

Zur Anwendung der Mathematik in der Nationalökonomie

Von Johannes Gordesch und Max Streit

Als der später als mathematischer Nationalökonom berühmte *Irving Fisher* seinen Lehrer *J. Willard Gibbs* fragte, worüber er seine Dissertation schreiben sollte, hiess es: 'Why not write on mathematical economics¹?' Die spontane Antwort war: 'I never heard of it¹.' Etwas später lautet seine Ansicht allerdings: 'It seems to be true that sooner or later, every science tends to become mathematical. The social sciences are simply a little later to be reached than astronomy, physics, and chemistry, while the biological sciences are later still².'

Seither ist einige Zeit vergangen, jedoch stehen namentlich im kontinentalen Europa manche Nationalökonomien der Mathematik recht ablehnend gegenüber. Einige klärende Betrachtungen über Wert und Unwert der mathematischen Methode in der Nationalökonomie dürften daher angebracht sein.

Warum kann man überhaupt die Mathematik in der Nationalökonomie anwenden? Kontinentaleuropäische Philosophen werden mehr einem metaphysischen (theoretischen) Standpunkt zuneigen, nach dem die gleichen Strukturen sich in der Mathematik und in der Wirklichkeit finden, also z.B. auch in der Wirtschaft; angelsächsische Philosophen werden eher zu einer pragmatischen (praktischen) Betrachtungsweise neigen: Die Verwendung der Mathematik erleichtert die Forschungsarbeit, und deshalb wird sie verwendet. «Wahr ist, was nützlich ist.» Oder «Es gibt ... keine alleinseligmachende Methode der Forschung, weil jede Methode gut ist, die im konkreten Falle zum Ziele der Erkenntnis führt³». Darlegungen des Theoretikers sind für den Nationalökonom zwar recht interessant, allein sie helfen wenig dem, der sich vor allem Problemen der Anwendung gegenüber sieht. Wenden wir uns lieber dem Praktikerstandpunkt zu, und überlegen wir uns Für und Wider der Anwendung mathematischer Methoden!

Die Mathematik ist nicht nur formale Wissenschaft, sondern sie besitzt auch ein inhaltliches Begriffssystem, und eben diese Begriffe sind den Wirtschaftswissenschaften fremd und wirken daher eher hemmend als förderlich. Richtig ist, dass

¹ *I. Fisher*, *Mathematical Methods in the Social Sciences*, in: *Econometrica*, Vol. 9, 1941, S. 185.

² *I. Fisher*, a.a.O., S. 193.

³ *K. Lechner*, *Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftspraxis*, in: *Die Industrie*, Nr. 41, 1963, S. 15.

die Mathematik nicht nur formale Wissenschaft ist, aber eben nicht nur. Und was die Fremdheit ihrer Begriffe anbelangt: Keine Wissenschaft, auch nicht die Mathematik, kann sich isoliert vom gesamten wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Leben entwickeln. Es gibt dazu eine Vielzahl von Beispielen, von denen einige wenige, aber durchaus bemerkenswerte, angeführt seien.

Die heutige Statistik, Wahrscheinlichkeits- und Versicherungsrechnung hat ihren Ursprung in den italienischen Städten der Frührenaissance⁴. In Städten, die vom Seehandel lebten, entwickelte sich das Bedürfnis nach einer Sicherung gegen Verlust und führte zur Versicherungsrechnung und deren notwendiger Vorbedingung, zur Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik. Man beachte dabei, dass in einem Dorf, wo bei Unglücksfällen jeder jedem hilft, ein Bedürfnis nach einer Versicherung nicht besteht. Erst im Zuge einer zunehmenden Verstädterung gewinnen die Versicherungen an Bedeutung. Der Ausbau dieser Disziplinen setzt sich fort in der Sozialstatistik. Erwähnt seien dazu Namen wie *John Grant* und *E. Halley*.

Eine weitere Quelle der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist die Glücksspieltheorie. Ein kleines Beispiel: *Chevalier de Meré*, kein Mathematiker, aber ein Freund des Würfelspiels, wandte sich 1654 an *Pascal* (1623-1662) mit einigen seiner Beobachtungen und Fragen über das Würfelspiel, was *Pascal* eine beträchtliche Anregung zu weiteren Forschungen bot⁵.

Nebenbei bemerkt, diese Frage wurde in einem feudalistischen Staate gestellt, wo es eine genügend grosse und einflussreiche Schicht gab, die Zeit und Musse hatte, sich intensiv gesellschaftlichen Vergnügungen zu widmen und diese auch als einen wesentlichen Teil ihres Daseins ansah: In einem modernen kommunistischen Staate z.B. ist eine solche Fragestellung undenkbar.

