ERLANGER UNIVERSITÄTSREDEN

Neue Folge — Sonderreihe der „Erlanger Forschungen“

8

Collegium Logicum

Festrede, gehalten bei der Jahresfeier
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg
am 3. November 1962

von

Dr. rer. nat. Paul Lorenzen
o. Professor an der Universität Erlangen-Nürnberg

Erlangen 1963

Hochansehnliche Festversammlung!

Collegium Logicum ist der Name für die Logikvorlesung der mittelalterlichen Universität. Obwohl gegenwärtig die Logik nicht mehr allgemeines Bildungsgut ist, darf ich hoffen, daß der angekündigte Titel Ihren — vermutlich mäßig gespannten — Erwartungen für die nächsten 45 Minuten doch einen gewissen Anhalt gegeben hat. Denn in Deutschland darf man damit rechnen, daß zumindest das Publikum solcher akademischen Feierstunden wie der heutigen noch seinen Goethe kennt.

In der Schülerszene des Faust sagt Mephisto:

„Mein teurer Freund, ich rat Euch drum
zuerst Collegium Logicum.
Da wird der Geist Euch wohl dressiert,
in Spansche Stiefeln eingeschnürt,
daß er bedächtiger fortan
hinschleiche die Gedankenbahn."

Gewiß kann man aus dieser Karikatur nicht allzu viel über den Logikunterricht entnehmen. Aber es wird deutlich, daß es sich um eine Erziehung des Geistes — notfalls um eine Dressur — handelt, derart daß der Geist nicht ungezügelt von Gedanke zu Gedanke springt, sondern geordnet vorgeht — ungünstigenfalls: dahinschleicht.

Goethe selbst hat zu Beginn seines Studiums — er war damals 15 Jahre alt — in Leipzig eine Logikvorlesung gehört, und zwar in der Manier der Wolffschen Aufklärungsphilosophie.

Die Schülerszene des Faust steht schon im sogenannten Urfaust. Goethe war also etwa 25 Jahre, als er sie schrieb. Später, schon über 60-jährig, schrieb er in Dichtung und Wahrheit über das von ihm gehörte Collegium Logicum folgendes:

„In der Logik kam es mir wunderlich vor, daß ich diejenigen Geistesoperationen, die ich von Jugend auf mit der größten Bequemlichkeit verrichtete, so auseinanderzerren, vereinzeln und gleichsam zerstören sollte, um den rechten Gebrauch derselben einzusehen."

Man sieht hier, daß im Falle der Logik Mephisto durchaus die Meinung Goethes wiedergibt. Die Auffassung Goethes von der Logik war allerdings nicht originell. Schon seit Beginn der Neuzeit hatte sich diese abwertende Auffassung durchgesetzt. Einerseits verspotteten die Humanisten die mittelalterlichen Logiker wegen ihres barbarischen Lateins, andererseits — und das war das Entscheidende — schob die entstehende neuzeitliche Wissenschaft alle Logik verächtlich beiseite.

Descartes z. B. schreibt in seinen Regeln zur Anleitung der Vernunft: „Wir lassen alle Vorschriften der Logiker außer acht, durch welche sie die menschliche Vernunft zu regieren glauben, indem sie gewisse Formen des Schlußfolgerns vorschreiben, die so notwendig schließen sollen, daß die Vernunft, ihnen vertrauend, obwohl sie sich gewissermaßen von der einleuchtenden und aufmerksamen Betrachtung befreit, doch dabei etwas Sicheres kraft der Form erschließen könne".

Wenn Descartes sich so energisch von der Logik absetzt, so können wir daraus entnehmen, daß zu seiner Zeit die Logik weithin noch in einem hohen Ansehen gestanden haben muß. In der Tat haben sich ja die Logikvorlesungen bis in die Goethezeit als obligatorisch für alle Studenten halten können. Erst mit der Humboldtschen Universitätsreform bricht diese Tradition ab. Die Artistenfakultät, die bis dahin vorbereitende Fakultät für die oberen Fakultäten: Theologie, Jurisprudenz und Medizin war, wird jetzt als philosophische Fakultät nebengeordnet. Der Logikunterricht wird zunächst von den Gymnasien übernommen, dort verschwindet er aber ziemlich bald in der Masse der neuen Schulfächer.

Dieses allmähliche Versanden des logischen Traditionsstroms wird Ihnen vermutlich nicht besonders bemerkenswert erscheinen. Wir sind es gewohnt, die Neuzeit als eine Zeit zu sehen, in der sich viele Traditionen — langsamer oder schneller — verlieren. Auch wenn ich hinzufüge, daß die Logik kein mittelalterliches Phänomen war, sondern schon ein wesentlicher Bestandteil der antiken Philosophie, wird Sie das vermutlich nicht erschüttern. Auch die logischen Sorgen von Platon und Aristoteles sind eben nicht mehr die unseren, genau so wenig wie etwa die von Abälard im 12. Jahrhundert oder die von Ockham im 14.

