

# SYSTEMTECHNISCHE BEDEUTUNG DES KETTENSYSTEMS DER FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSORGANISATION UND SEINE ANWENDUNG IN DER SOZIALISTISCHEN WIRTSCHAFT

Von

J. KLÁR

Technische Universität, Budapest

(Eingegangen am 16. November 1971)

Das rasche Eindringen der Wissenschaft in die Produktion, der Umstand, daß sie zur Produktionskraft geworden ist, bedeuten nicht nur, daß sich der praktische Einsatz der industriell-technischen Forschungsergebnisse sehr beschleunigte, sondern auch, daß die Wissenschaften heute in der Regel nicht mehr von isoliert arbeitenden Gelehrten gepflegt werden, sondern meistens die Sache von wissenschaftlichen Kollektiven, Teams sind, die der Organisation bedürfen. Als ein Teil der Wissenschaftsorganisation macht sich die Forschungsorganisation geltend. Ihre Bedeutung wird dadurch gesteigert, daß sie zur Erhöhung der Effektivität der wissenschaftlichen Forschung beiträgt, deren unsere Volkswirtschaft in hohem Maße bedarf. Über die Effektivität der Forschungsorganisation sind ziemlich viele und ziemlich viele ungenaue Analysen erschienen. Die Ursache der Ungenauigkeit ist in der Mehrheit der Fälle darin zu suchen, daß die Organisation der Forschung und Entwicklung im Rahmen einer verhältnismäßig neuen Disziplin, der Wissenschaftslehre, und dabei aus ihren systematischen Zusammenhängen herausgerissen, von diesen abgegrenzt behandelt wird, was unvermeidlich zu einer Anzahl von nicht stichhaltigen Schlußfolgerungen führt, wie z. B. daß die Forschung im allgemeinen nicht oder nur schwer meßbar sei. Durch derartige unrichtig verallgemeinernde Feststellungen wird die Durchführung von einer Anzahl von bereits ziemlich klar formulierten, einschlägigen Aufgaben beeinträchtigt oder, etwas boshaft formuliert, werden jene unterstützt — es sind deren hoffentlich wenige —, die sich für die Wirksamkeitsuntersuchung ihrer Forschungen nicht besonders begeistern. Eine richtige Konzeption ist heute auf diesem Gebiet lediglich unter Anwendung der geeigneten Erkenntnisse von Wissenschaftslehre und Systemlehre möglich.

Für die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ist es heute bereits hinreichend geklärt:

— die Effektivität welcher von diesen meßbar sei (z. B. die Effektivität für Produktionszwecke angewandter und Entwicklungsforschungen auf Forschungsstellen- bzw. Unternehmensebenen) und bei welchen keine Möglichkeit zur meßtechnischen Erfassung der Effektivität bestehe;

— wo die Effektivität meßbar ist, sind auch die Methoden, nach denen

dies erfolgt, hinreichend klar (z. B. ähnliche Verfahren wie sie bei den Wirtschaftlichkeitsberechnungen von Investitionen angewandt werden);

— wo die Effektivität nicht meßbar ist, sind die Ursachen dafür auch bekannt und geklärt. Es sind auch hier zahlreiche faktenanalytische und prognostische Verfahren bekannt, die zum Ziel haben, bei der Inangriffnahme derartiger Forschungen das Risiko zu vermindern (z. B. unter Anwendung der verschiedenen »Denktechnologien«).

Im weiteren soll versucht werden — unter Anwendung der verhältnismäßig rezenten Erkenntnisse der Wissenschaft — und Systemlehre — die vorstehenden drei Problemenkreise klarzustellen. Die einheitliche systematische Betrachtungsweise erstreckt sich auf die drei Hauptaspekte der Effektivität der Forschungsorganisation: auf die Fragen der wissenschaftlichen Effektivität, der Effektivität der Organisation und der wirtschaftlichen Effektivität. Zwischen diesen bestehen enge Beziehungen, sie sind in Wechselwirkung miteinander und lassen sich in der Regel gemeinsam auswerten.

