

Nejedlý, Rudolf

Der Begriff "Risiko" in der Wissenschaft

Organon 9, 61-81

1973

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Rudolf Nejedlý (Tschechoslowakei)

DER BEGRIFF „RISIKO“ IN DER WISSENSCHAFT

Man kann sagen, daß die Entfaltung der Wissenschaft und Technik sowohl von den in- und ausländischen wissenschaftlichen Entdeckungen und ihrer gesellschaftlichen Anwendung (vor allem in der Produktion), wie auch von einer Menge kleiner alltäglicher Verbesserungen im Produktionsprozeß abhängig ist. Durch den zentralen Plan läßt sich im besten Fall die Anwendung einiger weniger großen Entdeckungen sicherstellen, aber das Problem, wie man die ganze große Menge auch kleinerer Produktionsverbesserungen in die Produktion einführen könnte und wie die Produktion gleichzeitig die Notwendigkeit verspüren müßte, alle in- und ausländischen Entdeckungen anzuwenden, ist nur dadurch zu lösen, daß man günstige Bedingungen, ein gewiß Milieu schafft, daß das Interesse der Unternehmen an einer qualitativen Entwicklung der Produktion auf Grund der angewandten Wissenschaft hervorrufen und gleichzeitig Bedingungen bietet, unter denen sich die Initiative der Menschen mit Hinsicht auf die objektiven Kriterien ihrer gesellschaftlichen Nützlichkeit entwickelt. Ich bin der Ansicht, daß, wenn ein solches Milieu existiert, die zentrale Leitung der Entwicklung der Wissenschaft ihre gesellschaftliche Rationalität erhält, daß alle Vorteile einer solchen Leitung in diesem Milieu voll zur Geltung kommen können. Ohne die Existenz eines solchen Milieus ist die zentrale Leitung der Wissenschaft ihrem eigentlichen Sinn entfremdet, der zentrale Plan als Mittel zu ihrer Entwicklung wird dann meist zum Selbstzweck. Die erzielten Resultate der wissenschaftlichen Forschung sind dann nur Informationen und Quellen einer weiteren Forschung und keine praktische Anwendungsmöglichkeit haben. Eine solche Akkumulation des Wissens hat natürlich — von einem perspektiven Gesichtspunkt aus gesehen — ihre große Bedeutung, aber eine solche Anhäufung allein, und in einem so großen Maße, kann sich kein Staat auf die Dauer erlauben.

Das bedeutet, daß eine einheitliche wissenschaftlich-technische Politik

(deren nicht nur organischer, sondern auch relativ selbständiger Teil auch die wissenschaftlich-technische Politik des sozialistischen Unternehmens ist) zielbewußt Voraussetzungen für eine hohe (kurz- und langfristige) Effektivität des Reproduktionsprozesses, für die eigentliche Entwicklung der Wissenschaft und für die rasche Realisierung in- und ausländischer wissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse in der gesellschaftlichen Praxis schaffen und durch die Entfaltung der Wissenschaft und Technik einen ständigen Aufschwung und die Befriedigung der Bedürfnisse der Gesellschaft sichern muß. Und das wiederum heißt, daß eine solche Politik die wissenschaftlich-technische Entwicklung mit den Bedürfnissen der Volkswirtschaft eng verbinden muß.

Die wirtschaftlich-technische Politik sollte sich in einem beschränkten Raum bewegen, der einerseits durch die gesellschaftlichen Bedürfnisse und andererseits durch die Anforderungen und die innere Gesetzmäßigkeit der wissenschaftlichen Entwicklung selbst bestimmt wäre. Sie sollte die Resultate eines konfliktvollen Zusammenstoßes dieser beiden Interessensphären sein, die begrifflicherweise nicht immer identisch sein müssen. In diesem Rahmen sollte sie auch über die Mittel verfügen, die sie zur Erfüllung der sich selbst gestellten Aufgaben benötigt.

Jede Applikation wissenschaftlicher Resultate ist meist mit einem gewissen Risiko verbunden, d. h. mit der Gefahr möglicher Verluste, Mißerfolge u. ä. Es handelt sich natürlich in erster Linie um ein Risiko ökonomischer Natur, es existieren jedoch auch noch einige weitere Aspekte, die wir im Folgenden aufweisen wollen. Damit hängt auch die Tatsache zusammen, daß es das Interesse der Gesamtheit der Gesellschaft an einer zielbewußten Entfaltung der Wissenschaft erfordert, solche Risiko einzugehen und damit eine Reihe von Risiko-Entstehungsgebieten der ganzen Gesellschaft aufzuerlegen, und dann natürlich moralisch und ökonomisch jene Gesellschaftsmitglieder zu unterstützen, die im Interesse der Gesellschaft bereit sind das Risiko bestimmter wissenschaftlicher Projekte und technischer Problemlösungen auf sich zu nehmen.

Die Formung und Verwirklichung der wirtschaftlich-technischen Politik erfordert deshalb eine gewisse Verteilung des wirtschaftlich-technischen und gesellschaftlichen Risikos auf die einzelnen Leitungstufen, dies sowohl im Rahmen eines Unternehmens, Instituts usw., als auch zwischen diesen Institutionen und einem Organ der ganzgesellschaftlichen Leitung. Der verschiedene Grad der Beteiligung der einzelnen Leitungsglieder an diesem Risiko wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst und ist in einem gewissen Maße durch den Anteil an den, für die Entwicklung und Sicherstellung eines gegebenen Bereichs oder eines wissenschaftlich-technischen Problems aufgewandten Mittel gegeben.

Die wirtschaftlich-technische Politik muß davon ausgehen, daß die Frequenz der Inventionen eine steigende Tendenz aufweist, daß sich der Schwerpunkt der Inventionen zu solchen einer höheren Ordnung ver-

schiebt, und daß bei der heutigen Dynamik der Neuheiten das größte Problem in der Frage der Informationsübertragung liegt, d. h. daß das schwächste Kettenglied, bei dem die größten Informations- und Zeitverluste eintreten, die Informationsempfänger sind. Die wirtschaftlich-technische Politik muß weiters weitgehend flexibel sein, sie muß nicht nur mit individuellen Neuheiten, d. h. Neuheiten auf dem Gebiet der einzelnen Erzeugnisse und Technologien, sondern auch mit frontalen Innovationen, d. h. mit Änderungen ganzen Forschungs- und Produktionszweige, mit Änderungen wissenschaftlich-technischer Richtungen und Produktionsarten, mit den Auftreten neuer, aussichtsreicher, und der Stagnation und den Absterben der bisherigen und ökonomisch veralteten Richtungen der Wissenschaft und Technik rechnen.

*

Optimal zu leiten bedeutet, auf Grund von glaubwürdigen Informationen zu entscheiden, denn das Risiko von Entscheidungen, die auf Grund falscher oder unvollkommener Informationen gefällt werden, kann so groß sein, daß es von keinem potentiellen Aktivum gedeckt werden könnte. In Unternehmen, wissenschaftlichen Forschungsinstituten, usw. muß jede leitende Kraft Entscheidungen treffen. Auf keinem Gebiet ihrer Tätigkeit ist sie so oft Prüfungen unterworfen, die mit schweren Folgen verbunden sind, wie auf dem Gebiet der Entscheidungen. Tagtäglich muß ein Mensch in leitender Stellung Entscheidungen treffen, ob nun kurzfristige, langfristige, unwichtige, prinzipielle, einfache oder komplexe usw. In allen diesen Fällen muß er vor der eigentlichen Entscheidung eine beträchtliche Menge von Informationen sammeln und verarbeiten.

Die Rolle des Menschen in leitender Stellung als Problemlöser ist natürlich nicht nur auf ihn allein beschränkt. Viele weitere, ihm unterstellte Kräfte erfüllen dieselben oder ähnliche Aufgaben. Der Wissenschaftler im Labor ist ebenfalls ein Problemlöser, der seine Intelligenz z. B. zur Entdeckung der Geheimnisse der Natur benützt. Der leitende Techniker löst bei seiner Arbeit mit wissenschaftlichen Methoden technische Probleme der Industrie. Die Ähnlichkeit der im Entscheidungsprozeß auftretenden Probleme läßt die Frage aufwerfen, ob es nicht möglich wäre, Entscheidungen auf Grund einer wissenschaftlichen Methode zu treffen, die bei der leitenden Tätigkeit anwendbar wäre.