Die Auffassung der Logik als eines traditionellen Phänomens, das heutzutage nur noch historisches Interesse beanspruchen könnte, ist aber grundfalsch.

Vor etwa 100 Jahren zeigte sich nämlich plötzlich wieder ein starkes Interesse für Logik — und zwar ganz unabhängig von der Tradition, derart, daß man zuerst glaubte, es handle sich überhaupt um etwas Neues.

Um 1900 wollte man sogar einen neuen Namen, nämlich „Logistik“, für diese scheinbar neue Wissenschaft des 20. Jahrhunderts einführen. Erst in den letzten Jahrzehnten ist es immer deutlicher geworden, daß es aber dieselben logischen Probleme sind, die im 4. Jahrhundert v. Chr. in Athen, im 14. Jahrhundert in Oxford und Paris und im 20. Jahrhundert z. B. in Princeton die Gelehrten beunruhigen.

Die antike und mittelalterliche Logik mag nur für den Historiker von Interesse sein, aber daß sich vor unseren Augen die Logik noch einmal wie der Phoenix aus der Asche zum Fluge erhebt — sogar Erlangen hat jetzt ja einen Logikprofessor — ist ein Schauspiel, das jeden herausfordert, nach einer Möglichkeit zu suchen, es zu verstehen. Die folgenden Betrachtungen sind diesem historischen Problem gewidmet.

Nun ist es leider nicht möglich, etwas aus der Geschichte einer Wissenschaft zu verstehen, ohne wenigstens zu wissen, wovon diese Wissenschaft handelt — ich kann daher nicht vermeiden, zunächst die sachliche Frage zu erörtern, was denn der Gegenstand der Logik sei.

Nach der Goetheschen Formulierung handelt es sich um diejenigen Geistesoperationen, die wir von Jugend auf mit der größten Bequemlichkeit verrichten. Welche Antwort würde man wohl bekommen, wenn man jemand fragte — ohne den Zusammenhang zu verraten — welche Geistesoperationen er von Jugend auf mit der größten Bequemlichkeit verrichte? Nun ich denke, man würde sehr häufig die Antwort bekommen: „Ja, wissen Sie, ich bin leider nie ein guter Rechner gewesen“. Nehmen wir also lieber den Fall eines guten Rechners! Er vollzieht Addition und Multiplikation in der Tat von Jugend auf mit der größten Bequemlichkeit.

Die Wissenschaft vom Rechnen heißt bekanntlich Arithmetik. Hier handelt es sich um Geistesoperationen mit den Zahlen. Man lernt das System der Zahlen und die Operationen mit ihnen in der Schule. Niemand nimmt hier einen vergleichbaren Anstoß wie Goethe am Logikunterricht; niemand verwundert sich, daß man diese Operationen im Unterricht einzeln und ausführlich analysiert, um den rechten Gebrauch derselben einzusehen.

In der Logik handelt es sich um Operationen, die statt mit Zahlen mit Gedanken, konkret gefaßt, mit sprachlichen Aussagen vorgenommen werden. Auf der Schule lernen wir dies Operieren nicht. Unsere Kinder können ja schon sprechen, wenn sie in die Schule kommen. Schon 5-jährige Kinder schließen mit der größten Bequemlichkeit. Liest man etwa einem Kinde aus der Speisekarte in einem

Restaurant vor, es könne Eis oder Schokolade bekommen, und fügt der Kellner dann hinzu, Eis könne es heute leider nicht bekommen, so schließt das Kind bestimmt sofort, also könne es Schokolade bekommen. Aus A oder B (hier: Eis oder Schokolade) und nicht A (kein Eis) folgt eben logisch B (Schokolade). Die geistige Operation besteht darin, von den zwei Aussagen „A oder B" und „nicht A" überzugehen zu der Aussage „B". Und der Schluß ist ein logischer, weil er kraft der Form gilt; es kommt nicht auf den Inhalt von A und B an. A und B könnten statt Eis und Schokolade beliebig anderes bedeuten.

Ich möchte noch ein weiteres Beispiel geben, in dem die Schlüsse etwas unbequemer sind. Das Beispiel stammt seiner logischen Form nach aus der Antike. Nur der logisch unwesentliche Inhalt ist von mir modernisiert.