Mit der Entfaltung der wissenschaftlich-technischen Revolution sind eine Reihe von früheren Begriffen veraltet, andere haben einen neuen Sinn erhalten. Es entstanden neue Begriffe und mit diesen neue Tätigkeiten, neue Tatsachen und neue Ergebnisse. Solche neue Begriffe und neue Ergebnisse werden durch eine der sich in unseren Tagen entfaltenden, jüngsten Disziplinen: die Wissenschaftslehre geliefert, die sich u. a. die Wirksamkeitserhöhung der wissenschaftlichen Forschungstätigkeit zum Ziele setzte. Die Forschungsorganisation betreffende, wichtige Feststellungen der Wissenschaftslehre sind zum Beispiel:

— die Wissenschaft stellt keinen »Baum«, sondern ein »Netz« dar, wo sich die einzelnen Maschen zeitweilig verknüpfen, miteinander in Zusammenhang kommen, sich dann wieder lösen, um die Bildung von neuen Netzen zu ermöglichen. Die Wissenschaft ist also ein dynamisches System in ständiger Änderung;

— Wissenschaft und Produktion sind Systeme, die immer mehr Kontakte miteinander haben, sich gegenseitig durchdringen, miteinander zusammenhängen;

— die grundlegenden Kennzeichen dieses Systems sind: die beschleunigte Entwicklung (sowohl in der Wissenschaft als auch in der Produktion) und die gesteigerte Forderung der wirksameren Tätigkeit, schon allein mit Rücksicht auf den zunehmenden Kraftquellenbedarf;

— eine auch in der Wissenschaftslehre wurzelnde Forschungsorganisation, als für ein Forschungsendziel verschiedene Teilprozesse, Teiltätigkeiten vereinigende Arbeit, erfordert in erster Reihe eine systemtechnische Betrachtungsweise.

Die Forderung einer systemtechnischen Betrachtungsweise bedeutet praktisch vor allem, daß

— an Forschungsaufgaben problemzentrisch heranzugehen ist. Neben

der Prüfung der einzelnen Teile muß also unter Berücksichtigung sämtlicher Zusammenhänge und durch Verknüpfung der Bestandteile das Gesamtproblem erkannt und gelöst werden;

— die Forschungsarbeit ist vom Beginn der Forschungen bis zur Anwendung als ein einziges, einheitliches zusammenhängendes System zu behandeln, dessen Hauptteile voneinander nur räumlich (Forschungsstellen, Produktionsstätten) und zeitlich (die sog. Reifezeit bis zur Anwendung der Forschungsergebnisse) getrennt sind. Diese systemtheoretische Betrachtungsweise geht also vor allem aus der Einheit von Zielsetzung, Anwendung und Realisierung der Forschungsarbeit aus; ferner aus dem Umstand, daß der Großteil der Forschungs- und Entwicklungspläne aus gesellschaftlichen Ansprüchen hervorgeht, und diese zu befriedigen trachtet.

Die Zerlegung der Effektivität von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf drei Hauptelemente, nämlich auf wissenschaftliche, wirtschaftliche und auf die Effektivität der Organisation, stellt eine ziemlich willkürliche Unterteilung dar, wobei zu jedem dieser Elemente die Durchführung einer Reihe von notwendigen Tätigkeiten, die Anwendung von Verfahren bzw. Untersuchungsmethoden gehören, nach denen sich vor allem die Effektivität größerer Forschungspläne auf Forschungsstellen- (Forschungsinstituts-) bzw. Unternehmungsebene prüfen läßt. Größere Schwierigkeiten ergeben sich bei Untersuchungen auf mehrere Zweige vereinender Industriezweigebene (z. B. Chemieindustrie). Am schwierigsten ist es jedoch, die Rolle der Forschung auf volkswirtschaftlicher Ebene, z. B. aus der Zunahme des Nationaleinkommens zu zeigen. Diesbezüglich findet man die Beschreibungen verschiedener Versuche sowohl in der Fachliteratur des Westens als auch der sozialistischen Länder, doch führten die angewandten Methoden bis jetzt zu keinem eindeutigen Ergebnis. Um innerhalb der Grenzen der Möglichkeiten zu verbleiben, ist es von grundlegender Wichtigkeit, daß die Durchführung der einzelnen Forschungs- und Entwicklungspläne ergebnisvoll und wirtschaftlich sei. Eine wichtige Forderung derartiger Untersuchungen besteht darin, daß an den Forschungsstellen eine auf die wichtigsten Pläne ausgerichtete Organisationsmethode realisiert wird, mit anderen Worten, daß sich einzelne wichtigere Pläne in jedem Zusammenhang unter Anwendung der zu diesem Zweck gruppierten Daten gesondert untersuchen lassen, vom Beginn der Forschungsarbeit bis zur Verwendung der Forschungsergebnisse. Die Effektivität auf Industriezweigs- und volkswirtschaftlicher Ebene der Forschung und Entwicklung — vor allem der Industrieforschung und -entwicklung — kann auch ohne Heranziehung von komplizierten Meßverfahren anhand des Höhenstands, der Wettbewerbsfähigkeit usw. der untersuchten Industriezweige mit annäherender Genauigkeit abgeschätzt werden, die in erster Reihe durch alle Arten von Investitionen in weiterem Sinne (auch die Kosten für die Erwerbung von Patenten mit inbegriffen) bzw. durch Forschung und Entwicklung vorwärtsgebracht werden. Die genannten drei Effektivitätselemente bilden an sich und

auch mit den beiden anderen ein engverknüpftes Kettensystem von folgender Bedeutung bzw. mit folgendem Inhalt:

