

# DIE PROGNOSTIZIERUNG IN DER INDUSTRIE UND EINIGE IHRER ÖKONOMISCHEN ASPEKTE

Von

J. KLÁR

Technische Universität Budapest

(Eingegangen am 23. April, 1970)

In den hier folgenden Ausführungen sollen zwei wichtige Teilgebiete der Prognostizierung in der Industrie *vom ökonomischen und vom Gesichtspunkt der Produktion* aus behandelt werden, u. zw. als erste Annäherung der Prognoseerstellung deren allgemeine Vorbedingungen (Teil I) und sodann die Möglichkeiten und Methoden der Erstellung von Prognosen über die Fortentwicklung bereits gehandhabter Technologien bzw. über die Planung neuer technologischer Zielsetzungen (Teil II).

## I.

Die Prognostizierung in der Industrie verfolgt das Ziel, Informationen über die Fragen der technischen Fortentwicklung, der Fertigung und Produktion sowie über deren wirtschaftliche Aspekte im untersuchten Industriezweig oder Betrieb zu sammeln, zu sichten, zu verarbeiten, an die zuständigen Stellen weiterzuleiten und schließlich aus ihnen die Nutzenanwendung zu ziehen. Bei der Erstellung von Prognosen für die Industrie zur Vorbereitung der Produktionsplanung muß *in erster Annäherung* das von zwei verschiedenen Vorbedingungen abhängige *Problem der strategischen Entscheidung* gelöst werden.

*Die eine* dieser Vorbedingung ist die Bestimmung der objektiven Entwicklungstendenzen (wie z. B. gesellschaftliche Bedürfnisse, Entwicklungstendenzenstand von Wissenschaft und Technik, ökonomische Gesichtspunkte und anderweitige Bedürfnisse), *die andere* hingegen die Abstimmung der eigenen Möglichkeiten des Industriezweiges bzw. Betriebes auf diese objektiven Tendenzen.

Für den Industriezweig bzw. den Betrieb bildet die strategische Entscheidung einen Teil der Perspektivplanung und Leitungskonzeption, die den Blick von der Gegenwartslage aus bereits auf die künftigen Ziele richten. Diese Ziele müssen aufgrund sorgfältiger Analysen sämtlicher Informationen über die augenblickliche Lage und die künftige Entwicklung festgelegt und pro-

gnostiziert werden. Die Lösung der erwähnten Entscheidungsprobleme des Industriezweiges bzw. Betriebes muß sich an den Zielsetzungen der volkswirtschaftlichen Planung orientieren und diesen anpassen.

Das *Entscheidungsfeld* umfaßt all jene wesentlichen Fragen und Probleme, die die Leitung des Betriebes oder Industriezweiges zu gegebener Zeit zu beachten hat.

Entsprechend fallen in das Entscheidungsfeld folgende Informationen:

— die Zielsetzungen der Wirtschaftslenkung, soweit sie den Betrieb bzw. Industriezweig berühren.

— die Analyse der Nutzungsmöglichkeiten, die den Leitern des Betriebes oder Industriezweiges im Rahmen ihrer Kompetenz offen stehen,

— die Sammlung aller sonstigen Informationen, die sich für die weiteren Entscheidungen bzw. für die Festlegung der perspektivischen Ziele noch als nötig erweisen könnten.

Obwohl die Erstellung der Betriebs- bzw. der Industriezweigprognose in erster Linie Aufgabe des interessierten Betriebes bzw. Industriezweiges ist, vermag er diese — wie aus obigem ersichtlich — allein nicht zu bewältigen. Die Erstellung einer guten Prognose ist nur aufgrund sämtlicher der zentralen Wirtschaftslenkung und dem Industriezweig bzw. dem Betrieb zur Verfügung stehenden Informationen sowie aufgrund der Konfrontation und Koordinierung dieser beiden Informationsgruppen möglich.