Es handle sich um eine Diskussion über einen Streik, bei dem — das kommt ja wohl vor — einige kommunistische Arbeiter nicht streiken. Jemand argumentiere nun so: „Wenn ein Arbeiter darum nicht streikte, weil er kein Kommunist ist, so würde er streiken, wenn er Kommunist wäre. Nun aber streiken einige Kommunisten nicht. Also? Also streikt der Arbeiter nicht darum nicht, weil er kein Kommunist ist".

Ich darf Ihnen versichern, daß dies in der Tat ein logisch-gültiger Schluß ist, der hier durch das „also" behauptet wird. Ein Fehler liegt aber in der ersten Prämisse — ich will Ihnen jedoch die genaue Analyse ersparen. Es ist ja zu vermuten, daß Ihnen solche Beispiele doch nicht geeignet erscheinen werden, um Goethe zu widerlegen. Muß man sich denn auf solche kunstvollen Konstruktionen wie hier „wenn A nicht wäre, weil B nicht ist, so würde A sein, wenn B wäre" überhaupt einlassen?

Nun gewiß muß man das nicht, aber was würde es andererseits eigentlich schaden, wenn man so geschult wäre, daß man sofort wüßte, hier muß der Nachsatz heißen „so würde B sein, wenn A wäre" statt „so würde A sein, wenn B wäre"?

Wie diese Beispiele zeigen, ist das Charakteristische des logischen Schließens, daß die Aussagen, mit denen operiert wird, durch Buchstaben ersetzt werden können, weil es auf den Inhalt nicht ankommt.

Vergleichen wir das Schließen mit dem Rechnen, so entspricht das logische Schließen also nicht dem Zahlenrechnen, sondern dem Buchstabenrechnen.

Wenn man z. B. rechnet

$$(m + n)^2 = m^2 + 2\,mn + n^2,$$

dann ist das ein Operieren mit Formeln, nicht mit Zahlen wie etwa bei $7 \cdot 8 = 56$.

Mit Buchstaben und Formeln zu rechnen, lernt man heutzutage in der Untertertia. Warum aber lernt man dann in der Obertertia nicht auch mit Buchstaben zu schließen, also logisch kraft der Form zu schließen?

Ich sehe hierfür keinen anderen Grund als diesen: die Logik ist für uns noch zu neu. Sie ist daher noch nicht genügend ins allgemeine Bewußtsein gedrungen.

Fragt man nach den wichtigsten Operationen, die mit den Zahlen vorgenommen werden, so kann jedes Schulkind antworten: Addition und Multiplikation. Als Zeichen werden üblicherweise die bekannten Zeichen $+$ und $\cdot$ verwendet, sodaß beim Operieren mit Buchstaben Formeln wie $m + n$ oder $m \cdot n$ entstehen. Für die Arithmetik ist es selbstverständlich, daß es nicht auf die Zeichen selbst ankommt, sondern nur auf die bezeichneten Operationen. Ob man $m + n$ in Zeichen schreibt oder „m und n" in Worten, ist gleichgültig, wenn nur in beiden Fällen nach denselben Regeln gerechnet wird.

In der Logik ist es nun genau so. Ob man die Aussagen mit den logischen Partikeln der deutschen Sprache zusammensetzt z. B. „A oder B u n d nicht A" oder ob man internationale, genauer: interlinguale Zeichen dafür benutzt — welche ist gleichgültig, ich will sie hier lateinisch benennen — sodaß wir erhalten „A vel B e t non A", das ist für die Logik unerheblich. Es kommt nur auf die Regeln an, nach denen geschlossen wird.

Diese Regeln müßte man natürlich gelernt haben. Für die Arithmetik stehen sie in unseren Schulbüchern, für die Logik lernen wir sie aber — so ist es eben gegenwärtig — nur gefühlsmäßig, auf dieselbe Weise etwa, wie wir grammatische Regeln lernen.

Dieser Zustand unseres Unterrichts ist nicht eine Schuld der Schulbehörden. An dieser Stelle sind vielmehr gegenwärtig die Logiker untereinander nicht einig. So leid es mir tut, muß ich nämlich berichten, daß die Mehrzahl meiner verehrten Fachkollegen sich bisher nicht davon hat überzeugen lassen, daß die logischen Regeln ganz etwas anderes sind als die grammatischen.

Die Streitfrage läßt sich z. B. so fassen: gilt in der Logik der Schluß von „A vel B e t non A" — in Zeichen geschrieben — auf B, weil man im Deutschen nach dem Sprachgefühl von „A oder B und nicht A" auf B schließt, oder erklärt vielmehr die Gültigkeit des logischen Schlusses dieses Sprachgefühl?

Für die Arithmetik ist es ganz klar, daß nicht deswegen $7 + 5 = 12$ — in Zeichen geschrieben — gilt, weil man im Deutschen sagen darf, „sieben und fünf sind zwölf" sondern daß umgekehrt die Gültigkeit der Gleichung $7 + 5 = 12$ erklärt, warum man im Deutschen so sagt.