### **Kettensystem der wissenschaftlichen Effektivität**

Ausbau bzw. Realisierung dieses Effektivitätskettensystems gehören — mit Rücksicht auf die unterschiedlichen Eigenheiten und Forderungen der verschiedenen Wissenschaften — zu den schwersten, daher enthalten sie notwendigerweise eine große Anzahl von allgemeinen Elementen. Trotzdem meine ich, daß sich auch diese allgemeinen Elemente gegebenenfalls nützlich verwenden lassen.

Das Kettensystem hat folgende Hauptteile:

1. Ausbau von Dokumentationsketten und -kanälen zu den Forschern:
2. Erstellung von Informationsketten und -kanälen zu den Forschern.
3. Prüfung der Begründetheit einer konkreten Forschungsaufgabe:
  - Liegt die Aufgabe über der sog. »kritischen Linie« der Forschung? Mit anderen Worten: ist die Zielsetzung von Weltmaßstab oder erreicht sie diesen nicht? In letzterem Falle ist nämlich vielmehr die Übernahme von Patenten und Plankomplexen u. U. die Weiterentwicklung von vorhandenen Ergebnissen ins Auge zu fassen.
  - Ist die Forschungsarbeit im Einklang
    - a) mit den Hauptentwicklungstendenzen der Wissenschaft und Technik,
    - b) mit den Gegebenheiten und Möglichkeiten der Volkswirtschaft des Landes?
  - Können die erforderlichen geistigen und materiellen Kraftquellen, Instrumente, Materialien usw., ferner die etwaigen Devisen, usw. zur Verfügung gestellt werden?
4. Ordnung der fachwissenschaftlichen Lenkung und Leitung der Forscher.

Optimale Arbeitsbedingungen für die Forschungsstelle (z. B. Abgrenzung gegeneinander der wissenschaftlichen und der Managementaufgaben oder deren Behaltung in einer Hand). Entwicklung von Arbeitsmethoden für die Forschungsstelle (z. B. Bildung von wissenschaftlichen Kollektiven, von »Denkteams«, Ausgestaltung von sog. »Denktechnologien«, Erfahrungsaustausch über erfolgreiche Forschungen und Forschungsergebnisse usw.). Ordnung der wissenschaftlichen Fortbildung, Erhöhung der »Konvertibilität« der Forscher usw.

5. Vorhersage der wissenschaftlichen Effektivität von nicht produktionsbezweckten (z. B. grundwissenschaftlichen) Forschungen, der Forschungsarbeit vorangehend mit Hilfe von sog. Wirksamkeitsprognosen

und mit sog. Wirksamkeitstests hinsichtlich des Forschungsergebnisses. Wirksamkeitsprognosen prüfen im wesentlichen die Wirksamkeitsaussichten von wichtigeren Forschungsplänen, deren Wirtschaftlichkeit — in der Regel zufolge ihrer grundwissenschaftlichen Natur — nicht geprüft werden kann. Für die Erarbeitung solcher Prognosen erheben sich Fragen folgender Art:

- Klärung sämtlicher Personalvoraussetzungen für die Forschungsarbeit (ob befähigte Forscher vorhanden sind?);
- Klärung der gesamten objektiven Voraussetzungen für die Forschungsarbeit (materielle Mittel, Instrumente, Geräte, Werkstoffe usw.);
- Abschätzung des wahrscheinlichen Zeitbedarfs für die Forschungsarbeit und Abwägung der Folgerungen, die sich daraus ergeben;
- Übersicht über die Organisationsfragen des Forschungsplanes bzw. deren Prüfung;
- fachkundige Abschätzung von Bedeutung und Erfolgsaussichten der Forschungsarbeit, schließlich
- die etwaigen Aussichten bzw. Möglichkeiten der sog. Reifezeit (der gesellschaftlichen Nutzbarmachung) der voraussichtlichen Forschungsergebnisse, ebenfalls durch fachmäßige Schätzung.