Die wirtschaftlichen und sozialen Umwälzungen der Renaissance schafften die Grundlagen für eine gewaltige Entwicklung der Mathematik, insbesondere für den auch heute noch bedeutsamen Begriff der Funktion⁶; «Die Macht des beweglichen Kapitals⁷» ist wohl der im folgenden entscheidende Faktor der Wissenschaftsentwicklung:

«Der bürgerliche Unternehmer, anders als der Edelmann – anders aber auch als der Bauer oder Handwerker mittelalterlichen Stils – rechnet: er denkt rationell, nicht traditionell; er will auch nicht Ruhe (d.h. Beharren in Überlieferung und Gewohnheit) und Unordnung, sondern Unruhe (d.h. Drang nach Neuem) und Ordnung. Er kalkuliert, und auf weite Sicht⁸.»

⁴ Encyclopaedia Britannica, London 1952, «Probability.»

⁵ *E. Czuber*, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Leipzig-Berlin 1938, S. 55.

⁶ Für den Abschnitt über den Funktionsbegriff sind die Verfasser Herrn Univ.-Prof. *Georg Janoska* (Bern) für wertvolle Hinweise zu Dank verpflichtet.

⁷ *A. von Martin*, Soziologie der Renaissance, Frankfurt am Main 1949, S. 26.

⁸ *Martin*, a.a.O., S. 29.

«In die Stabilität der bisherigen, noch stark traditionell gebundenen Wirtschaft bricht ein Bewegungsmoment ein, das deren ganzen Charakter in zunehmendem Masse umwandelt⁹.»

«Das Geldkapital, der mobile Besitz, verbindet sich nun naturgemäss – als mit einer ihm artverwandten Macht – mit der Zeit: ... Geld und Zeit, beides bedeutet Bewegung¹⁰.»

«Diese Art, die Welt in rechnerische Beziehungen aufzulösen, sie – unabhängig von den naturgegebenen Lebensabhängigkeiten, denen man sich überlegen fühlt – ‚als ein grosses Rechenexempel‘ anzusehen, wo alle Werte unpersönlich, abstrakt, vertauschbar und messbar sind, ...¹¹» «Die motorische Potenz, die zur Aktualisierung drängende Dynamik, verbunden mit Unsubstantialität, einer materiellen Indifferenz, die geeignet ist, ‚rein formale‘ Energien zu entfesseln, mit denen ‚jeder beliebige Inhalt‘ in Bewegung gesetzt werden kann, konstituierten jene Analogie zwischen Geld und Intellektualität, auf die schon SIMMEL hingewiesen hat¹².»

«So sind Geld und Intellekt die beiden grossen Motoren und Faktoren des Aufstieges der durch Geburt benachteiligten Schicht...¹³». Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch die Stellung Pascals: «Vielleicht stand kein anderer der bürgerlichen Praxis so nahe, und es ist wohl kein Zufall, dass seine erste Erfindung gar nicht die Physik betrifft, sondern eine zur Erleichterung der Durcharbeitung von Steuerrechnungen bestimmte Rechenmaschine. Er fing bei der eigentlichen Wurzel des mathematischen Rationalismus an, bei der Geldrechnung, und ging erst von dort zur Physik über. In der Physik aber bedeutet seine diskursiv-experimentelle, auf die Gewinnung von Massen gerichtete Methode ein Höchstmass rechnerischer Exaktheit, wie es den Bedürfnissen eines auf Rechnen eingestellten Lebens entspricht... *Pascal* ist einfach ein Physiker der Manufakturperiode, der durch keine Rücksicht auf ein allrationalistisches System beschränkt ist¹⁴.»

«Ganz grob ausgedrückt, lässt sich das Bestreben, das ganze Naturgeschehen aus mechanischen Prozessen zu erklären, als die Bemühung definieren, alles Naturgeschehen nach Analogie der Vorgänge in einer Manufaktur aufzufassen¹⁵.»

Auf diesem Hintergrunde wird wohl die Entwicklung des Funktionsbegriffes verständlich, den – zwar in geometrischer Form – bereits *Nicolas von Oresme*

⁹ *Martin*, a.a.O., S. 31.

¹⁰ *Martin*, a.a.O., S. 39.

¹¹ *Martin*, a.a.O., S. 47.

¹² *Martin*, a.a.O., S. 68.

¹³ *Martin*, a.a.O., S. 69.

¹⁴ *F. Borkenau*, *Der Übergang vom feudalen zum bürgerlichen Weltbild*, Paris-Alcan 1934, Schriften des Institutes für Sozialforschung, Bd. 4, S. 530.

¹⁵ *F. Borkenau*, a.a.O., S. 5.