Obwohl ich meine Fachkollegen bisher nicht davon habe überzeugen können, daß die logischen Operationen, so wie die arithmetischen, interlingual, d. h. unabhängig von der Sprache, die man spricht, zu definieren sind — so möchte ich dies doch im folgenden unterstellen. Wir können dann das logische Schließen als ein Schließen mit den bloßen Formen von Aussagen bestimmen. Diese entstehen dadurch, daß — statt der Aussagen — Buchstaben mit den Zeichen für die logischen Operationen zusammengesetzt werden.

Daß bloß mit Formeln geschlossen wird, ist übrigens der Grund dafür, daß die Lehre vom logischen Schließen genauer ‚formale Logik' genannt wird. Im Gesamtgebiet der Logik bildet die formale Logik nur einen speziellen und elementaren Teil — aber auf diesen können wir uns vorläufig beschränken.

Wir können jetzt unsere historische Frage wieder aufnehmen. Wie ist es zu verstehen, daß die formale Logik seit Beginn der Neuzeit in Vergessenheit geraten konnte und erst in unserem Jahrhundert wieder mit größtem Interesse studiert wird?

Von der antiken und mittelalterlichen Philosophie brauche ich dazu nur weniges zu schildern um eine Ausgangsposition zu gewinnen.

Die Logik ist eine Errungenschaft der griechischen Philosophie. Zur Zeit des Sokrates gab es schon die Anfänge der griechischen Wissenschaft, und die Sophisten lehrten die Kunst der Streitgespräche. Mit Sokrates und seinem Meisterschüler Platon beginnt die Reflexion auf das, was wir denn da eigentlich tun, wenn wir in der Wissenschaft oder im Streitgespräch von gewissen Aussagen zu weiteren Aussagen übergehen. Als Mitglied der platonischen Akademie schrieb Aristoteles dann die ersten Lehrbücher der Logik. Er führte insbesondere das Schließen mit Buchstaben ein.

Im Hellenismus wurde die formale Logik von der Stoa weiter entwickelt. Erst als im späteren Hellenismus nicht mehr das kritische Prüfen, sondern das Glauben eine Tugend wurde, ging es mit der Logik bergab. Sie verschmolz immer mehr mit dem damaligen rhetorischen Unterricht.

Um so erstaunlicher ist das Phänomen der Scholastik, die gerade um des Glaubens willen die Logik extrem hochgezüchtet hat. Man wollte das, was man glaubte, auch verstehen: quod credimus, intelligere.

Als Instrument des Verstehens hatte man aber nichts anderes als die antike Logik, zunächst sogar nur das wenige, was aus der spätrömischen rhetorischen Schultradition gerettet war. Das ganze Mittelalter hindurch wurde z. B. immer wieder ein dürftiges Compendium der Logik von Martianus Capella aus dem 5. Jahrhundert kommentiert. Dieser hatte vermutlich aus Apuleius abgeschrieben, und das Buch von Apuleius war wohl eine Übersetzung eines griechischen Schulbuches aus dem 2. Jahrhundert. Aus dieser Quelle stammt die lateinische Terminologie der Scholastik — unsere Terminologie ist übrigens eine Übersetzung von dieser.

Erst im 12. Jahrhundert lernte die Scholastik die griechischen Originale, größtenteils auf dem Umweg über das Arabische, kennen. Das hatte einen enormen Aufschwung der Logik zur Folge. In der Spätscholastik kam hinzu, daß sich die Logik von der Theologie unabhängig machte: sie wurde autonom. Um 1350 sagte z. B. Ben Gerson über die Logik: „haec ars est principium ad omnes scientias, et ideo non oportet professorem huius scientiae habere notitiam de aliis scientiis".

„Diese Kunst ist die Grundlage aller Wissenschaften, und daher braucht der Professor dieser Wissenschaft keine Kenntnis anderer Wissenschaften zu haben".

Für einen Logiker muß das eine herrliche Zeit gewesen sein. Die Formulierungen mit denen ich vorhin den Gegenstand der formalen Logik bestimmt habe, kommen fast wörtlich so in der Spätscholastik vor. Die Schlüsse, die kraft der Form gelten, nannte man consequentiae bonae de forma — sie wurden von den Scholastikern erstmalig so definiert wie heute. Bei Paulus Venetus im 15. Jahrhundert heißt es z. B. „Consequentia bona de forma dicitur illa, cui quaelibet sibi similis in forma est bona".

„Ein Schluß heißt kraft der Form gültig, wenn jeder ihm in der Form gleiche Schluß gültig ist."

Alle logischen Operationen, die wir heute kennen, waren auch damals bekannt.