Bei Forschungsarbeiten ohne wirtschaftlichen Zweck, vor allem bei grundwissenschaftlichen Forschungen, ist eine Untersuchung der erzielten Forschungsergebnisse — wie allgemein bekannt — kaum möglich. Durch Wirksamkeitstests wird dennoch versucht, das erzielte Ergebnis irgendwie zu bewerten, z. B. durch Klärung folgender oder ähnlicher Fragen:

- Entspricht das erzielte Ergebnis genau dem festgesetzten Planziel?
- Falls es diesem nicht entspricht, kann das Forschungsergebnis im übrigen als nützlich und wertvoll qualifiziert werden?
- Welche Anzahl der Forscher wurde für welche Zeitdauer in Anspruch genommen?
- Welche materiellen Kraftquellen wurden insgesamt aufgewandt, um das Forschungsergebnis zu erhalten?
- Gibt es eine Möglichkeit bzw. eine Vorstellung, das Forschungsergebnis für die Gesellschaft nutzbar zu machen, u. zw. für wen, zu welchem Zweck? Bedarf das erzielte Ergebnis einer weiteren Verfeinerung, oder der Weitergabe für weitere Forschung? Liegt letzterer Fall vor, wann können die Ergebnisse übergeben bzw. für weitere Forschung übernommen werden, u. zw. von welcher Forschungsstelle?
- Läßt sich das Forschungsergebnis gegenwärtig nicht nutzbar machen und ist keine weitere Forschung erforderlich, welche u. U. schon heute abschätzbare Voraussetzungen würden das Ergebnis zur Verwendbarkeit reifen lassen?

- Wie erfolgte die einheimische Auswertung des Forschungsergebnisses? Zu welchem Ergebnis führte die einheimische Wertung? (Wieviel Anklang fand es?)
  - Wurde das Forschungsergebnis auf irgendwelcher internationaler Ebene gewertet und wenn ja, fand es ein Echo?
6. Fachmännische Abschätzung der späteren, wahrscheinlichen wissenschaftlichen oder gesellschaftlichen Nutzung der Forschungsergebnisse mit nichtproduktivem Zweck.

### Kettensystem der Effektivität der Organisation

Während sich die Hauptvoraussetzungen für die wissenschaftliche Effektivität — wegen der unterschiedlichen Anforderungen der verschiedenen Wissenschaften — nur im allgemeinen beschreiben lassen, erfordert die Effektivität der Organisation eine Reihe von miteinander zusammenhängenden, konkreten Tätigkeiten. Während ferner die Anwendung des Kettensystems der wissenschaftlichen Effektivität vor allem zur Wirksamkeitserhöhung der grundwissenschaftlichen Forschungen einen bescheidenen Beitrag leistet, der jedoch nicht vernachlässigt werden darf, erfolgt der Ausbau des Kettensystems der Effektivität der Organisation in erster Reihe mit dem Zweck, die Wirksamkeit der angewandten und vor allem der Entwicklungsforschungen zu erhöhen.

Es darf ausgesagt werden, daß in der vergangenen Zeit ein Hauptgrund des Ausbleibens der Effektivität von angewandten und Entwicklungsforschungen gerade im mangelhaften Ausbau des Kettensystems der Effektivität der Organisation zu suchen war.

Das Kettensystem der Effektivität der Organisation wird in zwei Hauptteile unterteilt:

1. die Entscheidungsvorbereitung,
2. die Gewährleistung der Voraussetzungen für die erforderliche Forschungs- und Entwicklungszusammenarbeit.

#### *zu 1. Vorbereitung der Entscheidung*

Die Vorbereitung der Entscheidung erfolgt in vier Hauptphasen:

- a) Das Entscheidungsmodell, das heißt die Bestimmung der Hauptkriterien für die Entscheidung und die auf dieser Grundlage durchführbaren Untersuchungen zur Vorbereitung der Entscheidung;
- b) Bestimmung der entsprechenden Allokationskategorien der erforderlichen Kraftquellen;
- c) zeitökonomische Untersuchung des Forschungsplanes;
- d) Ausarbeitung von Prognosen.

#### *zu a) Die Entscheidungsmodelle*

Das grundlegende Modell der Entscheidungsvorbereitung setzt sich aus der Bestimmung der Hauptkriterien der Entscheidung und aus der Durchfüh-

rung der auf dieser Grundlage vorgesehenen vorbereitenden Untersuchungen zusammen. Diese Kriterien bzw. die auf dieser Grundlage durchzuführenden Untersuchungen sind wie folgt:

- Nachfrage- und Marktuntersuchung aus den Bedürfnissen und Ansprüchen ausgehend;
- Abschätzung der technologischen Entwicklung des neuen Erzeugnisses, Produkts usw. anhand der Ermittlung der wichtigeren Entwicklungstendenzen der Wissenschaft und Technik;
- Unter Berücksichtigung des Weltniveaus, Vergleich der technisch-wirtschaftlichen Parameter des Produkts mit dem Höchststand in aller Welt;
- Aus der Veranschlagung der vorhandenen geistigen Kraftquellen ausgehend, Zuordnung von Forschern mit speziellen Fachkenntnissen zur konkreten Aufgabe;
- Anhand der Prüfung der materiell-technischen Versorgung, Gewährleistung der materiell-technischen Versorgung für die konkrete Planaufgabe;
- Aus der Ermittlung der Effektivitätsdaten ausgehend, Durchführung der Effektivitätsberechnungen für die untersuchte, konkrete Planaufgabe.