Die Entscheidungsvorgänge kann man in zwei Gruppen einteilen:

- a) Entscheidungsprobleme, bei denen das Resultat der Entscheidung mit einem hohen Grad der Sicherheit vorausgesehen werden kann,
- b) Entscheidungsprobleme, bei denen das Resultat der Entscheidung völlig unsicher ist oder im besten Falle nur mit gewissen Einschränkungen und Vorbehalten vorausgesagt werden kann.

Die Menschheit hat es immer als schwer empfunden, daß jede, auch

noch so gründlich vorbereitete Entscheidung prinzipiell von einer unsicheren Grundlage ausgeht. Sie hat sich deshalb mit den verschiedensten Mitteln, z. B. mit Hilfe der Astrologie und anderer okkulten Wissenschaften und der später enthüllten Naturgesetze, darum bemüht, diese Unsicherheit zu eliminieren oder sie zumindest herabzusetzen, was ihr jedoch nur in einem beschränkten Maß gelungen ist. Die Wahrscheinlichkeitstheorie kann als ein Versuch einer Quantifizierung der Unsicherheit angesehen werden und drückt das Geständnis aus, daß sich diese Unsicherheit nicht voll in eine Sicherheit umwandeln läßt.

Es entstanden so die Grundlagen der allgemeinen statistischen Entscheidungstheorie, einer Theorie, die sich mit der Optimalisierung von Entscheidungen mit unsicheren Resultaten und einem ganz bestimmten Informationsausgangspunkt der Entscheidungsprozedur befaßt. Es versteht sich von selbst, daß zur Lösung dieser Aufgaben keineswegs nur die Abwägung aller möglichen Resultate einer gegebenen Entscheidung genügt, denn jede Entscheidung kann zu verschiedenen Resultaten führen, die sich oft gegenseitig ausschließen, wobei man nicht weiß, welches dieser Resultate tatsächlich eintreten wird. Deshalb sind für einen Entscheidungsvorgang solche Kriterien wünschenswert, die die Einheit aller möglichen Resultate einer gegebenen Entscheidung berücksichtigen. Diese Kriterien bestimmen im Extremfalle (als Regel für eine Entscheidung) die optimale Entscheidungsvariante, allgemein geben sie jedoch (als Prinzipien für Entscheidungen) nur gewisse Richtlinien, die man bei der Optimalisierung des Entscheidungsvorgangs respektieren muß.

Das älteste und heute auch bekannteste Entscheidungskriterium erfordert eine Maximalisierung der mathematischen Erwartung der Wahrscheinlichkeitsdistribution. Bei einmalig auftretenden Risikosituationen ist es nicht restlos anwendbar, weil es mögliche Abweichungen von den erwarteten Werten nicht berücksichtigt. Im Prinzip sind zwei Auswege möglich. Der eine zieht weitere Parameter der Distribution in Betracht, insbesondere solche, die als Streuung das Maß des Risikos darstellen, und der zweite bedeutet die Einführung einer Nutzfunktion, deren erwarteten Wert man dann anstelle der normalen mathematischen Erwartung maximalisieren muß.

Die Entscheidungstheorie fußt auf der Erkenntnis, daß allen (oder fast allen) Unsicherheitssituationen im Prinzip ein und dieselbe Struktur entspricht. Sie betrifft das Verhalten eines besonders rational handelnden Subjekts, des Menschen, der Entscheidungen trifft. Sie versucht empirische oder normative Kriterien zu finden, die dem Entscheidungen trefenden Menschen bei der Wahl einer für ihn günstigen Handlungsweise helfen sollen.

Die Wahl der Handlung im Sinne eines optimalen Verhaltens richtet sich nach seinem Ergebnis, evtl. nach seinen möglichen Ergebnissen. Jede Tätigkeit hat von Anbeginn ein eindeutig bestimmtes Resultat zur Fol-

ge — eindeutig auch in dem Sinne, daß sie für den Entscheidungen treffenden Menschen relevant sind und ihn die Beziehung Tätigkeit → Resultat bekannt ist. In diesem Falle wird er jene Tätigkeit wählen, die ihm das günstigste Resultat bringen wird. Es ist dann möglich, das Problem der Wahl-Handlung in trivialer Form auf die Frage der Präferenzbeziehungen der gegebenen möglichen Resultate zu orientieren. Wenn dies bekannt ist, dann ist das Problem der Wahl-Handlung prinzipiell gelöst. Begreiflicherweise nur prinzipiell, denn in der Praxis können technische Komplikationen vorkommen, die die faktische Optimalisierung außerordentlich erschweren. Die sogenannten mathematischen Programme sind ein zur Überwindung dieser Schwierigkeiten geschaffener Komplex von Methoden. Weil es sich hier vor allem um eine prinzipielle Untersuchung der Entscheidungskriterien und weniger um ihre Anwendung bei der Lösung praktischer Entscheidungsprobleme handelt, ist die geschilderte Situation — der Fall einer vollen Sicherheit — in diesem Zusammenhang völlig trivial.

Anders liegen die Dinge im Fall einer teilweisen oder kompletten Unsicherheit. Hier hängt das Resultat nicht nur von der eigentlichen Handlung ab, sondern mehr oder weniger von vielen Faktoren der Umwelt, von Faktoren, auf die der eine Entscheidung treffende Mensch keinen Einfluß nehmen kann, die jedoch selbst das Resultat zu beeinflussen imstande sind.

Der Entscheidungen treffende Mensch muß hier sein Handeln mit der Umwelt konfrontieren. Die Unsicherheit findet ihren Ausdruck darin, daß dieser Mensch das Verhalten der Umwelt nicht genau kennt, obwohl er erst mit Kenntnis dieses Verhaltens entsprechend voraussehen und von dieser Kenntnis beim Vorwegnehmen der künftigen Handlungen der Umwelt ausgehen könnte.

Für die Optimalisierung der Entscheidungsvorgänge ist die Voraussetzung wichtig, daß die weiteren Entscheidungsprobleme jene Situation reproduzieren oder wenigstens teilweise reproduzieren werden, die wir bereits beim ersten Entscheidungsproblem angetroffen haben. Man muß dann bei weiteren Schritten von den bei den ersten Schritten gesammelten Erfahrungen ausgehen, oder, mit anderen Worten, mit dem statistischen Begriff „Erfahrungen“ operieren. Dem entspricht vor allem die Methode der Sequenzanalyse (*sequential analysis*), die das Problem der Entscheidungsoptimalisierung mittels Zeitreihen in der Aufeinanderfolge der Entscheidungsvorgänge löst.

Die Lösung von Situationen mit einer mehr oder weniger begrenzten Sicherheit erfordert eine spezielle Technik der quantitativen Analyse. Man kann sagen, daß im allgemeinen das Prinzip gilt, daß diese Techniken verschiedene analytische Methoden erfordern. Wenn die Resultate des Handelns sicher sind, dann sind algebraische Methoden und Kalkulationsmöglichkeiten für die Lösung der Probleme zureichend. Wenn

man das Resultat nicht mit Sicherheit voraussehen kann, dann wird man die Wahrscheinlichkeitsrechnung oder die Statistik zur Problemlösung heranziehen müssen. Die Probleme mit begrenzter Sicherheit oder Unsicherheit sind natürlich viel häufiger.

Wir wollen nun einige der Methoden untersuchen, die den Menschen in leitender Stellung behilflich sind, optimale Lösungen für die weitere Tätigkeit zu finden. Wir haben dabei Fälle im Auge, bei denen eine Menge künftiger Resultate möglich ist, deren jedes eine Wahrscheinlichkeit ist, die eintreten kann.

Wenn wir die Möglichkeit des Eintretens von Unsicherheit zulassen, müssen wir natürlich folgendes kennen:

- a) mögliche Fehler,
- b) die mit den verschiedenen Arten getroffener Entscheidungen verbundenen Risiken in ihrer Abhängigkeit vom Maß der Fehler.