Trotz dieser Höhe der scholastischen Logik wird sie mit dem Beginn der Neuzeit völlig verdrängt. Und zwar erstaunlicherweise dieses Mal nicht im Namen eines übervernünftigen Glaubens, sondern im Namen einer neuen Wissenschaft.

Die damals schon beinahe 2000 Jahre alte Tradition, nach der das gesamte Wissen in Logik, Physik und Ethik einzuteilen ist, wird verworfen. Im Verlauf der Neuzeit bleibt allein die Physik im Sinne dieser Einteilung übrig. Aus ihr entstehen die neuzeitliche Mathematik und die neuzeitlichen Natur- und Geisteswissenschaften.

Daß der Niedergang der Theologie die Ethik mit sich zog, war zwar nicht notwendig, ist jedoch verständlich. Aber wie konnte im Namen der Wissenschaft die Logik in Vergessenheit geraten? Es ist doch selbstverständlich, daß z. B. Galilei und Newton die neue Physik nicht hätten schaffen können, wenn sie unlogische Köpfe gewesen wären. Um historisch zu verstehen, daß trotzdem die Logik aus dem Bewußtsein verdrängt wurde, muß ich nun noch auf die allgemeine Logik, d. h. auf ihren nicht-elementaren, nicht-formalen Teil zu sprechen kommen.

Von den aristotelischen Logikbüchern, den Analytiken, gibt es nämlich zwei Teile. Die ersten Analytiken behandeln das formallogische Schließen, also den Übergang von Aussagen zu Aussagen, unabhängig vom Inhalt, insbesondere auch unabhängig von der Wahrheit. Die zweiten Analytiken behandeln aber den Übergang von Sätzen zu Sätzen innerhalb der Wissenschaft. Eine Aussage ist nur dann ein Satz einer Wissenschaft, wenn sie begründet werden kann — und diese Begründung geschieht im Normalfalle mit Hilfe anderer Sätze, die schon begründet sind. Während die elementare Aufgabe der Logik darin besteht, aus beliebig vorgegebenen Aussagen die Konsequenzen kraft der Form zu ziehen, handelt es sich jetzt darum, welche Möglichkeiten bestehen, einen vermuteten Satz wissenschaftlich zu begründen. Die Fragerichtung ist jetzt umgekehrt. Mit bloßformalem Operieren ist hier nichts mehr auszurichten. Die allgemeine Logik ist eine Begründungslehre der Wissenschaften. In diesem Teil der Logik steht also vor allem der Begriff der Wissenschaft selber zur Diskussion. Eine Wissenschaft wird bestimmt als ein System von Sätzen, die in einem Begründungszusammenhang stehen. Das System muß wohlgeordnet sein in dem Sinne, daß man bei der Begründung eines Satzes durch andere Sätze und dann bei der Begründung dieser Sätze usw. niemals in einen unendlichen Regreß, speziell in einen Zirkel gerät.

Diese Wohlgeordnetheit ist auch vom Gesamtsystem aller Einzelwissenschaften zu fordern. Begründet man z. B. Sätze einer Wissenschaft mit Sätzen aus einer anderen Wissenschaft, so darf sich diese zweite Wissenschaft nirgendwo auf die erste gründen.

Ich will hier nicht auf die tückische Frage eingehen, wie diese Forderung der Wohlgeordnetheit zu begründen ist. Die Forderung selbst ist ja schon schwer genug zu erfüllen. Insbesondere zieht sie nach sich, daß es gewisse erste Sätze gibt, die ihrerseits nicht durch Sätze begründet werden.

Leider ist wenig damit getan, solchen ersten Sätzen einen Namen zu geben. Man nennt sie Axiome. Aber wie sind Axiome überhaupt möglich?

Nach Aristoteles ist der Mensch vernünftig, und mit seiner Vernunft kann er gewisse Axiome, z. B. die der euklidischen Geometrie, unmittelbar einsehen.

Modernen Ohren klingt dieser Vernunftglaube wie ein Wunschtraum. Aber setzen wir einmal den Fall, es gäbe solche Axiome! Dann ist der einfachste Typ einer Wissenschaft ein System von Sätzen, das aus gewissen solchen Axiomen besteht und dazu aus allen formallogischen Konsequenzen der Axiome. Eine Wissenschaft dieses Typs nennt man eine axiomatische Theorie. Außer den Axiomen werden in ihr alle Sätze allein durch logische Deduktion begründet.

Dieser Wissenschaftstyp ist also auf das engste mit der formalen Logik verbunden. Sowohl in der Antike als auch im Mittelalter war er der Idealtyp, den alle Wissenschaften erstrebten.