Die angeführten Entscheidungskriterien und die auf deren Grundlage durchzuführenden Untersuchungen zur Vorbereitung der Entscheidung allein genügen schon um die Inangriffnahme einer Reihe von Forschungsarbeiten zu verhindern, die keine Wirksamkeit versprechen.

zu b) *Bestimmung der entsprechenden Allokationskategorien der erforderlichen Kraftquellen*

Damit bei der Verteilung der Kraftquellen zweckmäßige Entscheidungen gebracht werden, sind die grundlegenden Zielsetzungen bzw. Kategorien der Forschungsarbeiten, die der Kraftquellen bedürfen, zu berücksichtigen, da der Kraftquellenbedarf der verschiedenen Kategorien je nach der Zielsetzung sehr unterschiedlich ist.

So haben z. B. die nachstehenden Kategorien einen unterschiedlichen Kraftquellenbedarf:

Wettbewerbsfähigkeit im Weltmaßstab anstrebende grundwissenschaftliche Forschungen.

Vor dem Beginn derartiger Forschungsarbeiten ist unter Berücksichtigung sämtlicher Gegebenheiten und Möglichkeiten der Forschung eine Entscheidung über die Bestimmung des Wissenszweiges zu treffen, wo z. B. die Wettbewerbsfähigkeit im Weltmaßstab möglich und notwendig ist. Es ist weiterhin über den optimalen Bedarf an geistigen und materiellen Kraftquellen aufwendungen der ausgewählten Forschungsaufgaben eine Entscheidung zu fällen. Wird den vielversprechendsten Aufgaben »Kredit gewährt«, läßt sich mit der größten Sicherheit ein Erfolg erwarten. Schließlich ist über die geeignete Forschungskonzentration bzw. über die Behebung der verschiedenen Überschneidungen zu entscheiden.

Entwicklungsforschungen, die im Weltmaßstab Wettbewerbsfähigkeit anstreben.

Die Aufgaben der angewandten bzw. Entwicklungsforschungen, bei denen eine Wettbewerbsfähigkeit im Weltmaßstab angestrebt wird, werden durch die volkswirtschaftlichen Zielsetzungen sowie die Gegebenheiten und Möglichkeiten des Landes bestimmt. Die Erfahrungen zeigen, daß in größerem Maße als bisher Patente, Plandokumentationen usw. zu kaufen sind, wo das wirtschaftlicher als die Forschung oder Entwicklung erscheint. Wo das jedoch unmöglich oder unwirtschaftlich ist, dort müssen die volkswirtschaftlichen Bedürfnisse durch eigene Mittel oder in wissenschaftlicher Zusammenarbeit mit den sozialistischen Ländern von uns selbst befriedigt werden.

Forschungen, bei denen keine Wettbewerbsfähigkeit im Weltmaßstab angestrebt wird, die jedoch für die Volkswirtschaft unentbehrlich sind, z. B. Adaptierungs- oder sogenannte »Nachlauf«-Forschungen.

Die Bedeutung auch dieser Aufgabe darf nicht unterschätzt werden, zumal von den eigenen Forschungs- und Entwicklungsabteilungen einzelner industrieller Großbetriebe diese bescheideneren, jedoch für die Volkswirtschaft notwendiger, einheimischen Forschungs- bzw. Entwicklungsaufgaben oft nicht mit dem erforderlichen Sachverständnis bewältigt werden.

Forschungen zur Wahrung des wissenschaftlichen Niveaus oder für die allgemeine Kultur der Forschungsstelle.

Wegen der Beschränktheit der Aufwendungen von geistigen und materiellen Kraftquellen ist es offenbar unmöglich, alle Wissenszweige in gleichem Maße zu entwickeln. Es ist jedoch unbedingt notwendig, daß alle in verschiedenen Bereichen der Wissenschaften tätigen Wissenschaftler mit den neuesten Ergebnissen auf ihrem Fachgebiet Schritt halten können, und die dazu erforderlichen Kenntnisse — nach Bedarf — durch Dokumentation oder durch Forschungen, die sich mit bescheideneren Mitteln durchführen lassen, erwerben.

Derartige Dokumentation oder Forschungen sind bei allen Forschungsstellen notwendig, wo die Konzentration der geistigen und materiellen Kraftquellen keine Forschungstätigkeit bzw. keine dafür erforderlichen Allokationen gestattet.