(† 1382) kennt¹⁶ und der gross hervortritt bei *Leibniz* (1646-1716), dann besonders bei *Leonhard Euler* (1707-1783) und *Daniel Bernoulli* (1700-1782)¹⁷ (letzterer ist auch durch seine Nutzentheorie bekannt geworden).

Wurde zwar die Grundlage zu heute aktuellen Disziplinen der Mathematik und zu modernen Begriffen dieser Wissenschaft in der Renaissance gelegt, so stammt doch schon Grundlegendes aus dem Altertum, was wiederum durch ein paar Beispiele belegt sei:

Bei den Babyloniern war die Verwendung von negativen Zahlen bereits gebräuchlich, «und zwar besonders in den sogenannten Wirtschaftstexten, d.h. Listen von Einkünften, Zahlungen usw. In eigentlich mathematischen Texten kenne ich dagegen kein einziges Beispiel für subtraktive Zahlenverknüpfungen, wohl aber hat sie sich in die Tabellentexte hinein erhalten.¹⁸» Ähnlich entstand in Ägypten die Mathematik nicht aus mystischer Tiefe, sondern aus praktischen, technischen, wirtschaftlichen und juristischen Fragen, und war im wesentliche Berechnung¹⁹. Bekannt ist ja der Zusammenhang zwischen den Nilüberschwemmungen und der Entwicklung der Geometrie (was wörtlich Erdmessung heisst), weniger jedoch, dass das Schlussrechnen und einiges andere sich aus der Verwaltung der Getreidespeicher ergab. (Die typischen Übungs- und Prüfungsaufgaben aus den Tempelschulen sind Schlussrechnungen mit Getreide und Öl.) Im alten Griechenland finden sich Beziehungen zwischen Wirtschaft und Logik bei Aristoteles²⁰.

Damit ist wohl der innige Zusammenhang zwischen mathematischer und wirtschaftswissenschaftlicher Begriffsbildung hinlänglich begründet.

Wo sind die Grenzen der Anwendung? Zur Beantwortung ist es nötig, das Wesen der mathematischen Methode zu klären.

Die Mathematik ist eine Kunstsprache besonderer Art:

‘The symbols of mathematical books are not different in nature from language; they are merely a perfected system of language, adapted to the notions and relations which we need to express.

They do not make the mode of reasoning they embody; they merely facilitate its exhibition and comprehension. If, then, in Political Economy we have

¹⁶ E. J. Dijksterhuis, *Die Mechanisierung des Weltbildes*, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1956, S. 209.

¹⁷ O. Becker, *Grundlagen der Mathematik in geschichtlicher Entwicklung*, Freiburg-München 1954, *Orbis Academicus*, Bd. 6, S. 290.

¹⁸ O. Neugebauer, *Vorlesungen über die Geschichte der antiken mathematischen Wissenschaften*, Bd. 1, *Vorgriechische Mathematik*; *Grundlehren der mathematischen Wissenschaften*, Bd. 43, Berlin 1934, S. 17.

¹⁹ O. Becker und J. E. Hoffmann, *Geschichte der Mathematik*, Bonn 1951, S. 17, 18.

²⁰ R. D. Theophrastus, *Early Developments in Mathematical Economics*, London 1961, S. 3/4.

to deal with quantities and complicated relations of quantities, we must reason mathematically²¹.

Damit erfüllt sie auch zum Teil den Zweck einer Wissenschaftssprache: 'It is clear that though mathematics is a language of sorts, it is not a complete language. If the word did not have unfortunate emotional overtones, one might describe it as a "jargon"; that is, it is a way of talking about certain things but not about all things. The very fact that mathematics itself cannot be written without a certain literary sentence structure is evidence of the limits of mathematical discourse²².'

Diese Kunstsprache ist nun *prägnant*, d.h. möglichst viel auf möglichst kleinem Raum.

$$Y(t) = a \cdot L(t)^m \cdot K(t)^n \cdot e^{Ft}$$

$$m + n = 1$$

$$m, n > 0$$

Diese Produktionsfunktion drückt die Zuwachsrate des Sozialproduktes (Y) in Abhängigkeit von der Wachstumsrate der beiden Produktionsfaktoren, Arbeit (L) und Kapital (K), und des technischen Fortschritts (F) aus.

$Y(t)$, $K(t)$ und $L(t)$ stehen jeweils für aggregierten Output (Sozialprodukt) und Input von Kapital und Arbeit zur Zeit t ; a ist eine nach dem jeweiligen praktischen Fall verschiedene Konstante. Durch die Bedingung $m + n = 1$ sind konstante Skalenerträge vorausgesetzt; $m, n > 0$ heisst, dass ein negativer Input von Arbeit und Kapital unsinnig sei.