Damit haben wir jetzt die Stelle erreicht, von der aus die neuzeitliche Verdrängung der Logik verständlich wird: es wurde nämlich dieser Idealtyp der axiomatischen Theorie durch einen anderen Typ, den Typ der sogenannten analytischen Theorie ersetzt. Musterbeispiele waren die analytische Geometrie und die analytische Mechanik, wie sie im 17. und 18. Jahrhundert entstanden. Der Name ‚analytische' Theorie ist etwas zufällig. Man hat die damals entstehende höhere Mathematik kurz ‚Analysis' genannt, und daher stammt dieser Name.

Auch die Theorien der modernen Physik — wie sehr diese auch Wert darauf legt, sich von der sogenannten klassischen, d. h. hier neuzeitlichen, Physik zu unterscheiden — gehören noch zu diesem Typ der analytischen Theorien.

Dem genius loci zu Ehren — damit meine ich natürlich nicht den Markgrafen, sondern Werner von Siemens — möchte ich diesen Typ am Beispiel der Elektrodynamik erläutern.

Die analytische Theorie der Elektrodynamik beginnt nicht mit Axiomen wie die euklidische Geometrie, d. h. mit gewissen der Vernunft — wie auch immer — zugänglichen Sätzen, sondern mit gewissen mathematischen Gleichungen, mit sogenannten Differentialgleichungen. Diese Gleichungen wurden — übrigens gerade vor 100 Jahren — von Maxwell erfunden. Sie wurden später von Hertz in die heutige Gestalt gebracht; v. Laue nennt sie „jene geradezu ästhetisch schöne Gestalt..., die uns in Anbetracht ihres umfassenden physikalischen Gehaltes fast wie eine Offenbarung anmutet".

Durch analytische Operationen allein von diesen Gleichungen aus erhielt Maxwell z. B. das Resultat, daß es elektromagnetische Wellen geben muß, und Hertz fand sie später wirklich: so wurde erst die Radiotechnik möglich.

Wie dagegen die Siemenssche Erfindung der Dynamomaschine zeigt, muß die Technik nicht in allen Fällen auf eine theoretische Vorausberechnung warten. Aber eine gute analytische Theorie ermöglicht grundsätzlich, alle Erscheinungen durch bloßes Rechnen auf dem Papier vorauszusagen.

Natürlich muß man dazu die mathematische Analysis beherrschen, d. h. man muß nicht nur addieren und multiplizieren, sondern vor allem auch differenzieren und integrieren können.

Mit den formal-logischen Operationen dagegen schien dies alles gar nichts zu tun zu haben. Die scholastische Logik erschien daher der neuzeitlichen Wissenschaft als ein Instrument, das bloß geeignet sei, unfruchtbar mit Worten zu streiten.

Nur die mathematischen Operationen, insbesondere die analytischen, erschienen als Operationen einer der Natur angepaßten übermenschlichen Sprache. Das System der Grundgleichungen muß von einem Genius in glücklicher Stunde gefunden sein. Kein Weg der Vernunft führt dahin. Es ist daher nicht zu verwundern, daß der Physiker es — zumindest sonntags — etwa so betrachtet, wie Faust die Zeichen ‚von Nostradamus eigener Hand':

War es ein Gott, der diese Zeichen schrieb?
Bin ich ein Gott? Mir ist so licht!
Ich schau in diesen reinen Zügen
die wirkende Natur vor meiner Seele liegen.

Vergegenwärtigen wir uns so das Wesen der analytischen Theorien, dann wird das neuzeitliche Schicksal der Logik verständlich. Daß der Typ analytischer Theorien, die mit reiner Mathematik allein alle Begründungszusammenhänge lieferten, den Typ der axiomatischen Theorien ablöste, das ist der Grund dafür, daß die Neuzeit die formale Logik verdrängte: sie brauchte sie nicht.

Das ist also auch der Grund dafür, daß die Tradition des Logikunterrichtes abgerissen ist — und daß wir heutzutage ganz neu anfangen müssen.

Aber was hat sich denn nun — grob gerechnet seit 1900 — geändert? Warum ist jetzt die Logik wieder akut, obwohl doch die Physik noch immer aus analytischen Theorien besteht?

Der Grund für diese Änderung liegt in der mathematischen Grundlagenforschung des 19. und 20. Jahrhunderts. Nach der Auffassung des 17. und 18. Jahrhunderts war die Mathematik von der Logik unabhängig. Sie operierte nach ihren eigenen Regeln und so erfolgreich, daß es überflüssig erschien, genauer darüber nachzudenken, worauf sich die mathematischen Operationsregeln eigentlich gründeten.