#### zu c) *Die Untersuchung der endgültigen Zeitökonomie der Pläne*

Die Untersuchung der Zeitökonomie der Forschungspläne ist deshalb von Belang, um zu klären, wie der Wert des gelieferten Forschungsergebnisses durch die Ausführung der Forschungsarbeit bzw. durch den schätzungsmäßigen Zeitpunkt der Lieferung des Forschungsergebnisses beeinflusst wird?

#### zu d) *Ausarbeitung von Prognosen*

Für eine erhöhte Wirksamkeit der Forschungsplanung ist die Ausarbeitung der Methodologie der Prognosensysteme, die als Grundlage für die Forschungsorganisation dienen, unumgänglich notwendig.



In bezug auf die Forschungsorganisation lassen sich die Untersuchungen im folgenden zusammenfassen:

— Einer der wichtigsten bestimmenden Faktoren des Wertes einer jeden Prognose ist ihr Informationsgehalt. Stehen die hinreichenden und notwendigen Informationen nicht zur Verfügung, läßt sich keine gute Prognose erstellen.

— Die voraussichtliche Veränderung, Entwicklung auf je einem bestimmten Gebiet soll erst mit Hilfe von Teilprognosen untersucht werden.

— Teilprognosen liefern notwendigerweise nur eine unvollständige Orientierung, doch baut sich die prognostische Tätigkeit aus diesen auf.

Den Ausgang bilden die hauptsächlichlichen Forschungsprognosen des untersuchten Gebiets.

Mit den Forschungsprognosen zusammen wird die Entwicklungsprognose der untersuchten Wissenschaft ausgearbeitet. Diese hängt mit der sog. Weltmaßstabprognose zusammen. (Unterhalb des Weltniveaus ist es nämlich zweckmäßiger -- statt Forschungen zu unternehmen -- Patente, know-hows usw. zu erwerben.) Für die Ergebnisse der voraussichtlichen wissenschaftlichen Entwicklung sollen -- womöglich -- die Prognosen über die technisch-technologische Entwicklung und Anwendung erarbeitet werden. Schließlich sind Möglichkeit und Bedeutung der Feststellungen in früheren Prognosen auch durch verschiedene ökonomische Bewertungs- bzw. Kontrollprognosen abzuwägen.

Für das aus den vier Arten von Teilprognosen bestimmte Gebiet läßt sich ein zusammenhängendes, komplexes Prognosensystem für Wissenschaft und Produktion ausarbeiten.

Die schwierigste und zugleich wichtigste Aufgabe der Prognose besteht in der Vorhersage der Wendepunkte, der grundlegenden Veränderungen der untersuchten, voraussichtlichen Entwicklung. Je mehr sich der Prognoseninhalt von der Gegenwart entfernt und sich der voraussichtlichen, fernen Zukunft zuwendet, oder je geringer die Zahl der zuverlässigen Daten ist -- kein seltener Fall bei der Forschungsplanung --, umso mehr nehmen in der Vorhersage die qualitativen Elemente zu.

Es stellt sich die Frage, welche bekannte prognostische Methode oder Methoden für die Ausarbeitung von Prognosensystemen mit der obigen Struktur geeignet seien. Es ist zu entscheiden, ob die qualitative Analyse (wie z. B. die Delphi-Methode, fachmännische Abschätzungen, Konfrontation von Interviews, morphologische Forschung, Verfassen von Drehbücher usw.) oder quantitative Methoden (z. B. Entscheidungsmatrizen, Zielbaum, Operationsforschung usw.) oder die Verwendung beider zweckdienlicher sei.

Von den ausgedehnten wissenschaftlichen Meinungsforschungen oder mathematischen Methoden, die sich z. B. zur Aufstellung von Prognosen verwenden lassen, ist grundsätzlich jene besser, die eine bessere Verarbeitung des Informationsmaterials ermöglicht. Es ist in der Regel unzweckmäßig, in