Weitere Beispiele: Die Maximum-Likelihood-Methode und die Ausgleichsrechnung mit der Verwertung einer grossen Menge an Material und der knappen Fassung in ein Gleichungssystem, wobei das Wesentliche an Information erhalten bleibt;

die Matrizenrechnung:

$$\left\| \begin{array}{c} X_{11} \ X_{12} \dots X_{1p} \\ X_{21} \ \dots \dots \\ \vdots \\ X_{n1} \ X_{n2} \dots X_{np} \end{array} \right\| \begin{array}{l} \text{erster Index: Variable} \\ \text{zweiter Index: Werte der} \\ \text{Variablen} \end{array}$$

Dieses System wird durch X ersetzt, ebenso ein entsprechendes zweites System durch Y , und schliesslich werden sonst äusserst verwickelte Beziehungen in einer einfachen Form wie $AX = B$ dargestellt.

²¹ W. St. Jevons, Theory of Political Economy, London-New-York 1871, S. 5/6.

²² K. E. Boulding, Samuelson's Foundations: The Role of Mathematics in Economics, The Journal of Political Economy, Vol. LVI, Juni 1948, S. 189.

Oder: Das System X soll unter Verminderung der Zahl der Variablen in ein einfacheres, inhaltlich aber gleichwertiges System $\mathcal{E}$ übergeführt werden, beispielsweise durch eine lineare Transformation

$$\mathcal{E} = T(X), \quad T \text{ linearer Operator,}$$

wie es im Falle der kanonischen Analyse oder der Komponentenanalyse geschieht. Durch die Prägnanz wird die Übersicht bedeutend erleichtert.

Mit der Prägnanz notwendig verbunden ist die *Exaktheit*: 3.7 (mit Punkt) ist 21, 37 (ohne Punkt) heisst aber siebenunddreissig. Eine kleine Änderung würde also zu grossen Fehlern führen. Exaktheit ist allerdings nicht immer «Punktexaktheit» (es ist genau dieser und dieser Wert), sondern häufig «Intervall-exaktheit»: der betreffende Wert w liegt zwischen zwei Werten w_1, w_2 (genauer: $w_1 < w < w_2, w_1 \leq w \leq w_2, \dots$).

Grobe Umrisse und Trends sind auch ohne Anwendung der Mathematik feststellbar, die Wahrnehmung feinerer Unterschiede lässt sich in vielen Fällen erst mit der Mathematik bewerkstelligen. Oft genügen dabei ziemlich grobe mathematische Verfahren zu einer genaueren Analyse (z.B. Mann-Whitney-Test, Vierfelderkorrelation).

Eindeutigkeit: Die Verwendung eines Ausdruckes immer in der gleichen Bedeutung ist ebenfalls für die Mathematik charakteristisch, wodurch viele Begriffsstreitigkeiten wegfallen.

Die *Widerspruchsfreiheit* ist bereits für viele Teile der Mathematik bewiesen z.B. von *Lorenzen* für die Analysis²³, was in den natürlichen Sprachen keineswegs zu erreichen ist. Die Betonung der *Systematik*, der durchgehenden Ordnung, ist ebenso charakteristisch für das mathematische Denken.

Die Mathematik kommt dem heutigen wissenschaftlichen Denken im wesentlichen in zwei Punkten entgegen, im Streben nach Quantifizierung und im Relationsdenken. Unterscheidet man mit *Carnap*²⁴ drei Stadien des wissenschaftlichen Begriffes, so tendiert die heutige Wissenschaft mehr und mehr vom qualitativen Begriff (warm) über den komparativen Begriff (wärmer) zum quantitativen oder metrischen Begriff (Temperatur).

Qualitäten sind nun mathematisch schwerer zu fassen, obwohl es auch hier durchaus treffende Methoden gibt. Erinnerung sei an die Chiquadratmethode oder die implizite Definition durch Axiome, die in manchen Fällen gute Dienste leistet. Gut ist bereits der komparative Begriff gefasst. Es gibt eine recht ausgedehnte Theorie geordneter Systeme. Als Anwendungen in der Wirtschaft sei der moderne Wertbegriff (*Neumann-Morgenstern, Luce-Raiffa*) genannt. In der Statistik sind es einige verteilungsfreie Verfahren, die sich die Ord-

²³ P. Lorenzen, Die Widerspruchsfreiheit der klassischen Analyses. Mathematische Zeitschrift, Band 54, 1951, S. 1 ff.