Erst im 19. Jahrhundert begann man allmählich ernsthaft darüber nachzudenken, was das mathematische Schließen eigentlich ist. Es entstand die reine Mathematik, losgelöst von allen physikalischen Anwendungen —und man begann auf die Grundlagen der Mathematik, vor allem der Analysis, zu reflektieren. Die charakteristischen Grundlagenprobleme der Analysis kann ich hier nicht erörtern. Es läßt sich aber schon an ganz einfachen Beispielen der Arithmetik deutlich machen, daß die Reflexion auf die Regeln des mathematischen Operierens zwangsläufig auf eine Wiedererweckung der Logik führen mußte.

Jeder lernt auf der Schule, daß $m \cdot n = n \cdot m$ ist, d. h. daß die Reihenfolge bei der Multiplikation vertauscht werden darf. Man lernt dies als eine Rechenregel schon auf der Grundschule. Worauf die Gültigkeit dieser Regel beruht, lernt man aber im Normalfall auch auf der Universität nicht. Auch das ist wohl noch zu neu. Erst der Grundlagenforschung des vorigen Jahrhunderts fiel nämlich auf, daß die Gleichung $m \cdot n = n \cdot m$ ein allgemeiner Satz ist, der bewiesen werden muß und zwar bewiesen aufgrund der Definition der Mulitiplikation. Auch die Definition von $m \cdot n$ besteht aus Sätzen. Man setzt, daß $1 \cdot n = n$ sein soll und, angenommen $m \cdot n$ sei schon berechnet, so soll $(m + 1) \cdot n$ um $1 \cdot n$ größer sein als $m \cdot n$.

Nun handelt es sich darum, von diesen Sätzen zu dem gewünschten Satz $m \cdot n = n \cdot m$ zu gelangen. Was man dazu braucht, ist gerade die formale Logik. Man muß nämlich z. B. das sogenannte Induktionsprinzip formulieren, das folgendermaßen lautet: Wenn eine Aussage A für 1 gilt, und wenn A für $n + 1$ gilt, falls A für n gilt, dann gilt A für alle m.

Hier treten die logischen Partikeln „wenn" und „falls" schon in deutlicher Häufung auf, außerdem Buchstaben für beliebige Aussagen.

Die Mathematiker mußten daher schon für die Grundlegung der

Arithmetik erst einmal ganz schnell die frühere formale Logik wieder entdecken. Sie mußten diese außerdem so erweitern, daß sie tatsächlich im Stande waren, alle gewünschten Deduktionen zu leisten. So scharfsinnig die scholastische Logik auch gewesen ist, das konnte sie nicht leisten — außerdem war sie ja den Mathematikern des 19. Jahrhunderts gänzlich unbekannt. Das Verdienst, diesen modernen Ausbau der Logik geleistet zu haben, kommt hauptsächlich Frege zu. Er gab 1879 in seiner ‚Begriffschrift' ein vollständiges System logischer Regeln an— er wird daher mit Recht der zweite Aristoteles genannt.

Mit einer voll leistungsfähigen formalen Logik lag es dann nahe, die gesamte Mathematik axiomatisch, d. h. nach dem Prototyp der euklidischen Geometrie aufzubauen. Es fehlten dazu leider nur die geeigneten Axiome. Eine von Frege selbst versuchte Axiomatisierung führte, wie Russell nachwies, zu Widersprüchen, d. h. die Mindestforderung an ein Axiomensystem, daß die Axiome einander nicht logisch widersprechen, war nicht erfüllt.

Inzwischen hat man widerspruchsfreie Axiomensysteme gefunden — seit Gentzen 1936 kann man sogar beweisen, daß sie widerspruchsfrei sind — aber kurz vorher hatte außerdem Gödel in einer berühmten Arbeit von nur 25 Seiten Länge bewiesen, daß kein widerspruchsfreies Axiomensystem alle arithmetischen Sätze als logische Folgerungen liefern kann.

Man hat aus diesen Ergebnissen oft geschlossen, daß die Mathematik in eine Grundlagenkrise geraten sei. Angemessener ist es aber, diese Ergebnisse als das zu nehmen, was sie wirklich sind, nämlich als den Beweis dafür, daß Arithmetik und Analysis nicht zu dem Typ der axiomatischen Wissenschaften gehören. Dieses Resultat sagt nichts gegen die Arithmetik und Analysis — diese entwickeln sich ja auch völlig ungestört weiter. Und gerade die Ergebnisse von Gentzen und Gödel zeigen, daß die Mathematik Möglichkeiten gefunden hat, Beweise zu führen, von denen man im vorigen Jahrhundert noch nicht einmal träumen konnte. Das neu eroberte Gebiet der Mathematik ist von Hilbert Metamathematik genannt worden. Die Auswirkungen dieser Metamathematik auf die bisherige Mathematik sind z. Zt. noch nicht abzuschätzen, aber schon jetzt kann man voraussagen, daß die formale Logik in Kürze ein Pflichtfach für alle Mathematiker sein wird.

