenreihen ordnen, deren verwandtschaftlicher Zusammenhang im günstigsten Falle hoch wahrscheinlich ist. Die Auslegung dieser Formenreihen in Hinsicht auf reale verwandtschaftliche Zusammenhänge kann in der Paläontologie nicht mit eigenen Forschungsmitteln gestützt werden; sie ist abhängig vom Stand einer ganz anderen Arbeitsweise, der Genetik. Diese kann ihrerseits durch experimentelle Erzeugung von Mutationen in einem sehr engen Umkreis die faktische Bildung neuer Varianten im Formenkreise

einer Art nachweisen. Wie groß wir aber den erklärenden Wert dieser experimentellen Mutationen und der ihnen entsprechenden natürlich entstehenden Varianten einschätzen, darüber gehen die Auffassungen weit auseinander. Die neodarwinistische Interpretation sieht in den uns bekannten Mikromutationen das Ausgangsmaterial aller Evolutionsvorgänge. Andere Theorien nehmen für die Entstehung umfangreicher Änderungen besondere, noch unbekannte Mutationsweisen an. Die in der Evolutionstheorie unvermeidlich verschiedene Wertigkeit der Beweismöglichkeiten sollte, so scheint es dem Referenten, in stärkerem Maße bei der Beurteilung der Gültigkeit einer Aussage beachtet werden. Die Kontraste in der Auffassung hinsichtlich der Reichweite unserer Beweismöglichkeit gehen letztlich zurück auf wesentliche Verschiedenheiten in der Grundauffassung vom Organismus und weisen auf tiefere Gegensätze der Weltansichten hin.

Diskussion

F. Gonseth: Les exposés que nous venons d'entendre étaient visiblement inspirés du souci de ne pas présenter la preuve dans les sciences, et spécialement dans les sciences du réel, dans un climat de certitude absolue. Les orateurs avaient manifestement l'intention de contrebattre l'idée de la sécurité inconditionnelle des résultats scientifiques. On ne peut que s'incliner devant les compétences complémentaires et l'aimable originalité avec lesquelles ils se sont acquittés de cette tâche. Je leur donne mon complet assentiment, car je suis aussi de l'avis qu'il n'est pas donné à la recherche scientifique de découvrir la vérité toute pure, dans le mélange inextricable d'expérience et de raison qui lui est propre. Si j'avais eu à introduire avec eux la discussion de ce soir, j'aurais très certainement parlé dans le même sens qu'eux. Je pense qu'ils n'en doutent pas eux-mêmes. Mais, venant après leurs exposés, les raisons que je pourrais faire valoir à côté des leurs, parallèlement aux leurs, n'apporteraient pas grand'chose de nouveau. C'est pourquoi, dans le même esprit qu'eux, je me permettrai cependant d'insister sur un aspect *complémentaire* de la question.

C'est lorsqu'on a bien compris que la preuve dans les sciences n'apporte pas une certitude inconditionnelle, que l'on peut apprécier plus justement toute la valeur de la connaissance scientifique. Car on peut alors s'étonner à bon droit de la fermeté que comportent, malgré tout, les résultats de nos recherches.

Lorsqu'on s'est bien aperçu que dans les résultats scientifiques il reste toujours une marge d'incertain, on peut être pris d'une certaine hésitation, d'un certain doute. Comment peut-on savoir, dira-t-on, que la connaissance scientifique mérite cependant notre confiance – même si cette connaissance n'est pas absolue ?

A l'analyse, tels ou tels résultats de la recherche peuvent paraître encore mal assurés. Mais il n'est pas douteux que dans son ensemble, la science marche vers une connaissance de plus en plus assurée. Les

théories scientifiques se succèdent et se relaient, mais ce n'est pas simplement le remplacement d'une théorie quelconque par une autre théorie également quelconque. Lorsqu'une théorie est abandonnée au profit d'une autre, celle-ci ne laisse pas simplement tomber tout ce que la première apportait. Si aventureuse que soit une théorie scientifique, si elle est avancée sérieusement, il est rare qu'elle ne contienne pas quelques connaissances de valeur qui resteront acquises. C'est là ce que je n'hésite pas à appeler la merveille de la connaissance scientifique.

J'en ai fait moi-même l'expérience lors de l'introduction de la théorie des quanta et particulièrement en ce qui concerne les relations d'incertitude. Je n'étais peut-être pas le seul à penser que la théorie des quanta telle qu'elle se présentait alors ne représentait qu'une théorie provisoire, peu convaincante et peut-être même factice. J'ai naturellement dû me convaincre que les physiciens qui avaient proposé cette théorie avaient de bonnes raisons de le faire; ce fut là une expérience dont je crois avoir tiré la leçon.