²⁴ Carnap-Stegmüller, Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit, Wien 1959.

nungsrelation zunutze machen (verschiedene Rangkorrelationen, Zeichentest usw.). Am besten zuwege kommt jedoch die Mathematik mit dem quantitativen Begriff, sind die Zahlen doch unter den ältesten Forschungsobjekten der Mathematik.

Die Masstheorie ist jener Zweig der Mathematik, der sich mit einigen speziellen Problemen des Messens beschäftigt. Auch die Wahrscheinlichkeiten sind im Sinne der Mathematik spezielle Masse, ebenso der Informationsgehalt. Ein verhältnismässig modernes Gebiet ist die Theorie der Skalierungsverfahren (Theory of Scaling), wo man sich bemüht, bislang nicht quantifizierbare Erscheinungen zu quantifizieren und so einer mathematischen Behandlung zugänglich zu machen. Die Quantifizierung wird so ernst genommen und für so wichtig gehalten, dass «quantifiziert» mit «wissenschaftlich» gleichgesetzt wird: Es geht nicht an, «Fragen der Wirtschaftspolitik nach Art metaphysischer Spekulationen zu behandeln, wo jeder den ihm zusagenden Standpunkt einnehmen kann. Es handelt sich doch hier um Quantitäten, um messbare Grössen. ... Dem sich an die Wirtschaftswissenschaft um Rat wendenden Wirtschaftspolitiker ist nicht mit vagen Antworten auf eine bestimmte konkrete Frage gedient. Er *will wissen, mit welchen Grössenordnungen er zu rechnen hat*²⁵».

‘The only way to a position in which our science might give positive advice on a large scale to politicians and business men, leads through quantitative work. For as long as we are unable to put our arguments into figures, the voice of our science, although occasionally it may help to dispel gross errors, will never be heard by practical men. They are, by instinct, econometricians all of them, in their distrust of anything not amenable to exact proof²⁶.’

Und schliesslich: «Soweit irgend möglich, müssen wir danach streben, unsere wirtschaftlichen Schlussfolgerungen auf wirkliche Ziffern aufzubauen, auch wenn diese nur annähernd sein können... Ein gutes Beispiel der Nützlichkeit, in der Wirtschaftslehre quantitativ zu denken, bieten die zahlreichen Fälle, in denen ein gewisses Ergebnis mehreren Ursachen zuzuschreiben ist und wir über den Einfluss dieser Ursachen Bescheid zu geben haben. Dies ist natürlich nur dann möglich, wenn wir uns eine quantitative Vorstellung von der Wirkung jeder einzelnen Ursache für sich machen können²⁷.»

Und zum Relationsdenken: Das gesamte wissenschaftliche Denken tendiert heute zum Relationsdenken. Interessant sind weniger die Dinge selbst, viel-

²⁵ E. Schneider, Sinn und Grenzen der quantitativen Wirtschaftstheorie, Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 108. Band, 1952, S. 599 (Sperrung vom Verfasser).

²⁶ J. Schumpeter, The Common Sense of Econometrics. Econometrica, Vol. 1, 1933, S. 12.

²⁷ G. Cassel, Grundgedanken der theoretischen Ökonomie, Leipzig-Erlangen 1926, S. 16, 17.

mehr die Beziehungen zwischen ihnen. Dem kommt die moderne Mathematik besonders entgegen, ist doch ihr Hauptziel das Erfassen möglichst allgemeiner Strukturen. Das Vorhandensein «mathematischer» Strukturen in der theoretischen Nationalökonomie²⁸ sowie das Erfordernis eines relationslogischen Kalküls macht die Mathematik nicht nur als «Symbolsprache²⁹», sondern auch als «Denkform» wertvoll²⁹.

Mathematisieren bedeutet Übersetzen in die Sprache der Mathematik. Voraussetzung jeder Übersetzung ist aber das Vorhandensein eines Inhaltes, für die Mathematik heisst das eines klaren, bestimmten Modelles. Die sprachlichen Mittel, die mathematische Theorie also, müssen oft erst entwickelt werden. Das Denken läuft in der Sprache ab und wird daher durch die Eigentümlichkeit der jeweiligen Sprache (das gilt gleichermassen für natürliche Sprachen wie für künstliche) mitbestimmt.

Verwendet man Mathematik, wird somit das Denken zu den genannten Eigenschaften der Mathematik tendieren. Damit sind aber seine Grenzen ebenso gegeben. Was in dieses Schema nicht hineinpasst, lässt sich auch nicht mathematisieren.