Wie wird sich diese Entwicklung jedoch auf die gesamte Logik auswirken?

Dieselbe Mathematik, die die Logik zu Beginn der Neuzeit verdrängt hat, hat jetzt — nachdem die Mathematiker bemerkt haben, daß sie bei ihren Beweisen dauernd formal-logisch schließen — zu einer neuen Blüte der formalen Logik geführt. Man wird hierin nach Hegel einen glänzenden Beweis für die List der Vernunft sehen dürfen.

Die durch diese List entstandene Situation ist die folgende: Die Logik als philosophische Disziplin ist im wesentlichen Begründungslehre der Wissenschaften. Die formale Logik ist ein spezieller, wenn auch unentbehrlicher Teil von ihr. Ohne ihr Zutun bekommt nun die Logik diesen ihren speziellen Teil von den Mathematikern in einer nahezu vollkommenen Gestalt frei Haus geliefert. Was wird sie mit diesem Geschenk machen? Viele Philosophen verhalten sich gegenüber dem mathematischen Geschenk sehr reserviert. Es stört sie vor allem die Verpackung in so ungewohnten Symbolen. Da dies aber keine theoretische Schwierigkeit ist, wird hier gutes Zureden schon nützen.

Voraussetzung für die Annahme des Geschenkes sollte allerdings sein, daß von der Logik nicht verlangt wird, sie solle nun etwa auch die Metamathematik mit übernehmen und als Logik anerkennen. Manche Mathematiker sind heute Möchte-gern-Philosophen geworden und bieten der Logik nicht nur die moderne formale Logik an, sondern gleich z. B. noch eine Ontologie, eine Sprachphilosophie oder gar eine Vernunftkritik, so als ob das auch alles mathematisch bewiesen sei. Hier möchte ich doch dringend empfehlen, die formale Logik dankbar von den Mathematikern anzunehmen, alles andere aber ebenso höflich wie bestimmt abzulehnen.

Die Mathematiker sind ausschließlich für Formeln zuständig. Jeden Satz, in dem irgendein Wort der philosophischen Tradition vorkommt — und erschiene es noch so harmlos — muß dagegen die Philosophie in ihre eigene Verantwortung übernehmen.

Und hier eröffnet sich nun in der Tat ein weites Feld. Die Philosophie ist — wie wir jetzt auf 2500 Jahre rückblickend feststellen können — gegenwärtig erstmals im sicheren Besitz eines funktionierenden Werkzeugs für ihre Arbeit. Trotz der Unsumme von Scharfsinn und Tiefsinn, der im Verlauf der Geschichte schon für die Philosophie aufgewendet worden ist, hat sie bisher immer noch nicht — wie Kant sagte — den sicheren Gang einer Wissenschaft eingeschlagen. Und zwar ist sie m. E. bisher immer an logischen Schwierigkeiten gescheitert. Das logische Problem, wie wissenschaftliche Sätze zu begründen sind, zeigt seine Tücke ja gerade darin, daß jeder Versuch einer Lösung in wissenschaftlich zu begründenden Sätzen scheitern muß, logisch-notwendigerweise scheitern muß.

Wenn ich meine These, daß die Logik interlingual ist, noch einmal unterstellen darf, so haben wir aber in der Möglichkeit einer Begründung der formal-logischen Regeln, ohne solche schon zu benutzen, einen Ausweg aus dem Zirkel.

Die Logik enthält auf diese Weise einen neuen Ansatz für die Probleme der tradierten Philosophie, soweit sie in wissenschaftlich begründeten Sätzen zu lösen sind.

Erlauben Sie mir bitte — statt diesen Ansatz auszuführen — nur zum Schluß anzumerken, daß es mir fern liegt zu meinen, das Ziel der Philosophie bestehe allein darin, zu solchen Sätzen zu kommen. Die Philosophie, sofern sie über die Wissenschaft hinausgeht, zielt nicht auf Sätze, sondern auf den philosophierenden Menschen selbst. Und zwar nicht dadurch, daß er zu irgendwelchen Zielen überredet werden soll, sondern gerade dadurch, daß er selbst lernt, alles was über solche Ziele gesprochen wird, auf seine Begründbarkeit zu prüfen.

Wer daher fragen sollte, ob das ein lohnendes Ziel sei, Philosophie zu lernen — und ob das überhaupt lernbar sei — dem könnte ich nur, damit er überhaupt einen Anfang findet, die mephistophelische Antwort geben:

> „Mein teurer Freund, ich rat Euch drum,
> z u e r s t Collegium Logicum".