Beim Problem der Fehler kann man zwei Fragengruppen unterscheiden. Die erste ist die Frage nach dem Ausschluß von sog. Registrationsfehlern. Hier handelt es sich um Fehler, die durch eine ungenaue Festlegung der geprüften Realitäten oder durch eine beabsichtigte Entstellung von Angaben entstehen. Die zweite Frage ist die der Bestimmung des sog. Verlässlichkeitsintervalls und mit seiner Hilfe des sog. zulässigen Fehlers. Jede der Charakteristiken (Durchschnitt, maßgebende Abweichung, Korrelationskoeffizient, Regreßlinie) hat einen bestimmten Auswahlbereich und einen bestimmten Wahrscheinlichkeitsgrad, eine Art Verlässlichkeitsintervall, dessen Länge man meist auch als zulässigen Fehler bezeichnet.

Die klassischen Modelle statistischer Entscheidungsvorgänge stammen von A. Wald¹ und wurden z. B. in den Büchern von Luce und Raiffa² oder von Chernoff und Moses³ veröffentlicht.

Die erste Voraussetzung für ein Entscheidungsmodell ist die Möglichkeit, alle wesentlichen Tätigkeiten und Zustände der Gesellschaft festzulegen. Welche Tätigkeiten und Zustände sind nun wesentlich? Der eine Entscheidung treffende Mensch muß vor der Lösung eines aktuellen Problems fähig sein zu entscheiden, welche Tätigkeiten und welche Zustände er beim gegebenen Problem zulassen will. Es ist wahrscheinlich, daß sehr geeignete, mögliche Probleme eliminiert werden, denn man muß ja in Erwägung ziehen, daß derjenige, der die Entscheidung fällt, nicht genügend Kenntnisse auf dem Gebiet der Technologie, Psychologie, Ökonomie haben kann, um die Relevanz des gegebenen Zustandes beurteilen zu können.

Sogar bei Situationen einer vollen Sicherheit kann ein prinzipieller

¹ A. Wald, *Statistical Decision Functions*, New York-London, 1950.

² R. D. Luce, H. Raiffa, *Games and Decision*, New York, 1957.

³ H. Chernoff, L. E. Moses, *Elementary Decision Theory*, 3rd ed., New York-London, 1963.

Konflikt eintreten, wenn der die Entscheidung treffende Mensch nicht imstande ist, die möglichen Folgen leitend zu bewältigen. Von diesem Gesichtspunkt aus entsteht eine weitere analogische Unsicherheit.

In diesem Kontext müssen wir weitere Voraussetzungen erwähnen: die Möglichkeit, die Präferenzbeziehungen in der Sphäre von Werten auszudrücken, nach welchen wir unsere Entscheidungen treffen. Ihr hauptsächlichster Vorzug ist die Möglichkeit einer Quantifizierung anstelle eines Vergleichs qualitativer Beschreibungen der Resultate, deren manche leicht verlorengehen können. Man erhält so ein geordnetes System, das mit mathematischen Methoden verarbeitet werden kann.

Von den übrigen zahlreichen Voraussetzungen seien hier nur noch sehr problematisch erwähnt. Das Resultat einer Entscheidung ist gänzlich durch die Auswahl von Tätigkeiten und dem Zustand realisierter Tätigkeiten unter der Voraussetzung determiniert, daß diese Zustände voll desaggregiert sind, oder mit anderen Worten, daß alle relevanten Züge der Realität in Betracht gezogen worden sind. Als weitere Voraussetzung gilt, daß Entscheidungen von einem Einzelwesen oder einer Gruppe getroffen werden müssen, die Entscheidungsrecht haben.

Die Kenntnis des Distributionsgesetzes — viel mehr noch als der prinzipielle Zutritt des eine Entscheidung treffenden Menschen zu den Informationen über das Distributionsgesetz — hat einen großen Einfluß auf die Auswahl der entscheidenden Kriterien. Welche Kriterien zu wählen — das ist die offene Grundfrage der Entscheidungstheorie. So kann z. B. die Applikation der Bayesschen Lösung als ein unmittelbarer Ausdruck der objektiven Rationalität beurteilt werden, wenn sich der Zustand der Natur dem Gesetz der Wahrscheinlichkeit unterordnet, das der eine Entscheidung treffende Mensch kennt.

Wenn wir von der statistischen Entscheidungstheorie sprechen, dürfen wir die Applikation des sozialen Faktors dort nicht außer Acht lassen, wo eher der Wille des Menschen als der Determinismus der Natur herrscht. Das Verhalten von Einzelwesen oder Gruppen kann sich unregelmäßig und zeitlich rasch ändern, wogegen die Faktoren der Natur, den Naturgesetzen folgend, stabil in Erscheinung treten.

Ich möchte hier an einige Grundprinzipien der Entscheidungstheorie erinnern:

- a) das Bewußtwerden der Möglichkeit einer Entscheidung,
- b) die Festlegung jenes Moments im Entscheidungsprozeß, in dem man Alternativen suchen muß,
- c) das Prinzip der Auffindung möglicher Alternativen,
- d) das Prinzip der Wahl der Entscheidung — die Möglichkeit von allen möglichen Entscheidungen eine einzige zu wählen,
- e) das Prinzip der Zielstellung — das Prinzip der Rationalität des Entscheidungsvorganges. Die Alternativen sind meist nicht gleichwertig und man muß sie deshalb vor der Entscheidung wertmäßig beurteilen,

f) die Qualität des Entscheidungsvorganges ermöglicht eine Minimalisierung des Risikos der Tätigkeit und eine Maximalisierung des Nutzens.

Die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet neuer Erzeugnisse, die nicht nur am inländischen, aber auch auf dem Weltmarkt konkurrenzfähig wären, erfordert von der Leitung eines Forschungsinstituts oder der Generaldirektion des betreffenden Sektors weitgehende, auf wissenschaftlich fundierte Analysen und Prognosen gestützte Entscheidungen.

Die meist vom Direktor durchgeführte, wissenschaftlich fundierte Vorbereitung einer strategischen Entscheidung liegt — wenn auch je nach der Natur der Aufgabe mit verschiedener Intensität und Extensität — auf dem Gebiet einer zielbewußt orientierten analytischen und prognostischen Tätigkeit.

Bei Entscheidungen muß man auch soziologische Momente in Betracht ziehen: die demographische Struktur der Bevölkerung, die Aufgaben der Regierung, das allgemeine Handeln der Bevölkerung, die internationale politische und wirtschaftliche Atmosphäre, die Bedingungen auf dem Arbeitsmarkt, die Entwicklung der Bildung usw.

Der Entscheidungsvorgang in der Wissenschaft und der technischen Entwicklung ist außerordentlich stark mit Unsicherheit und Risiko verbunden. Die Unsicherheit hat im Prinzip ihren Ursprung darin, daß Entscheidungen oft auf Grund unvollkommener Informationen getroffen werden. Es ist deshalb zweckmäßig den Inhalt, die Qualität und Struktur der Informationen zu erwägen. Und schließlich, keineswegs an letzter Stelle, muß man auch den subjektiven Faktor in Betracht ziehen, der bei Entscheidungsvorgängen eine wichtige Rolle spielt.

Das Risiko bei Entscheidungsvorgängen wird vor allem von den folgenden Momenten beeinflußt:

- a) von ungenügender Erkenntnis,
- b) von der Frage nach der gewählten Variante,
- c) von der Notwendigkeit, von ursprünglich gestellten Zielen abzuweichen,
- d) von der Wahl des richtigen Tempos der Entwicklung.

Die grundlegenden Mittel und Methoden zur Herabsetzung des Risikos bei Entscheidungsvorgängen sind:

- die Verbesserung der Beschaffung von Alternativen,
- die Vervollkommnung der analytischen Methoden ihrer Prüfung,
- die richtige Wahl der Alternativen,
- die Verbesserung der Präferenzskalen, resp. des Systems der Werte und Kriterien,
- die permanente Planung,
- Entscheidungen auf Grund der Erkenntnisse von Experten,
- und vor allem eine Verbesserung der Prognosen.