seiner Hauptmasse qualitatives Datenmaterial zu quantifizieren. (Die Zuverlässigkeit der Prognose wird erhöht, wenn mehrere, für die Untersuchung des vorgegebenen Prognosenziels geeignete Methoden zu annähernd gleichen Ergebnissen führen.) Es unterliegt hingegen keinem Zweifel, daß dort, wo hinreichende und notwendige Daten zur Verfügung stehen, und Vorhersagen für größere, nicht leicht überblickbare Pläne zu machen sind, die Genauigkeit der quantitativen (mathematischen) Methoden zweckentsprechend ist. Die Untersuchung eines Teils der Forschungsstellen, wo man keine Großpläne erarbeitete, zeigte jedoch — was auch zum Teil aus der Natur der Forschungsarbeit herrührt. — daß eine Reihe von wichtigsten Daten nicht genug genau ist. In Anbetracht dieses Umstands ist es nützlicher, an solchen Stellen — und es gibt noch eine Anzahl derartiger Forschungsstellen — eine qualitative Analyse zu unternehmen, die es hinsichtlich der Genauigkeit selbstverständlich nicht mit den Ergebnissen der mathematischen Methoden aufnehmen kann, jedoch auch mit ihren einfacheren Mitteln bedeutend zur Wirksamkeitserhöhung der Forschungsarbeit beitragen kann. Auch darf man nicht vergessen, daß das Grundmaterial aller sog. »Denktechnologien«, (wie morphologische Forschung, Verfassung von Drehbüchern, Zielbäume usw.), das nach verschiedenen geeigneten Methoden verarbeitet wird, die Fachabschätzung sei, für deren Objektivierung zwar Methoden zur Verfügung stehen, deren Objektivität jedoch nicht immer eindeutig ist. Es kann also vorkommen, daß mit den exaktesten Methoden überhaupt nicht exakte Informationen verarbeitet werden, wo die Zuverlässigkeit der Methode täuschend hinsichtlich der Zuverlässigkeit der verarbeiteten Informationen sein kann. Die beste Methode ist also immer die, die dazu beiträgt, das zuverlässigste Ergebnis zu liefern.

*zu 2. Gewährleistung der verschiedenen Voraussetzungen für das erforderliche Zusammenwirken*

Ein Grund für die große Anzahl von Überschneidungen, Verspätungen und hauptsächlich von nicht verwerteten Forschungsergebnissen liegt im Mangel an der notwendigen organisierten Zusammenarbeit, sowohl auf wissenschaftlichem als auch auf wirtschaftlichem Gebiet bzw. hinsichtlich der Finanzierung, der materiellen Interessiertheit, in der Rechnungsführung, mit anderen Worten: der mangelhafte Ausbau des Kettensystems der Effektivität der Organisation.

a) An erster Stelle ist die Notwendigkeit der sog. Forschungsketten zu nennen, die eine Zusammenarbeit zwischen mehreren Forschungsstellen darstellen, um das Problem rascher oder besser zu lösen, sowie eine aufeinander abgestimmte, gemeinsame Tätigkeit der Verantwortlichen für Forschung und Anwendung, bei der Anwendung des Forschungsergebnisses zu gewährleisten. Letzteres ist hauptsächlich für Forschungsarbeiten mit produktivem Zweck erforderlich.

b) Eine weitere Voraussetzung für die Forschungsorganisation ist der Ausbau der Finanzierungskette, um die Forschungsarbeiten mit produktivem Zweck von der Forschung bis zur Anwendung zu unterstützen,

c) Auch die Kette der materiellen Anspornung zu Forschungsarbeiten mit produktivem Zweck muß von der Forschung bis zur Anwendung einheitlich sein (also darf allein die Forschungstätigkeit, vor der Anwendung der Ergebnisse, nicht belohnt werden).

d) Die Forderungen unter a) bis c) lassen sich lediglich im Falle des Ausbaues einer einheitlichen Verrechnungskette erfüllen, wo die Kosten z. B. für Forschung, Entwicklung, Planung, Erzeugung (Anwendung) nicht getrennt angeführt sind. In diesem Falle ist nämlich der Vergleich der Gesamtaufwendung mit dem wirtschaftlichen Wert des erzielten Ergebnisses möglich — wie das bei Forschungsarbeiten mit produktivem Zweck in der Vergangenheit nicht immer der Fall war.

### Das Kettensystem der wirtschaftlichen Effektivität

Die Hauptelemente der Kette der wirtschaftlichen Effektivität, die — wie bereits darauf hingewiesen wurde — in engem Zusammenhang und in Wechselwirkung mit der Effektivitätskette der Organisation steht, sind:

1. Vergleichende Wirtschaftlichkeitsberechnung (als Ersatz für die Forschungsarbeit, z. B. Ankauf von Patenten oder Plankomplexen usw.), anstelle von Forschungen.