Die *prognostizierende Tätigkeit* des Industriezweiges bzw. Betriebes hat nach folgenden wichtigeren Gesichtspunkten vorzugehen:

— Erstellung der Teilprognosen über Bedarf und Bedürfnisse mit dem Blick auf mögliche Konzentrationen bzw. auch auf eine mögliche Spezialisierung,

— Sammlung, Analyse und Verarbeitung aller heuristischen Informationen, soweit sie die geplante Produktion und Entwicklung berühren, sowie die Beurteilung ihrer voraussichtlichen Auswirkungen auf die Erzeugnisse, die herausgebracht werden sollen (ihre Wettbewerbsfähigkeit, gemessen am technischen Höchststand, ihr voraussichtlicher moralischer Verschleiß, die voraussichtliche Zirkulationsdauer usw.),

— Ausarbeitung der Teilprognosen über die Erzeugnisse bzw. Erzeugnisgruppen, die der Betrieb bzw. Industriezweig neu herzustellen beabsichtigt, einschließlich der Voraussagen über die geeigneten Technologien,

— Erstellung der Teilprognosenvarianten für die optimale Nutzung der geistigen und materiellen Ressourcen, die zur Realisierung der angestrebten Ziele erforderlich sind.

Erstellung der komplexen Prognosen für die eigene perspektivische Industriezweig- bzw. Betriebskonzeption unter Berücksichtigung der Zielsetzung der Wirtschaftspolitik und der bestehenden bzw. der erforderlichen Verknüpfungen mit anderen Zweigen.

Die Erstellung von Industriezweig- bzw. Betriebsprognosen hat sich in der Regel mit äußerst verwickelten und überaus komplexen Systemen auseinanderzusetzen, die sich aus vielen, zum Teil kaum quantifizierbaren Faktoren und deren Wechselwirkungen zusammensetzen. Aus diesem Grund stößt die Aufzählung und Verarbeitung aller Faktoren, die die Voraussage beeinflussen, bei der Erstellung der Teilprognosen nicht selten auf Schwierigkeiten. Bei einem Großteil der Fälle ist somit auch die Erstellung von komplexen Prognosen, bei denen es sich um die einfache Sammlung aller im Prinzip denkbarer Teilprognosen handelt, nicht möglich. Die Zahl der Prognosen muß derart beschränkt werden, daß die aus ihnen ableitbare Strategie der Effektivität der in Frage kommenden Entwicklungsmöglichkeiten des untersuchten Systems (z. B. des Betriebes) maximal zugute kommt. Die Beschränkung kann aber nicht so weit gehen, daß auch nur einer der entscheidenden Faktoren unberücksichtigt bleibt, doch kann der Sammlung und Verarbeitung der Informationen auch die wirtschaftliche Effektivität ihrer Nutzung eine Grenze setzen. *Bei der Erstellung der komplexen Prognose für das ganze System, hängt die Zahl der Teilprognosen für den untersuchten Industriezweig bzw. Betrieb ab: vom Zweck der Prognose, von der Eigenheit des untersuchten ökonomischen Vorganges, vom Zeitraum, auf den sich die Prognose bezieht, und schließlich von den verschiedenen relevanten Verflechtungen des untersuchten Zweiges bzw. Betriebes mit anderen Zweigen oder Betrieben. Je größer der Bereich, auf den sich die komplexe Prognose bezieht, um so geringer ist ihre Exaktheit. Und ebenso: je zentrierter der Gegenstand der Prognose ist, um so wahrscheinlicher wächst die Exaktheit und damit die wirtschaftliche Effektivität der Voraussage.*

Der Umfang des Gegenstandes einer Prognose kann jedoch nicht nach Belieben und willkürlich eingengt werden. Die komplexe Prognose des Betriebes (Industriezweiges) muß jene der sog. endogenen und exogenen Prognosefaktoren auswählen, die zur geeigneten Orientierung nötig sind.

Als *endogenen* Prognosefaktoren kommen beispielsweise in Frage:

- Produktensortiment und Produktionsvolumen.
- Qualität der Erzeugnisse.
- Fertigungsverfahren.
- Fertigungsorganisation.
- erforderliche Eigenforschung bzw. — Entwicklung
- Produktionskapazitäten.
- erforderliche Investitionen.
- Selbstkosten, Preise, usw.