Prognosen sollen nämlich helfen, unerwartete Zufälligkeiten zu eli-

minieren, da jeder Prozeß von irgendwelchen Zufälligkeiten begleitet wird. Auch die richtige Verteilung der zufälligen und der notwendigen Realisierung von Möglichkeiten, und in diesem Zusammenhang das Unterscheiden von Möglichkeit und Notwendigkeit, stößt auf Schwierigkeiten, wenn man das ganze Netzwerk von Zusammenhängen außer Acht läßt, das in Kategorien der Dialektik (und anderen Kategorien, die spezifische, grundlegende Zusammenhänge spezifischer Bewegungsformen ausdrücken) ausgedrückt wird, die bei jedem realen Prozeß mitbestimmend sind.

Wenn mögliche Alternativen existieren (eine Menge von Möglichkeiten), muß für das Voraussehen die Frage der Wahrscheinlichkeit in Betracht gezogen werden, und zwar auf Grund von Kenntnissen oder der Fähigkeit, das quantitative Verhältnis der Ereignisse zu einer absolut sicheren, eindeutigen Voraussage auszudrücken. Hier sind dann verschiedene Kombinationen möglich: wir kennen z. B. eine aus der Menge der Möglichkeiten und ihren Wahrscheinlichkeitsgrad. In diesem Falle kennen wir unverweigerlich auch die weiteren Möglichkeiten, wir wissen nämlich, daß sie global, gemeinsam, der einen bekannten Möglichkeit mit der Wahrscheinlichkeit $1-p$ gegenüberstehen (wobei p den bekannten Wahrscheinlichkeitsgrad ausdrückt). Die Voraussage ist vollkommen, wenn man sie nicht durch weitere Erkenntnisse qualitativ verbessern, kann, wenn sie die Wahrscheinlichkeitsproportionen aller Alternativmöglichkeiten zum Ausdruck bringt. C. W. Churchman charakterisiert diese Tatsache wie folgt: „Wir werden jedoch auch sagen wollen, daß derjenige die Resultate vollkommen kennt, dem die Wahrscheinlichkeit eines jeden einzelnen Resultats vollkommen bekannt ist, weil in vielen Fällen das Milieu, in dem Entscheidungen getroffen werden, ein derartiges ist, daß eine genaue Prognose unmöglich ist.“⁴

Die Kenntnis künftiger Ereignisse kann auch derart gestaltet sein, daß sie uns erlaubt (mit Sicherheit, mit Wahrscheinlichkeit) vorauszusetzen, daß bestimmte Erscheinungen nicht eintreten werden, daß sie zu wirken aufhören werden. J. A. Schumpeter sagt: „in manchen Fällen können wir genügend Informationen über den Charakter, das Ausmaß und die Dauer einer großen Störung sammeln, um mehr oder minder genau zu wissen, welche unserer Posten dadurch annulliert sind“.⁵ In einer Hinsicht kann es zweierlei negative Prognosen geben. Entweder konstatieren sie lediglich eine Erscheinung, die im Augenblick der Voraussage existiert oder mit der man in einer alternativen Voraussage rechnet, oder aber die negative Voraussage bildet den Rahmen des Möglichen, zieht die Grenzen der Menge der Möglichkeiten.

Unter gewissen Bedingungen kann der Fall eintreten, daß so bedeutende allgemeintheoretische Kenntnisse vorliegen, daß sie die faktischen

⁴ C. W. Churchman, *Prediction and Optimal Decision*, London, 1965, S. 19.

⁵ J. A. Schumpeter, *Business Cycles*, New York, 1939, Vol. I, S. 13.

Kenntnisse der besonderen Situation stark überwiegen. Unter gewissen Umständen kann es dann für die Prognose richtig sein, sich nicht an die Fakten der besonderen Situation zu halten, da sie als zufällig, nicht genügend repräsentativ anzusehen sind und sich (hauptsächlich, überwiegend, ausschließlich) auf die allgemeinen Voraussetzungen zu verlassen, die mit der größtmöglichen Wahrscheinlichkeit das Wesentliche des gegebenen Prozesses erfassen.

Die systematische Verarbeitung möglicher Kombinationen der Prognosen der Menge von Möglichkeiten und ihrer quantitativen Wahrscheinlichkeitsbeziehungen ist besonderen Disziplinen vorbehalten, die nicht Gegenstand dieser Studie sind.

Der Erkenntnis- wie auch der Anwendungsprozeß wissenschaftlicher Erkenntnisse haben den Charakter eines Entscheidungsprozesses, bei dem der Mensch sowohl über den Zustand der Natur, als auch über seine Beziehungen zur Natur entscheidet. Ähnlich wie bei jedem realen Entscheidungsprozeß können auch bei dieser Tätigkeit Verlustmöglichkeiten (Irrtümer, Fehler, schädliche Entscheidungen u.a.) auftreten und damit auch ein mögliches Risiko.

K. Marx sagt zu diesem Thema: „Der Mensch lauscht einmal der Natur ihre Gesetze ab, setzt sie im Kopf in Systeme von Abstraktionen, in geistige Formulierungen objektiver Gesetzmäßigkeiten um und schafft mit ihrer Hilfe Naturprodukte, die sich dadurch von den ursprünglichen Produkten der Natur unterscheiden, daß sie zwar ebenfalls den Gesetzen der Natur folgen, aber zugleich ein Stück menschlichen Geistes in sich aufgenommen haben, was nicht zuletzt darin sichtbar wird, daß sie stets zweckgerichtet, eine natürliche Umsetzung einer Kategorie des Menschlichen Bewußtseins sind, die in der Natur selbst nicht auftritt. Hier gibt der Mensch also das, was ihm die Natur geliehen hat, mit menschlichen Zügen versehen an die Natur zurück. Er tut es, weil nur so die Naturgesetze ihm dienen können. Die Natur baut keine Maschinen, keine Lokomotiven, Eisenbahnen, *electric telegraphs*, *self-acting mules* etc. Sie sind Produkte der menschlichen Industrie, natürliches Material, verwandelt in Organe des menschlichen Willens über die Natur oder seiner Betätigung in der Natur. Sie sind von der menschlichen Hand geschaffene Organe des menschlichen Hirns, vergegenständliche Wissenschaft.“⁶

In diesem Prozeß, der nur in der Einheit beider Seiten verständlich und tatsächlich nützlich ist, erkennen die Menschen die Unzulänglichkeit ihrer Kenntnisse, suchen und finden neue Wege, erfinden und entwickeln neue Methoden, um die Natur und ihre Gesetzmäßigkeit zu begreifen (zu erkennen) und sie sich zu unterwerfen. Den gesellschaftlichen Durchbruch ins Unbekannte begleitet jedoch die Forderung der Über-

⁶ K. Marx, *Grundrisse der Kritik der politischen Ökonomie*, (Rohentwurf) 1857-1858, Dietz Verlag, Berlin, 1953, S. 594.

windung der entstehenden Schwierigkeiten, und die Anerkennung und Übernahme eines persönlichen und gesellschaftlichen Gefahrmoments und Risikos.

In der Wissenschaft bedeutet jedes Teilresultat neue Aspekte für weitere Schritte, zeigt neue Wege oder verwirft die bisherigen. Diese Vorwärtsbewegung ist, wie jede wissenschaftliche Arbeit, die den Anspruch erhebt, eine schöpferische wissenschaftlich-technische Tätigkeit zu sein, mit einem Risiko verbunden.

Man kann sagen, daß diese Schlußfolgerung im Wesentlichen für alle Sphären des gesellschaftlichen Lebens gilt, in denen das Suchen und die Vermehrung gesellschaftlicher Kenntnisse ein integrierenden Bestandteil und die Voraussetzung für eine gesellschaftlich nutzbringende Tätigkeit ist. Die Geschichte der Entwicklung der Gesellschaft, deren wesentlicher Bestandteil die Entwicklung der Wissenschaft und Technik ist, betont diese Feststellung und beweist, daß eben auf diesem Gebiet gesellschaftlicher Tätigkeit das mit einem Risiko verbundene Handeln im Interesse der gesellschaftlichen Entwicklung, das Schaffen neuer bedeutsamer Werte, stets von neuem von den Menschen in Betracht gezogen und unterstützt worden wär, da es dem gesellschaftlichen Fortschritt diene (Flugwesen, Weltraumforschung, Medizin usw.).