Wie die Logik nur die Folgerichtigkeit des Schliessens untersucht, nicht aber seine Gültigkeit, so auch die Mathematik. Aus falschen Prämissen kann natürlich immer noch Falsches folgen, auch wenn die Folgebeziehung selbst einwandfrei ist. «Die mathematische Formulierung gibt aber keine Garantie dafür, dass die wirtschaftlichen Prämissen richtig in die mathematische Sprache übersetzt werden, dass die Prämissen wirtschaftlich nicht unter sich widerspruchsvoll sind ... dass also die mathematischen Modellvorstellungen der Wirklichkeit konform sind und einen realen Erkenntniswert besitzen³⁰.»

Als Beispiel, dass selbst berühmten Wissenschaftlern Fehler unterlaufen können, sei *O. Morgenstern* angeführt: Er verwechselt Satz und Definition³¹, verkennt das Wesen der Induktion in der Mathematik³², und schliesslich schreibt er den Spielen mit Lösungen im Bereich der gemischten Strategien einen Sattelpunkt zu³³.

Eigenständigkeit der mathematischen Sprache (Bringt die Mathematik etwas Neues?). Sicher ist die Mathematik Sprache, und als solche formuliert sie bloss und bringt nichts Neues. Andererseits aber wird das Denken durch die Sprache bestimmt und kann auf Grund dieser in eine Sprache zu Ergebnissen führen,

²⁸ G. Kade, Die logischen Grundlagen der mathematischen Wirtschaftstheorie als Methodenproblem der theoretischen Ökonomik. Berlin 1958, S. 160.

²⁹ G. Kade, a.a.O., S. 161.

³⁰ E. Böhler, Nationalökonomie, Zürich 1957, S. 8.

³¹ O. Morgenstern, Spieltheorie und Wirtschaftswissenschaft, Wien-München 1963, S. 99.

³² O. Morgenstern, a.a.O., S. 24.

³³ Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Stuttgart 1956, Artikel «Spieltheorie».

die mittels anderer, etwa natürlicher Sprachen möglicherweise nicht gefunden worden wären. In einem Einzelfall wird man etwa die phänomenologische Methode verwenden und damit besser zum Ziel gelangen als mit einer mathematischen. Sind aber viele einzelne Fälle zu betrachten, so verliert man leicht die Übersicht und kommt zu keinem Resultat mehr. In solchen Fällen wird zweifelsohne die Mathematik von Nutzen sein können, wie das Linear Programming und die Statistik gezeigt haben³⁴. Ein Teil einer jeglichen Wissenschaft besteht notwendigerweise aus Metaphysik, aus Sprache, und ist jedenfalls anders, wenn man Mathematik und nicht irgendeine andere Sprache verwendet. Bedeutungsverschiebungen und Unklarheiten der Begriffe ergeben sich bei einer lebenden Sprache nur zu leicht, andererseits erschwert die Mathematik in ihrer ungewohnten abstrakten Denkweise konkret denkenden Berufsgruppen das Eindringen in den in Frage kommenden Wissenschaftszweig. Anschaulichkeit und Verständlichkeit sind aber in hohem Masse soziologisch und historisch bedingt und von der eher musisch-humanistischen oder mathematisch-technischen Ausbildung der Bevölkerung abhängig.

Ein unangenehmes Problem ist die immer grösser werdende Isolierung der einzelnen Wissenschaften. Das Latein als gemeinsame Wissenschaftssprache ist verschwunden, bis zu einem gewissen Grade vermittelt heute dasselbe die Mathematik. Dazu ist eine gewisse Einfachheit vonnöten: 'The most helpful applications of mathematics to economics are those which employ few symbols, and which aim at throwing a bright light in some small part of the great economic movement rather than at representing its endless complexities'³⁵.

Eine ganze Reihe von Einwänden gegen die Mathematik stützt sich darauf, dass die Verwendung der Mathematik einem *primitiven Rationalismus* entspringe. Schon *Pascal* stellt «*esprit de finesse*» und «*esprit géométrique*» gegenüber. «Im menschlichen Handeln gibt es keine Konstanten³⁶» und das «Handeln wird von Werturteilen geleitet³⁶». Das Wesentliche der wirtschaftlichen Fragen sei unquantifizierbar und «vertrackt unmathematisch³⁷» und «jenseits der Kurven und Gleichungen ... im ewig Unberechenbaren und Unvoraussehbaren³⁷» zu suchen. *Boris Ischboldin* warnt vor einer Anwendung der mathematischen Methode: «Der Nationalökonom soll keine Wechselwirkung von Quantitäten mechanisch auffassen, denn die Qualitäten, mit denen

³⁴ Z.B.: *E. Bukovics*, Praktische Mathematik – einst und heute, MTW 3/60, S. 105.

W. Knödel, Ein Transportproblem, MTW, 5/58, S. 71-83.

³⁵ *Memorials of Alfred Marshall*, ed. by *A. C. Pigou*, London 1925, S. 313.