Die wichtigsten unter den *exogenen* Prognosefaktoren sind folgende:

- die wichtigsten der den Betrieb tangierenden Entwicklungstendenzen in Wissenschaft und Technik.

- der Entwicklungsstand der für die Produktion benötigten Maschinen, Instrumente und Geräte, Zubehörteile und Technologien.
- Verfügbarkeit und Qualität der nötigen Rohstoffe,
- Stand und voraussichtliche dynamische Änderungen im Weltniveau, soweit es hinsichtlich der wichtigeren unter den geplanten Erzeugnissen berücksichtigt werden muß,
- augenblickliche Lage und perspektivische Gestaltung des Arbeitskräftebestandes,
- Bedarf, Nachfrage im Inland,  
Exportmöglichkeiten, Importbedarf,
- perspektivisch zu erwartende Entwicklung des internationalen Preis- und Lohnniveaus, u. a. m.

Die Prognoseerstellung im Sinne der obigen Ausführungen ist in den höchstentwickelten Industriestaaten bereits zu einer Angelegenheit der täglichen Praxis geworden. Bei einigen Großbetriebe aber ist es noch nicht so weit. Diese Arbeiten erfordern Zeit und Kosten, weshalb ihre Notwendigkeit, ihr Umfang, ihre Tiefe und die bestentsprechenden Methoden usw. in jedem Fall den Gegenstand sorgfältiger Erwägungen bilden müssen. Wo immer jedoch und in welchem Umfang sie zur neuzeitlichen Entwicklung des Betriebes und zu dessen wirtschaftlicher Erstarkung erforderlich erscheinen, dürfen sie bei sorgfältiger Abwägung ihrer ökonomischen Effektivität keineswegs versäumt werden.

## II.

### Prognosen über Technologien

Die Notwendigkeit, verschiedene Prognosen über Technologien zu erstellen findet ihre Begründung in der fortschreitenden Entfaltung der wissenschaftlich-technischen Revolution. Eine der alltäglichen Erscheinungen unserer Zeit, der ständige Wechsel, die ständige Änderung und die ununterbrochene Entwicklung in den Technologien ist die Folge der Beschleunigung des Fortschritts in der Wissenschaft und noch mehr des Fortschritts der Technik. Einzelne Technologien können sich aus grundlegenden, relativ lange Zeit anwendbaren, gewissermaßen prinzipiellen und aus rasch veränderlichen Elementen zusammen. *Die Entwicklung der Technologien ist nicht nur ein technisches, es ist auch ein ökonomisches Problem*, sind doch die aus veralteten Technologien hervorgehenden Erzeugnisse in der Regel nicht wettbewerbsfähig. Da aber die Umstellung auf neue Technologien Zeit, Wissen und Erfahrung benötigt, erfordert sie, wenn die Produktionsprozesse auf dem Weltniveau gehalten werden sollen, vorweg die Fortentwicklung der bereits in Anwendung stehenden oder die Erarbeitung neuer Technologien, ferner das Studium so-

wohl der technischen als auch der wirtschaftlichen Möglichkeiten hierzu, mit einem Wort die Prognostizierung.

Als Gegenstände von Prognosen über die technologische Entwicklung können in Frage kommen:

- die voraussichtliche Dauer der Entwicklung und Ausarbeitung neuer Technologien,

- die voraussichtlichen Kosten dieser Entwicklung,

- die Kosten der Einführung einer geplanten neuen Technologie.

Die erste wissenschaftliche Entdeckung auf dem Gebiet der Rundfunktechnik wurde 1840 gemacht, doch erst 1920 waren die grundlegenden Voraussetzungen für Programmsendungen im heutigen Sinne geschaffen. Seither hat sich freilich die Überleitung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die industrielle Nutzung wesentlich beschleunigt.

Sowohl die Fortentwicklung bestehender als auch die Ausarbeitung neuer Technologien muß sich auf systematische Forschungs- bzw. Entwicklungsarbeit bzw. auf die Übernahme oder Adaptierung bereits erzielter Resultate stützen. Eine der heute bereits allgemein akzeptierten Arten, diese Arbeiten zum Erfolg zu führen, besteht in der Vorausbewertung, der Prognostizierung der Forschungs- und Entwicklungspläne.