Mut, Verantwortung und Risiko auf sich zu nehmen, ist also in dieser Sphäre gesellschaftlicher Tätigkeit von vielen Gesichtspunkten aus eine objektive gesellschaftliche Forderung, die im Zusammenhang mit dem Berechtigten und notwendigen Streben des Menschen nach der Beherrschung der Natur, des menschlichen Organismus, entsteht, dessen Ziel es ist, Unbekanntes zu erkennen, den Menschen zu schützen usw.

Aber auch von anderen Gesichtspunkten aus gesehen kann menschliche Tätigkeit mit dem Moment eines Risikos verbunden sein. Die bewußte und zielstrebige menschliche Tätigkeit ist eine Komponente, die planmäßig bestimmte Kausalprozesse zur Erreichung eines im voraus festgesetzten erwünschten Ziels auslöst und realisiert. Dabei muß man mit der Existenz und der Einwirkung von Nebenfaktoren rechnen, die den Verlauf und das Resultat der menschlichen Tätigkeit beeinflussen oder völlig ändern können. Es können und müssen zwar entsprechende Vorkehrungen getroffen werden, um den gewünschten Verlauf zu sichern und das geplante Ziel zu erreichen, es ist jedoch trotzdem nicht möglich, alle gewünschten Resultate günstig zu beeinflussen, denn die in Frage stehenden Kausalverläufe sind nicht genügend erkannt, und insbesondere die Einwirkung von Zufallsfaktoren entzieht sich der Möglichkeit einer Beeinflussung. Es ist außerdem unmöglich, die erkannten Unsicherheitsfaktoren völlig zu eliminieren, oder ganze Sparten der menschlichen Tätigkeit, in denen die Unsicherheit relativ groß ist, auf irgendeine Weise „abzuriegeln“, um ihre Einwirkung auszuschließen, was beweist, daß die Menschen mit diesen Faktoren rechnen und sie in ihrer unmittel-

baren Praxis in Betracht ziehen müssen. Die Entwicklung der Gesellschaft zeigt, daß eine ganze Reihe ihrer Forderungen ohne die Übernahme eines entsprechenden Risikos nicht realisierbar wäre. Wir denken in diesem Zusammenhang an die vielen latenten Gefahren, die z.B. bei der Rettung von bedrohten Menschen, bei verschiedenen Betriebsavarien usw. für ihre Retter existieren.

Auf die Vielgestaltigkeit und die mit raschen Entscheidungen, die die Wissenschaft und Wirtschaftspraxis erfordern, verbundene innere Problematik hat bereits V. I. Lenin hingewiesen, als er auf dem 1. Kongreß der Wirtschaftsräte am 26.5.1918 konstatierte: „Wir können wirklich nicht im voraus unzähligemal all das abmessen, abschneiden und sichern, was schon definitiv abgemessen und erprobt worden ist. Wir müssen das Gebäude unserer Wirtschaft im Verlauf der Arbeit bauen und dabei eine oder die andere Institution ausprobieren, verfolgen, wie sie sich bewährt und sie auf Grund der kollektiven Erfahrungen der Werktätigen und vor allem der Erfahrungen und der Resultate ihrer Arbeit überprüfen.“⁷

Im Stadium des gesellschaftlichen Eigentums der Produktionsmittel erhält die Problematik des Risikos in der Wissenschaft und Produktion vom Gesichtspunkt der gesellschaftlichen Interessen völlig neue Aspekte, denn erst unter diesen Bedingungen ist wirklich „in einem großen Ausmaß die Möglichkeit gegeben, den Unternehmungsgeist, die Wettbewerbslust und eine kühne Initiative zu entfalten.“⁸

Gesellschaftlich berechtigte Risikohandlungen in der Forschung und Produktion sind in dem Stadium, in dem bereits die gesellschaftliche Aneignung existiert, ihrem Wesen und ihrer gesellschaftlichen Struktur nach eine bewußte, gesellschaftliche, auf die Bildung neuen Nationaleinkommens, auf seine Erweiterung und Erhaltung, und auf seine mit gültigen, objektiven ökonomischen Gesetzen in Einklang stehende Verteilung orientierte Tätigkeit.

Berechtigte Risikohandlungen sind demnach relevant für das auf die Erfüllung sozial-ökonomischer Ziele, d.h. die Erfüllung der volkswirtschaftlichen Aufgaben orientiertes gesellschaftliches Verhalten. Sie sind unter sozialistischen Produktionsbedingungen ein Akt des freien Handelns eines freien Produzenten. Die Dialektik der Freiheit und Verantwortung findet ihren Ausdruck im berechtigten Risiko.

Die gesellschaftliche Bedeutung der Vorproduktionsetappen — deren Umfang in dem Maße wächst, in dem die Wissenschaft zur unmittelbaren, die Entwicklungsrichtung entscheidender Sphären der Produktion und Reproduktion bestimmenden Produktionskraft wird — liegt in ihrer revolutionierenden Kraft. Wirklich neue, wirtschaftlich effektive Er-

⁷ V. I. Lenin, *Gesammelte Werke*, Band 27, SNPL (Staatliche Verlagsanstalt für politische Literatur), Praha, 1953, S. 407.

⁸ V. I. Lenin, *op. cit.*, Band 26, S. 405.

zeugnisse — auch auf dem Weltmarkt — sind von diesen Etappen zu erwarten. Eben hier wird eigentlich über die Produktion und Reproduktion sowohl quantitativ als auch qualitativ entschieden.

Der moderne Produktionsprozeß ist ohne eine ständige Ausnützung wissenschaftlicher Erkenntnisse, ohne die ununterbrochene Anwendung neuer Forschungsergebnisse zur Stagnation verurteilt.

Heute ist die erweiterte Reproduktion, insbesondere in den entscheidenden Industriezweigen, auf lange Sicht ohne Wissenschaft und Forschung undenkbar. Mit Hinsicht auf die veränderte Struktur der modernen Produktionskräfte und die daraus hervorgehenden Bedürfnisse und Forderungen wurde die Forschungs- und Entwicklungsarbeit zum immanenten Bestandteil des Produktions- und Reproduktionsprozesses. Die Forschung wurde somit zum integrierenden Bestandteil der gesellschaftlichen Arbeit zur Erzeugung materieller Güter.

Wenn für die menschliche Arbeit im allgemeinen gilt, daß sie schöpferischen Charakters sein kann, dann geht daraus hervor, daß in diesen schöpferischen Charakter auch die Existenz und Realisierung des Risikos enthalten ist. Das betrifft vor allem die geistige schöpferische Arbeit, d.h. die Tätigkeit, die in einem hohen Maße zur Beschaffung neuer Erkenntnisse auf verschiedenen Gebieten menschlicher Tätigkeit beiträgt.

Die geistige schöpferische Tätigkeit, die neue Erkenntnisse sucht, die im Vergleich mit dem Weltniveau neu sind oder zur Änderung grundlegender Seiten der bekannten Technik u.ä. führen, kommt in ihrer Neuheit und Einzigartigkeit in häufigeren Kontakt mit unbekanntem Gesetzmäßigkeiten, mit Momenten der Risikogefahr, als jede andere Tätigkeit.

Im täglichen Sprachgebrauch ist der Begriff „Risiko“ schon lange bekannt. Man benützte ihn in allen jenen Fällen, in denen verschiedene Voraussetzungen und Möglichkeiten des Handelns eine Wahl verschiedener Auswege, Verläufe und Resultate boten, die nur „ungefähr“ sein konnten, nur mit einem verschiedenen Wahrscheinlichkeitsgrad vorausgesagt, gewertet oder antizipiert werden konnten. Die Wahl einer Handlungsvariante, das gewünschte Resultat, zu dem die gegebene Variante führen soll, ist immer ungewiß, denn das Spezifikum der Handlung selbst oder die Situation, in der sie vor sich geht, oder beide zusammen ermöglichen keine, das gewünschte Resultat betreffende, exakte Prognose. Es kann der Mangel an Unterlagenmaterial sein, der jenes Spezifikum bildet oder das erzielte Niveau der individuellen oder gesellschaftlichen Beherrschung gewisser Gesetzmäßigkeiten, das es nicht gestattet, den Verlauf und das Resultat einer Tätigkeit eindeutig vorauszusehen; es kann auch deshalb so sein, weil die Auswirkung allgemein bekannter Gesetzmäßigkeiten in gewissen außerordentlichen Situationen unsicher ist, so daß das gewünschte Resultat auf verschiedenen Stufen unsicher und dadurch bedroht ist, daß man die Möglichkeit des Eintretens des absoluten Gegenteils oder einer vom gegebenen Ziel stark abweichenden

Variante nicht ausschließen kann. Bis zu diesem Punkt kann man also den im laufenden Sprachgebrauch angewandten Inhalt des Begriffs des Risikos als „Mut, Gefahr“ akzeptieren; dieses Risiko hängt mit der maximalen oder minimalen Wahrscheinlichkeit, mit der man rechnen kann, vom Eintreten einer ungünstigen Erscheinung ab und läßt sich durch das Verhältnis der ungünstigen Möglichkeiten zur Gesamtmenge aller Möglichkeiten ausdrücken.