³⁶ *L. von Mises*, Bemerkungen über die mathematische Behandlung nationalökonomischer Probleme, *Studium generale* 5158, H. 11, S. 663.

³⁷ *W. Röpke*, Der wissenschaftliche Ort der Nationalökonomie, *Studium generale*, Bd. 6, 1953, S. 380.

er zu tun hat, sind verhältnismässig unabhängige Phänomene³⁸. Oder eine Stimme gegen die Verwendung mathematischer Logik: «Der Hauptmangel der Logistik liegt darin, dass sie alle Brücken zum wirklichen Leben abgebrochen hat. Sie ist ein unheimliches Ballett blutleerer Kategorien (Bradley) geworden ..., sie hat sich auf einer Insel ein souveränes Reich aufgerichtet, von dem aber keine Brücken zurück ins Leben führen. Diese Insel ist unangreifbar, da auf ihr nur jene reinen Formen wohnen, die keine wirkliche Waffe erreicht. Aber die Logistik ist anderseits ungefährlich, weil auch sie die Wirklichkeit nicht angreifen kann. Wenn jetzt wieder Brücken zurück ins Leben geschlagen werden, so ist das gegen die ursprüngliche Absicht der Logistik. Die zwei grössten Logistiker, *Russel* und *Whitehead*, haben sich selbst in ihrem späteren Leben vollständig von der Logistik abgewendet³⁹.»

Ganz arg ist die Kritik *Adornos*, der einer empirisch-statistischen Sozialforschung vorwirft, sie erbringe eine blossе Verdoppelung der Wirklichkeit und entstelle dadurch jene⁴⁰.»

Eine erkenntnistheoretische Fassung der Hintergründe des Problems findet sich bei *Dobretsberger*: «Auf induktivem bzw. experimentellem Wege lassen sich Gesetzmässigkeiten in der Wirtschaft nicht mit demselben Wahrscheinlichkeitsgrad aufstellen wie etwa in den Naturwissenschaften. Zu der Kompliziertheit der Ursachen und der Unmöglichkeit einer isolierten Untersuchung ihrer Wirkungsweisen kommt noch die historische Wandelbarkeit der Bedingungen, deren Ursachen grossenteils unbekannt sind, so dass von einer exakten Notwendigkeit der beobachteten Regelmässigkeit nicht die Rede sein kann, es sei denn, dass sie so allgemein gefasst werden, dass ihnen kein besonderer wissenschaftlicher Wert zukommt, wie z.B. in vorklassischen Formulierungen des Gesetzes von Angebot und Nachfrage. Der Versuch, auf dem Weg über die innere Erfahrung solche Gesetzmässigkeiten zu finden, scheitert an dem Umstand, dass die wirtschaftlichen Erscheinungen nicht allein ein Ergebnis der durch die Individualpsychologie zugänglichen Faktoren, sondern auch anderer technischer, rechtlicher und gesellschaftlicher Elemente sind, wodurch diese Gesetze auf einen dem jeweiligen Umfang der Organisation der Wirtschaft indirekt proportionalen Bereich von Erscheinungen beschränkt sind⁴¹.» Dies zeigt die Schwierigkeit sozialwissenschaftlicher Gesetze, jedoch sind die Argumente gegen die Mathematik nicht darauf zu stützen. Die erarbeiteten Aussagen treffen in der Wirtschaftswissenschaft eben mit geringerer Wahrchein-

³⁸ B. *Ischboldin*, Die moderne Methodologie der Nationalökonomie, Soziologische Forschung in unserer Zeit, ein Sammelwerk zum 70. Geburtstag von Leopold v. Wiese, hg. von Karl G. *Specht*, Köln-Opladen 1951, S. 100.

³⁹ J. *Fischl*, Logik, Graz 1952, S. 152.

⁴⁰ Th. W. *Adorno*, Soziologie und empirische Forschung, in: Wesen und Wirklichkeit des Menschen, Festschrift für Helmut Plessner, Göttingen 1957.

⁴¹ J. *Dobretsberger*, Die Gesetzmässigkeit der Wirtschaft, Wien 1927, S. 22/23.

lichkeit zu, doch kann gerade die Mathematik mithelfen zu bestimmen, wie gross diese Wahrscheinlichkeit sei. Die Fehlergrenzen sind damit angegeben. «Prinzipielle Bedenken gegen die mathematische Methode erscheinen bei näherem Zusehen mehr gegen die Logik schlechthin als gegen die Mathematik gerichtet zu sein⁴²».

Gerade die Möglichkeit der Zerlegung und Durchrechnung von vielen scharf gefassten Einzelproblemen durch elektronische Rechenmaschinen schafft die Möglichkeit, auch ein sehr komplexes Geschehen erfassbar zu machen.