Mais comment expliquer que le sol puisse s'affermir sous les pieds du chercheur – en ne perdant pas de vue que la preuve dans les sciences n'est jamais une preuve absolument complète et parfaite ? Parmi toutes les raisons que ce fait indéniable peut avoir, je crois qu'on en peut distinguer deux assez facilement:

a) La première consiste dans le fait que la connaissance scientifique forme une trame de plus en plus serrée, une trame permettant un contrôle des résultats les uns par les autres.

Le calcul des probabilités nous permet de comprendre que dans une trame de connaissances de ce genre, la probabilité de l'erreur est plus faible que dans un ensemble de connaissances isolées les unes des autres.

b) Le seconde me paraît consister dans le fait que la science est animée d'un certain esprit de modestie, quant à sa propre faculté de faire erreur. Celui qui n'a pas la faculté de constater qu'il s'est trompé n'a pas la liberté de se détromper. Mais la connaissance scientifique est telle que, dans toutes ses parties, elle est ouverte à sa propre révision, à la constatation et à l'épuration de ses propres erreurs.

Pour revenir à la question qui est proposée à la discussion de ce soir, disons qu'en constatant que la preuve dans les sciences n'a pas une valeur inconditionnelle, on ne fait que souligner combien cette modestie est à sa place. Et par là, si paradoxal que cela paraisse, comme je viens de l'expliquer beaucoup trop brièvement, on travaille à assurer le progrès de la connaissance scientifique.

A. Portmann: Über das von Herrn Gonseth Gesagte sind wir uns alle einig. In diesem Rahmen erschien es uns aber als angezeigt, das Fragwürdige und die Zweifel besonders deutlich hervorzuheben.

B. ECKMANN: Wenn in den Referaten die Problematik des Beweisens besonders hervorgehoben wurde, so kommt darin die Tatsache zum Ausdruck, daß man eben immer wieder vor der grundlegenden Frage steht, was überhaupt in einer bestimmten Wissenschaft als Beweis anerkannt wird oder werden soll. Es gehört zum Wunder des Wissenschaftlichen, daß diese Frage de facto immer wieder eine Antwort findet, die den gestellten Ansprüchen gerecht wird.

K. BLEULER: Ich möchte kurz darlegen, wie sich der Beweis einer physikalischen Tatsache für den theoretischen Physiker darstellt. Grob gesagt, können wir in der Physik überhaupt nichts streng beweisen. Wir stehen aber vor einer gewaltigen Menge von experimentellen Tatsachen und sind in der Lage, Axiomensysteme aufzustellen (wie die Maxwell-Theorie, die Wellenmechanik, die spezielle Relativitätstheorie), in denen man erstens vernünftig operieren kann, und in die sich zudem – und dies ist das Wunder – ein großer Bereich von experimentellen Tatsachen in beinahe selbstverständlicher Weise einordnen läßt. Diese Einordnung ist es nun, die man «eine physikalische Tatsache erklären» nennt. Dabei ist eine Theorie um so besser, je umfassender ihr «Gültigkeitsbereich», also der Bereich der in sie einordbaren Tatsachen ist. Merkwürdig ist nun, daß dieses Verfahren zu konvergieren scheint. Es ist sozusagen nie vorgekommen, daß man eine Theorie vollständig hätte ad acta legen müssen. Je weiter man kommt, um so mehr scheint sich eine Konvergenz zu immer allgemeineren Theorien zu vollziehen.

P. BERNAYS: Das «Wunder» erscheint etwas weniger wunderbar, wenn man sich klar macht, daß die Theorien nicht ab ovo gebildet werden, sondern sich an das bereits vorliegende anschließen. Ein Maxwell stützte sich bereits auf sehr viel Gegebenes, und seine Theorie entstand sozusagen auf höherer Stufe. Das Probieren des Forschers erfolgt nicht im Rahmen einer losen Spielfreiheit. Dieser Umstand dämmt das Erstaunliche weitgehend ein.

Man sollte nicht so zurückhaltend sein im Gebrauche des Wortes *erklären*. Es ist eine merkwürdige Tendenz der Physiker, die Anknüpfung an die Realität in der Physik zu verkleinern. Dies ist eine zu große Reserve. Die Einstellung, die einen Forscher zu einem fruchtbaren Forscher macht, ist nicht die einer so großen Distanz gegen das Sachliche. Vermeidet man eine solche Distanzierung, dann erscheint auch die Wissenschaft nicht mehr so zauberhaft.