Das Risiko, eine Risikohandlung, ist also dadurch charakterisiert, daß infolge der Verwirklichung verschiedener, in extremen Fällen entgegengesetzter Möglichkeiten bei der Realisierung dieser Tätigkeiten, deren Verlauf nicht eindeutig ist, nur der Wahrscheinlichkeitsgrad beurteilt werden kann. Daraus geht hervor, daß Risikohandlungen im Prinzip von den Kategorien Möglichkeit, Zufall und Wahrscheinlichkeit bestimmt sind. Risiko bedeutet also, einem bestimmten gegebenen Ziel unter solchen Bedingungen untergeordnet zu sein oder sich ihm bewußt unterzuordnen, durch deren Einwirkung das gegebene Ziel erreicht werden kann, andererseits jedoch auch ein Mißerfolg ein Teilerfolg oder Verluste z.B. an den aufgewandten Mitteln, Kapital, Gewinn u.a. eintreten können, auch die Bedrohung des Lebens oder der Gesundheit eines oder mehrerer beteiligter Menschen ist nicht ausgeschlossen und ist in einem gewissen Maße wahrscheinlich. In der teilweisen oder völligen Unsicherheit, wie eine Tätigkeit verlaufen oder ausfallen wird — nach dem objektiven gesellschaftlichen Charakter einer Risikohandlung — und in der konkreten Notwendigkeit, mit dem Eintreten eines negativen Faktors rechnen zu müssen, liegt der Mut bei der Realisierung einer gegebenen Aufgabe.

Ein solcher Mut ist bei der Erfüllung gewisser Risikoaufgaben auf dem Gebiet der Wissenschaft, bei manchen Forschungsarbeiten, bei Experimenten, und auch im Produktionsprozeß notwendig. Auch das Risiko in der Produktion ist dadurch charakterisiert, daß verschiedene Möglichkeiten des Verlaufs oder Ergebnisses bestimmter Tätigkeiten einen bestimmten Wahrscheinlichkeitsgrad haben und von Zufällen beeinflußt werden oder werden können. Es ist jedoch — und darin liegt die Besonderheit in der Wissenschaft gegenüber dem Risiko auf anderen gesellschaftlichen Gebieten — durch Gesetzmäßigkeiten determiniert, die in der Wissenschaft wirken und die respektiert werden müssen. Wir können konstatieren, daß eine Tätigkeit in der Wissenschaft, Forschung und unmittelbar in der Produktion dann als Risikohandlung aufzufassen ist wenn verschiedene Möglichkeiten des Verlaufs und des Ergebnisses existieren, die mit einer verschiedenen Wahrscheinlichkeit eintreten können, was in einem größeren oder kleineren Maße von Zufallsfaktoren abhängig ist.

Die Tatsache, daß bei wissenschaftlicher Tätigkeit die Möglichkeit der Verlustgefahr auftritt — und zwar von Verlusten der verschieden-

sten Art — wird manchmal mit Hilfe einer Parallele zwischen der wissenschaftlichen Tätigkeit und dem Entscheidungsprozeß, vor allem dem Entscheidungsprozeß in Konfliktsituationen erklärt. Auf diese Parallele haben z.B. N. Wiener⁹ und einige Theoretiker der Theorie der statistischen Entscheidungen und strategischen Spiele¹⁰ aufmerksam gemacht. Im Sinne dieser Parallele kann der Mensch in der Wissenschaft meist nicht die möglichen Folgen der Schritte festlegen, für die er sich entscheidet — dies sowohl im Prozess der eigentlichen Forschungsarbeit, als auch bei der Applikation der wissenschaftlichen Resultate in der Praxis. Er muß natürlich bemüht sein, diese Verluste auf ein erträgliches Minimum zu reduzieren, aber gleichzeitig auch alle, ein positives Resultat versprechende Möglichkeiten auszunützen, auch um den Preis möglicher Verluste. Mit anderen Worten: ohne mit Verlustmöglichkeiten zu rechnen, also ohne den Mut, sich Verlusten auszusetzen, ist eine erfolgreiche wissenschaftliche Arbeit unmöglich.

Wenn wir die Erkenntnisprozesse in der Wissenschaft, die selbstverständlich immer ein Komplex von Prozeduren empirischen oder theoretischen Charakters sind, als Entscheidungsprozesse *sui generis* ansehen, müssen wir zugeben, daß bei diesen Prozessen die Möglichkeit sowohl positiver als auch negativer Resultate existiert. Dies betrifft sowohl die einzelnen Meßprozeduren, Experimente und theoretischen Prozeduren, als auch große Projekte, komplexe Forschungsaufgaben u.ä. Dabei ist zu betonen, daß es zweckmäßig ist, die Werte der Resultate, die im klassischen Modell der statistischen Entscheidung den Gewinnen und Verlusten entsprechen, immer bei größeren Forschungskomplexen, die ein relativ zusammenhängendes Ganzes bilden, in Betracht zu ziehen. Dasselbe gilt auch für die Zuordnung der Begriffe Risiko und Risikofunktion zu Entscheidungsprozessen.

Da die positiven und negativen Resultate von Erkenntnisprozessen, resp. das, was bei diesen Prozessen den Gewinnen und Verlusten im klassischen Entscheidungsmodell entspricht, sehr vielseitig sind, ist auch das mit Entscheidungsprozessen auf diesem Gebiet verbundene Risiko vielseitig.

Ein unanfechtbarer Gewinn jeder erfolgreichen Forschung ist neues Wissen. Man kann deshalb von einer Erkenntnis- (epistemischen) Utilität der erzielten Resultate sprechen.¹¹ Analog ließe sich von einem epi-

⁹ Insbesondere im Buch N. Wiener, *The Human Use of Human Beings, Cybernetic and Society*, New York 1945.

¹⁰ Die Konzeption der wissenschaftlichen Arbeit als Spiel oder Dialog hat L. Tondl in seinem Essay *Člověk a věda* (Der Mensch und die Wissenschaft), Praha, 1969, angedeutet.

¹¹ Den Begriff „epistemische Utilität“ hat C. G. Hempel eingeführt. In der letzten Zeit stehen auch weitere quantitativ formulierte Maße zur Diskussion, die versuchen, den Informations- und semantischen Wert wissenschaftlicher Ergebnisse, die sog. Erklärungs- und Voraussagemächtigkeit (*explanatory and predictive power*) u.ä. auszudrücken. Eine eingehende Analyse dieser Problematik überschreitet die möglichen Grenzen dieser Arbeit.

stemischen Risiko sprechen, d.h. vom Risiko, daß die zur Lösung einer gegebenen wissenschaftlichen Aufgabe, eines gegebenen Projekts oder schließlich der ganzen Konzeption eines Projekts gewählten Methoden, nicht zu den gewünschten und erwarteten Resultaten führen werden. Wir müssen betonen, daß ebenso wie es schwierig ist, die epistemische Utilität in ökonomische Äquivalente umzuwandeln, d.h. wissenschaftliche Ergebnisse, die vor allem informatorischen Charakter haben, in ökonomischen Kategorien auszudrücken, es auch sehr schwierig und manchmal völlig unmöglich ist, auf eine gleiche Weise auch das epistemische Risiko wertmäßig auszudrücken. Es ist jedoch bekannt, daß Mißerfolge epistemischer Natur in manchen Situationen als unproduktive Kosten, als Verlust aufgewandter menschlicher Kraft und Materials, als Zeitverlust u.ä. zum Ausdruck kommen können, was wiederum bedeutet, daß ein epistemisches Risiko mit einem Risiko eines anderen Charakters verbunden sein kann.