Wenig stichhaltige Argumente dürften sich finden lassen gegen eine Anwendung statistischer Methoden bei einer Verifizierung bzw. Falsifizierung von Modellen. Diese Methoden können auf eine mehrjahrzehntige Anwendung zurückblicken und haben ihre Brauchbarkeit bereits unter Beweis gestellt. Selbst wenn unter Einsatz mathematischer Methoden nicht viel Neues gefunden wird, so trägt die Mathematik doch wesentlich bei zu einer *Versachlichung*, wie man unter anderem in der Entscheidungstheorie, bei den Collective-Bargaining-Modellen, Anbotmodellen und bei den Nutzendefinitionen beobachten kann. Der Nutzen ist nach *Neumann-Morgenstern* eine Funktion, die bis auf ordnungstreue lineare Abbildungen festgelegt ist:

$$\hat{u} = a^2 u + b$$

Dieser kurze Satz enthält eine Lösung des Relativismusproblems. Einerseits ist u festgelegt – die Ordnung darf nicht geändert werden –, andererseits ist eine Wahl des Bezugspunktes und eine Wahl der Einheiten noch offen. Bei formalistischer Auffassung der Mathematik im Sinne *David Hilberts* – man sieht vom Inhalt ab und operiert mit der Sprache allein – zeigt sich als Vorteil die Möglichkeit der Sachlichkeit und der weitgehenden Ausschaltung der Affekte, die die Folgerichtigkeit des Denkprozesses schwächen könnten. Dies wird vor allem durch die Einhaltung exakter Denkgesetze erreicht und durch die Möglichkeit, einmal aufgestellte Thesen oder Modelle von Computerzentren oder auch von Rechensekretärinnen weiterführen zu lassen, ohne dass bei den Maschinen oder bei den Rechensekretärinnen ein Verstehen der Sachproblematik nötig wäre. Aber wie bei raffinierten Verbrechen, die bis ins Letzte auskalkuliert sind und die dennoch durch einen kleinen Irrtum oder Fehler zusammenstürzen, so erlaubt auch die Mathematik genaue Berechnung und Vorherbestimmung, aber es droht gleichzeitig auch, wesentliche, wenn auch kleine Komponenten zu übersehen, und die Folge kann der Zusammenbruch des gesamten Systems oder zumindest seine Einschränkung auf gewisse Spezialfälle sein (*Ceteris-paribus*-Klausel).

⁴² J. Tinbergen, *Möglichkeiten und Grenzen der Anwendungen mathematischer Verfahren in der Wirtschaftswissenschaft*. Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 105. Band, 1949, S. 652.

Schliesslich noch ein besonderer Vorwurf, die Anwendung der Mathematik aus *Modegründen* und zur Hebung des wissenschaftlichen *Prestiges*: 'We must admit that econometrics has an amazing resemblance with some present fashionable movements in philosophy, sociology and fine arts. This implies that econometrics is a product of our transitional stormy epoch characterized by a mechanized massproduction, social unrest and the second great technological revolution⁴³'.

Die Wissenschaft, besonders aber die Mathematik, hat in der modernen Zeit wesentliche Funktionen übernommen, die vorher von anderen Institutionen, z.B. Religionsgesellschaften, erfüllt wurden (*Sicherheitsfunktion*, *Götzenfunktion*). Die Mathematik spielt dabei die Rolle gegenüber den anderen Wissenschaften, die früher von Theologie oder Philosophie eingenommen wurde.

Nach all dem ist es um so erstaunlicher, dass frühe Ansätze zu mathematischen Wirtschaftstheorien nicht in der Folge zur Ausbildung der letzteren führten. Zum Glück! Die knappe Sprache der Mathematik hätte auf die Entwicklung der Wirtschaftswissenschaft regelnd und entwicklungslenkend, aber auch hemmend gewirkt. Sie wäre ein Korsett für die stürmische Entwicklung gewesen.

Abschliessend lässt sich nur wieder betonen: «Die Anwendbarkeit der Mathematik wird nicht durch irgendeine pseudomethodologische aprioristische Dogmatik, sondern nur durch den Anwendungserfolg entschieden⁴⁴», und hat sie sich bis jetzt noch nicht genügend bewährt: Auch eine so gut durchmathematisierte Wissenschaft wie die Physik hat zu *Newtons* Zeiten noch aus recht ärmlichen Ansätzen bestanden!

⁴³ B. Ischboldin, *Critique of Econometrics*, New Delhi 1959, S. 13.

⁴⁴ H. von Stackelberg, *Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre*, Bern 1948, S. X.