2. Bei Forschungen mit produktivem Zweck, die vorherige Auswertung der Forschungspläne nach der Methode der wirtschaftlichen Prüfungskette. Das Wesen dieser Methode besteht darin, daß an die Stelle der sehr häufig vorkommenden sog. »Wirtschaftlichkeitsberechnung« — die das Verhältnis Ergebnis/Aufwendung abwägt, ohne eine Reihe von weiteren Einflußfaktoren, die die Wirtschaftlichkeit entscheidend erhöhen oder vermindern, zu berücksichtigen —, eine Prüfungskette tritt, die die Forschungsergebnisse von einem viel breiteren Aspekt aus analysiert. Die Hauptteile dieser Kette sind: eine auf das zur Aufgabe gemachte Forschungsergebnis bezogene prognostische Analyse der Gestaltung der inländische Nachfrage, der Nachfrage auf Export, des Ergebnisses der Wirtschaftlichkeitsberechnung (Vergleich von Ergebnis/Aufwendung), des voraussichtlichen technischen Erfolgs sowie der Hoffnung auf wirtschaftlichen Erfolg, die Prüfung der technologischen Möglichkeiten der Anwendung des Forschungsergebnisses, schließlich der Empfindlichkeit sämtlicher vorkommender Daten. Nach dieser Methode lassen sich für die Bestimmung des Verhältnisses Aufwand/Ergebnis die für die Wirtschaftlichkeit des erwarteten Ergebnisses entscheidenden, wichtigsten Gesichtspunkte vergleichen. Gegebenenfalls können sie — nach Bedarf — noch ausgedehnt werden.

3. Wertung des Ergebnisses einer Forschung mit produktivem Zweck nach der rekursiven Methode der Ergebnisverwendung.

Wird für die Erzeugung des Forschungsergebnisses die Entstehung einer Forschungskette vorausgesetzt, so besteht einer ihrer möglichen Zwecke darin,

von der grundwissenschaftlichen Zweckforschung an, über industrielle Forschung und Entwicklung das Zustandekommen des Endergebnisses (z. B. eines neuen Erzeugnisses, einer neuen Technologie) zu unterstützen.

Die Auswertung der Arbeit des Forschungsinstituts erfolgt zweckmäßig nach der rekursiven Methode, vom Verwender (Abnehmer) ausgehend zurück zur dienstleistenden Forschungsstätte.

Unter der rekursiven Methode zur Kontrolle der Forschungsergebnisse (oder Teilergebnisse) ist also die Realisierung einer laufenden Überprüfung zu verstehen, wo das gute oder unbefriedigende Zusammenwirken der ineinander greifenden Kettenglieder der Wirksamkeitskette der Forschung und Entwicklung durch eine zurückgehende Ermittlung ausgewertet wird. Der Wirkungsgrad der Tätigkeit einer bestimmten Forschungsstelle läßt sich also bewerten, indem ihre Gesamtaufwendungen, vom nächsten Kettenglied der Wirkungskette (mitarbeitende andere Forschungsstelle oder das Forschungsergebnis anwendender Betrieb) ausgehend, am Ergebnis abgemessen werden. Auswertungsziel: von wem wurde wem, was, warum übergehen bzw. übernommen und mit welchem Ergebnis? Die Forschungsstelle wird also nicht darüber befragt, was sie vollbracht hat, sondern wem sie ihre Schöpfung übergeben hat. Damit, daß man das übermittelte Ergebnis vor allem beim Übernehmer prüft, wird die Arbeit des Forschungsinstituts gleichsam »zurückgehend« ausgewertet.

Die vorstehenden Ausführungen zusammengefaßt, kann im allgemeinen von keiner Analyse (u. U. Messung) der Effektivität der Forschung und Entwicklung gesprochen werden, da die Möglichkeiten bzw. Grenzen wegen der Verschiedenheit der Forschungsarbeiten (z. B. bei der Prüfung von grundwissenschaftlichen, angewandten oder Entwicklungsforschungen) unterschiedlich sind. Die größten Möglichkeiten bestehen bei der Analyse von produktionsbezweckten Entwicklungsforschungen, die geringste (bzw. u. U. gar keine) Möglichkeit zur Wirksamkeitsprüfung gibt es im Falle der grundwissenschaftlichen Forschungen (vor allem von Forschungen mit dem Ziel des Entdeckens).

Es steht also außer Frage, daß auf gewissen Ebenen, z. B. auf volkswirtschaftlicher Ebene, und in bezug auf einzelne Forschungsarbeiten (wie ein Teil der grundwissenschaftlichen Forschungen), keine exakten Meßverfahren für die Wirksamkeitsprüfung der Forschungsarbeiten zur Verfügung stehen. Durch diese Tatsachen darf jedoch die sehr beachtenswerte Möglichkeit nicht verschleiert werden, die sich auf Forschungsstellenebene — dieser Ebene von entscheidender Wichtigkeit — sowohl zur Prüfung bzw. Erhöhung der Effektivität von Forschungen mit produktivem Zweck als auch für die Abschätzung der Erfolgsaussichten von Forschungen ohne produktiven Zweck bzw. zu deren Förderung bietet.

† Prof. Dr. János KLÁR, Budapest, XI., Múegyetem rkp. 3, Ungarn