Die wissenschaftliche Tätigkeit läßt sich auch so charakterisieren, daß sie gewisse Kosten, die Konzentration menschlichen und materiellen Potenzials erfordert, gewisse Zeitansprüche stellt usw. Alle diese Umstände, mit denen wir gewöhnlich am *input* eines Forschungssystems kalkulieren, können sich als Verlust auswirken, wenn am *output* des Systems nicht die gewünschten Resultate oder solche, deren Realisierung technische, ökonomische oder andere Vorteile zu bringen verspricht, erzielt sind. Von diesem Gesichtspunkt aus kann man von einem, mit der wissenschaftlichen Arbeit verknüpften ökonomischen Risiko sprechen. Eine jede genauere Charakteristik des ökonomischen Risikos in der Wissenschaft stößt auf dieselben Schwierigkeiten, auf die man auch bei Versuchen einer Quantifizierung der Effektivität der Forschungstätigkeit oder beim Vergleich der *Input*- und *Output*-Komponenten eines Forschungssystems auf Grund desselben Systems von Parametern hat. Diese Schwierigkeiten ändern jedoch nichts an der Tatsache, daß jede Planung oder Programmierung bewußt mit dem ökonomischen Risiko kalkulieren muß, daß sie damit rechnen muß, daß nicht alle beim *input* aufgewandten Mittel sich später als zweckmäßig erweisen werden usw.

Die Bedeutung der Problematik des ökonomischen Risikos in der Wissenschaft wächst parallel mit dem Anstieg der für die Forschung aufgewandten Gesamtkosten, mit dem Umfang der menschlichen, technischen und ökonomischen Voraussetzungen, ohne die die moderne Wissenschaft unvorstellbar wäre. Es sei hier betont, daß eine vernünftige Wissenschaftspolitik sich der Problematik des ökonomischen Risikos keineswegs dadurch entledigen kann, daß sie einfach den Umfang der am *input* eines Forschungssystems aufzuwendenden Mittel herabsetzt. Die Wege zur Lösung dieser Problematik führen über eine zweckmäßige Selektionspolitik, die damit zusammenhängende internationale Arbeitsteilung usw.,

Die mit der wissenschaftlichen Tätigkeit verbundene Risikosphäre betrifft auch persönliche und menschliche Aspekte dieser Tätigkeit. Man darf nicht vergessen, daß in der Wissenschaft Menschen arbeiten, die ihre Vorzüge und Fehler, Ambitionen und Ehrgeiz, Mut und Angst haben. Diese Menschen sind manchmal bereit, der wissenschaftlichen Arbeit nicht nur ihre Freizeit, sondern auch ihre Gesundheit, ein ruhiges Leben und in Ausnahmefällen sogar ihr Leben zu opfern. Dieses menschliche, psychische und persönliche Risiko mag beim nicht eingeweihten Laien manchmal die Vorstellung wachrufen, es handle sich hier nur um einige wenige Fälle kühner Entdecker, Kosmonauten u.ä. Im Prinzip beinhaltet jedoch jede wissenschaftliche Tätigkeit in größerem oder kleinerem Maße diese Aspekte des Risikos, auch wenn es sich dabei nicht immer um so extreme Erscheinungen handeln muß, sondern nur um den Verlust des wissenschaftlichen Prestiges, um die mit Mißerfolgen zusammenhängenden Sorgen usw.

Die Existenz des Risikos in allen diesen und eventuell auch einigen weiteren Aspekten wissenschaftlicher Tätigkeit erfordert Maßnahmen, die es ermöglichen würden, einerseits mit einem zulässigen oder annehmbaren Risiko zu kalkulieren, andererseits den Gefahren, die ein akzeptables Niveau des Risikos überschreiten, aus dem Weg zu gehen. Was ist jedoch dieses akzeptable Niveau des Risikos? Es ist klar, daß man diese Frage nicht mit einer pauschalen Konstatierung beantworten kann, insbesondere für jene Fälle, bei denen eine befriedigende Antwort erfordert, auch Prinzipien der wissenschaftlichen Ethik, die Verantwortung u.a. mitzuerwägen. Dieser Skeptizismus bedeutet jedoch keineswegs, daß wir nicht imstande wären, diese Frage in konkreten Situationen zufriedenstellend zu lösen. Von der konkreten Situation hängt auch ab, welcher Methoden wir uns dabei bedienen werden, z.B. der Minimalisierung des Durchschnittsrisikos, der Minimalisierung des Maximalrisikos u.ä.

Schon die Tatsache, daß wir uns dessen bewußt werden, daß ein Programm, ein Projekt, eine Forschungsaufgabe mit einem Risiko — mit den verschiedensten Risiken — verbunden und deshalb eine Risikotätigkeit ist, stellt uns vor eine Reihe von Problemen nicht nur ökonomischer, technisch-methodischer und theoretischer, sondern auch gesellschaftlicher, psychischer und, keineswegs an letzter Stelle, auch ethischer Natur. Wenn die moderne Wissenschaft eine zielbewußte, planmäßige und organisierte Auffassung der Aufgaben und eine rationale Leitung erfordert, bedeutet dies auch, daß sie das gesamte, mit der Risikotätigkeit zusammenhängende Spektrum respektieren muß.

Der Risikotätigkeit muß man ein gewisses Optimum an Stabilität geben. Dies ist auf verschiedene Weise erreichbar, z.B. als ein System von Maßnahmen, die den Gefahrengrad der Risikotätigkeit auf ein Minimum reduzieren. Dazu gehört auch, daß man die Einwirkung von Zufallsfak-

toren — die einmal aus dem Wesen der Risikotätigkeit, ein andermal aus äußeren Faktoren feststellbar sind — respektieren und mit ihnen bei einer Entscheidung, ob man die Risiken eingehen soll oder nicht, rechnen muß. Unserer Ansicht nach handelt es sich beim Risiko um die folgenden Probleme:

— die Art und die Wirkungsweise auf Grund des Spezifischen des zu lösenden Problems unter Berücksichtigung von Zufälligkeiten (läßt sich mit Hilfe von theoretischen Erkenntnissen, praktischen Erfahrungen, einer exakten Analyse konkreter, objektiver Angaben feststellen),

— die Häufigkeit des Auftretens wenigstens voraussesbarerweise ungünstiger Umstände in einer identischen oder ähnlichen Situation in der Forschung oder Produktion,

— die Möglichkeit der Sicherung einer Risikotätigkeit nach außen, eventuell gegen die Einwirkung äußerer Faktoren, und die Möglichkeit, eine optimale Sicherheit der Tätigkeit durch ein, die Gefahren reduzierendes System zu erzielen,

— die Möglichkeit und der gesellschaftliche Anspruch, mit Berechtigung bestimmte und typische, oder selten auftretende und typische Zufälligkeiten außer Acht zu lassen.

Aus diesen Überlegungen kann man für die praktische Feststellung der Wahrscheinlichkeitsstufe, auf der die Übernahme eines Risikos berechtigt oder nicht berechtigt ist, die folgenden Schlüsse ziehen: der Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse und die Menge praktischer Erfahrungen sind die Hauptkriterien zur Feststellung der Größe der Wahrscheinlichkeit bei der Beurteilung dieser oder jener Risikotätigkeit. Der Stand der Erkenntnis und die Menge der Erfahrungen erlaubt uns zu beurteilen, mit einem welchen Wahrscheinlichkeitsgrad man den Verlauf und das Resultat einer Risikotätigkeit im gewünschten Sinne erwarten kann. Dabei sind nicht nur der Stand der Erkenntnisse und der Umfang der Erfahrungen auf dem Gebiet der in Frage stehenden Risikotätigkeit von Bedeutung, sondern es spielt hier unter gewissen Voraussetzungen auch eine Reihe weiterer wissenschaftlicher Grenzsparen und Produktionserfahrungen eine Rolle. Das alles muß zur Feststellung des Wahrscheinlichkeitsgrades eines positiven oder negativen Verlaufs und Resultats der Risikotätigkeit führen. Eine gewissenhafte Beurteilung und Berücksichtigung aller erwähnten Faktoren ermöglicht, den Wahrscheinlichkeitsgrad für den Erfolg oder Mißerfolg einer Risikotätigkeit festzustellen, und zwar als Quotient aller zum Erfolg führenden positiven Faktoren und im Gegenteil aller gegen einen Erfolg dieser Tätigkeit wirkenden negativen Faktoren. Man könnte ihn derart ausdrücken:

$$P = \frac{Fp}{Fn},$$

wobei

P — Wahrscheinlichkeit,

F_p — die positiven, die Risikotätigkeit günstig beeinflussenden Faktoren,
 F_n — die negativen, die Risikotätigkeit ungünstig beeinflussenden Faktoren.