J. ROSSEL: Il est nécessaire d'insister sur la continuité dans les sciences et sur la façon dont les démonstrations se font en fait. La convergence provient en partie de ce que dans chaque démarche la démonstration dans les sciences s'appuie sur les connaissances déjà établies à ce stage. Mais en réponse à M. BERNAYS il faut remarquer qu'il n'existe plus guère de fait brut en physique; on a affaire bien davantage à des ensembles de données abstraites, d'expériences conçues dans le cadre de théories abstraites. Un exemple frappant en est l'existence du «méson». Les observations elles-mêmes ne portent pas sur des faits bruis. Aussi

les démonstrations en physique se rapprochent-elles assez fortement aujourd'hui des démonstrations mathématiques. Les objets de la physique eux-mêmes sont aujourd'hui fortement construits; ce que l'on appelle actuellement en physique une observation n'est pas une observation de première zone, mais procède elle-même de tout le matériel déjà établi. C'est là, me semble-t-il, une des raisons de la convergence.

F. FIALA: On est toujours contraint – et il correspond à la façon d'opérer qui est naturelle au savant – lorsqu'on établit une théorie en se basant sur des faits préalables, d'admettre pour l'édification de la théorie les secteurs sur lesquels on se base comme *fermes*. Cela correspond simplement au fait que nous ne sommes pas en mesure de faire simultanément une critique universelle.

A. PORTMANN: Ich möchte ausdrücklich vor dem Umstand warnen, daß wir unsere Ergebnisse in allzu optimistischer Formulierung aus unseren Laboratorien herausgeben und daß sie von den Forschern der Nachbargebiete allzu bereitwillig und unkritisch akzeptiert werden. Es ist wichtig, im Unterricht und in den Publikationen die Begrenztheiten und die Problematik der Ergebnisse dauernd und deutlich zur Geltung zu bringen.

H. GOLDMANN: Unter «Beweis» verstehen wir immer etwas, das auf eine vorgängig aufgestellte Hypothese Bezug nimmt und diese erweisen soll. In Wirklichkeit ist die Situation in den Wissenschaften aber eine andere: Wir verfügen über eine bewußte Umwelt, und was wir im Beweise anstreben, ist eine Erweiterung derselben. Wir suchen neue Phänomene auszufolgern, die über die uns aus unserer bewußten Umwelt bekannten hinausgehen, und diese erweisen wir im Beweis.

G. JOYET: Toute expérience est pénétrée de théorie. Mais dans une certaine mesure toutes les expériences passées restent valables pour les théories futures. – Nous nous trouvons en face d'une réalité qui nous présente dans l'expérience des probabilités qui restent constantes. Celles-ci existent hors du sujet. Au cours de l'expérience humaine est apparue quelque chose de constant. C'est cela qui donne le fond même de la preuve.

F. FIALA: En réponse à M. GONSETH, je voudrais remarquer que le terme de «probabilité» a pour le savant un sens déjà trop précisé. M. POLYA parle, par opposition à la démonstration proprement dite, de plausibilité, et des degrés de plausibilité. N'est-ce pas précisément d'une notion analogue dont nous avons besoin ici? On a déjà une sorte de preuve lorsqu'une expérience vient confirmer une conjecture, et la preuve a d'autant plus de poids que le résultat de l'expérience paraissait *a priori* qualitativement ou quantitativement moins attendu. On attribue alors une grande plausibilité à la théorie qui avait permis cette conjecture.

En réponse à M. BLEULER, il convient de rappeler qu'en mathématiques aussi on connaît des théories très englobantes. C'est même une

tendance caractéristique des mathématiques modernes, de chercher à englober des structures particulières et efficaces dans des théories plus générales. Qu'il nous suffise de rappeler le rôle fondamental joué aujourd'hui par la théorie des groupes, celle des treillis ou celle des ensembles.–

Eine an Ausführungen im Referat von A. PORTMANN anschließende Diskussion über die Evolutionslehre (F. HADORN, A. BALTZER) eröffnet interessante Aspekte auf methodologische Probleme in der Biologie.

Zum Abschluß hebt der Vorsitzende zusammenfassend hervor, daß das, was in einem Wissenschaftszweig als beweiskräftig angesehen wird, nur innerhalb des technischen Rahmens der betreffenden Disziplin verstanden und gewürdigt werden kann und in hohem Maße das Wesen dieser Wissenschaft kennzeichnet. Wandlungen und Erweiterungen der Beweis-Ideen und der als hinreichend zugelassenen Beweistechnik sind deshalb Äußerungen entscheidender Vorgänge innerhalb der Disziplin. In diesem Sinne scheint die Problematik des Beweisens, die so stark hervorgehoben worden ist, Ausdruck eines bedeutungsvollen Zuges des Wissenschaftlichen zu sein. Zum Bewußtsein dieser Problematik gehört komplementär die Verpflichtung zu ständiger Selbstkontrolle und die Bereitschaft, neue Gesichtspunkte und Beweismethoden anzuerkennen und das mit den frühern Erreichte einer Revision zu unterziehen. In der Diskussion ist besonderer Wert darauf gelegt worden zu betonen, daß gerade diese Züge des Wissenschaftlichen zu immer umfassenderen und gesicherteren Erkenntnissen führen.