Diese Formel stellt weder ein mathematisches Modell für die Berechnung der Wahrscheinlichkeit im Falle einer Risikotätigkeit dar, noch ist sie absolut geeignet, auf Grund der mit ihrer Hilfe festgestellten Wahrscheinlichkeit einen unanfechtbaren Ausspruch zu ermöglichen, ob die Übernahme einer Risikotätigkeit berechtigt oder unberechtigt ist. Die Frage ist von vielen Gesichtspunkten abhängig und so ist die derart festgestellte Wahrscheinlichkeit nur eine von vielen. Die Feststellung der Wahrscheinlichkeit nach der angeführten Formel kann nur eine grobe Orientierung bieten, die es ermöglicht, die bestimmenden und beeinflussenden Faktoren einer Risikotätigkeit zu beurteilen und zu werten. Abgesehen davon muß man die, mit der Quantifizierung dessen, was man als positive und negative Faktoren ansehen will, verbundenen Schwierigkeiten respektieren, insbesondere die Schwierigkeiten, die mit der Realisierung der Wohlordnung, der Ausarbeitung eines einheitlichen Systems von Präferenzen u.ä.m. zusammenhängen.

Zusammen mit den grundlegenden Kategorien, die man im Falle eines Risikos in Betracht ziehen muß, weil sie es determinieren, tritt dringlich auch die Problematik des Inhalts dieses Begriffs in den Vordergrund. Mit Möglichkeiten, Zufälligkeiten und Wahrscheinlichkeiten zu operieren bedeutet, mit einer Reihe von nur teilweise beeinflussbaren Momenten zu operieren, unter denen auch völlig unerkannte Erscheinungen (Faktoren) sind. Das gilt zwar für jeden Erkenntnisprozeß, aber um so mehr für die Wissenschaft, die das Erkennen des Unerkannten ist. Hier muß sich der zusammen mit dem Risiko in Erscheinung tretende Mut manifestieren, denn die Tätigkeit kann einen sowohl positiven, als auch (im Extremfalle) negativen Verlauf nehmen, und kann der Gesellschaft entweder einen wesentlichen Nutzen oder einen wesentlichen Verlust (Schaden) bringen. All dies darf man bei der gesellschaftlichen Bewertung dieses Begriffs nicht vergessen.

Es ist weiter in Betracht zu ziehen: die objektive Konstellation der eine konkrete Risikotätigkeit determinierenden Faktoren, die einen Komplex bilden, der bei der Beurteilung einer Risikotätigkeit geprüft und bewertet werden muß. Prüfen und bewerten muß man außerdem — um eine reales Bild des durch eine konkrete Tätigkeit realisierten Risikos zu erlangen — wie diese objektive Situation mit allen ihren Faktoren der Unsicherheit in den Augen des Handelnden in der gegebenen konkreten Situation aussieht, wie er sie beurteilt hat, und welche Faktoren ihn zu eventuell falschen Urteilen führen konnten. Erst wenn man auch diese Seite des Problems gründlich geprüft hat, ist es möglich, eine zusammenfassende gesellschaftliche Bewertung des Begriffs Risiko durchzuführen. Eine solche gesellschaftliche Bewertung der Risikotätigkeit ist

von großer Bedeutung, denn auf diese Weise kann gesellschaftlich wertvolles Betragen von gesellschaftlich nicht anerkanntem gesondert, und die Menschen zur Übernahme von ausschließlich gesellschaftlich berechtigten Risiken veranlaßt werden.

Einige Autoren definieren das gesellschaftlich berechtigte Risiko als Motiviertes Hervorrufen einer Gefahr mit dem Ziel, ein gesellschaftlich nützliches Resultat zu erreichen, das mit gewöhnlichen, risikolosen Mitteln nicht erreichbar wäre.

Diese Definition des Begriffs „berechtigtes Risiko“ ist unserer Ansicht nach von zwei Gesichtspunkten aus unvollständig: erstens orientiert sie ohne jede Differenzierung auf das Kriterium der Gefahr und ignoriert jene Kriterien, die das Risiko beeinflussen (Möglichkeit, Zufall, Wahrscheinlichkeit). Damit übergeht sie auch den Mut, der in vielen Fällen von Risikotätigkeit ein inherenter Bestandteil dieser Tätigkeit ist. Wir können dazu nur insoweit zustimmen, daß die Möglichkeit eines teilweisen oder völligen Verlustes als Folge von Risikotätigkeit eine gewisse Rolle spielt. Diese Gefahr existiert jedoch nicht nur im Sinne einer akuten Bedrohung, sondern auch als Unsicherheit, wie die Tätigkeiten verlaufen und was für Folgen sie haben wird. Zweitens ist es nicht richtig, daß nur Risikohandlungen geeignet sind, ein bestimmtes, gesellschaftlich nützliches Resultat zu ergeben, denn ein solches kann auch durch risikolose Tätigkeit erreicht werden. Es ist vielmehr so, daß eben die Risikotätigkeit die effektivste, gesellschaftlich optimalste Tätigkeit ist und deshalb gewählt werden muß. Wir brauchen uns hier nur an die Problematik des Risikos bei manchen Innovationen zu erinnern. Es ist klar, daß der Wissenschaftler oder Techniker ein wünschenswertes Ziel auch ohne die Übernahme eines Risikos erreichen kann. Es bleibt dabei nur die Frage offen, mit welchen Kosten und nach Ablauf welcher Zeit dies eintreten würde oder könnte. Die Ökonomie der Zeit erfordert, die Frage nach den, zur Erzielung eines bestimmten Ergebnisses nötigen Kosten zu stellen. Daraus geht klar hervor, daß die Grundfunktion einer Risikotätigkeit eben darin besteht, daß sie hilft, diesen Faktor herabzusetzen denn sich auf einen einzigen Weg zu beschränken, muß nicht in jedem Falle richtig sein.

Wie sollte also der Begriff Risiko richtig definiert werden? Unserer Ansicht nach sollte die Definition lauten: ein Risiko bedeutet ein bewußtes Hervorrufen oder Festhalten an einer Situation, die weil es verschiedene Möglichkeiten ihres Verlaufs und Ergebnisses gibt, nur im Rahmen der Wahrscheinlichkeit begriffen werden kann und deshalb gefährlich ist. Das gesellschaftliche Ziel, das durch das Hervorrufen einer oder durch das Festhalten an einer Risikotätigkeit verfolgt wird, ist die Schaffung neuer und die Erhaltung wichtiger volkswirtschaftlicher Werte, die ohne Risiko erst nach einer viel längeren Zeit und mit einem unvergleichlich höheren Kostenaufwand erreichbar wären. Es liegt auf der

Hand, daß diese Problematik in enger innerer Beziehung zur Problematik der Prognosen steht, wenn auch diese Kategorien nicht identisch sind. Man könnte darauf hinweisen, daß eine wissenschaftlich begründete Prognose meist Element der Unsicherheit enthält, und daß bei Prognosen mit Risiko gerechnet werden muß.

Wir können und müssen daher die Problematik des Risikos als ein Element der prognostischen Bewertung gewisser gesellschaftlicher, wissenschaftlich-technischer, technologischer und anderer Prozesse beurteilen und es, wenn es von diesen Aspekt eine spezifische gesellschaftliche Tragweite und Bedeutung hat, als Risiko- oder als Prognosenproblem auffassen.