*Die Erstellung von Prognosen mit dem Ziel der Fortentwicklung von Technologien* ist relativ einfacher, weil

- sie sich auf übersehbare, exakter erfaßbare Zeiträume beziehen, weil

- sie von vorhandenen Gegebenheiten und Möglichkeiten ausgehen und Vervollkommnung anstreben, deren Aussichten in der Regel real beurteilt werden können, weil sie ferner

- nach Möglichkeiten der Anwendung bereits vorhandener wissenschaftlicher Erkenntnisse suchen, und weil sie schließlich

- zur Erreichung der gesteckten Ziele von gegebenen technischen Potentialen ausgehen, wobei auch die wichtigeren technischen und ökonomischen Parameter der Kapazitätsausweitungen gesichert erscheinen.

*Voraussagen über die Aussichten neuer technologischer Zielsetzungen* stoßen demgegenüber auf weit größere Schwierigkeiten. Freilich ändert dies nichts an der Notwendigkeit, auch derartige Prognosen zu erstellen, doch ist deren Voraussagen *eine andere Bedeutung bezumessen*, abgesehen davon, daß sie sich in der Regel *auch anderer Methoden bedienen werden*, als die Prognosen über die Fortentwicklung vorhandener Technologien. Zur Erstellung von Prognosen über die Aussichten neuer Technologien bedarf es eventuell einer Reihe von volkswirtschaftlichen Untersuchungen und von Analysen des Weltmarktes, der heimischen Industriestruktur, des Weltniveaus, des Gesundheitsschutzes etc. oder auch der Klärung von Gesichtspunkten der Landesverteidigung usw. Ohne Klarheit über diese oder ähnliche Gesichtspunkte wird sich

eine Prognose über die Einführung neuer Technologien schwerlich mit Zielsetzungen etwa folgender Art befassen können:

Erschließung von volkswirtschaftlich besonders nachteiligen Mängeln, der sog. »technologischen Lücken«.

— Bestimmung von Arbeiten, die Grundlagenforschung erfordern, oder beispielsweise Erwerb von Lizenzen,

— Einschätzungen über die Notwendigkeit, Möglichkeit, Bedeutung, ökonomische und anderweitige Effektivität experimenteller Arbeiten, über deren Kosten und voraussichtlichen Erfolg,

— Abgabe eines Urteiles darüber, welchen technologischen Apparat die Anwendung der voraussichtlichen Forschungsergebnisse erfordert sowie die Beurteilung des nötigen Zeitaufwandes.

Wie schon aus diesen wenigen Vorbedingungen ersichtlich, können sich die Prognosen über neue technologische Ziele auf eine weit geringere Zahl weit weniger exakter Unterlagen stützen als jene, die lediglich die Aussichten für Fortentwicklungen zum Gegenstand haben.

Der Unterschied zwischen den beiden Arten von technologischen Prognosen gleicht in etwa demjenigen, der zwischen den Prognosen über Pläne für die Grundlagenforschung auf der einen und denjenigen über die Aussichten von Entwicklungsforschungen auf der anderen Seite besteht. Heute ist es kaum noch strittig, daß man über die Aussichten von Plänen für wichtigere gezielte Grundlagenforschungen ebenso zweckmäßig ist Prognosen zu erstellen wie über diejenigen von Entwicklungsforschungen. Während aber — der Natur der zweierlei Forschungen entsprechend — an die Prognosen über Grundlagenforschungen die *Minimalforderung* gestellt werden muß, daß sie sämtliche notwendigen und hinreichenden Bedingungen der Forschung (wie z. B. das Vorhandensein von Ressourcen, die voraussichtliche Gestaltung und die Folgen des Zeitfaktors usw.), d. h. das voraussichtliche Gelingen der Forschung im voraus klären, besteht die *Maximalforderung* an die Prognosen über Entwicklungsforschung darin, daß sie Voraussagen über die voraussichtliche Wirksamkeit (die notwendigen und hinreichenden Bedingungen) sowie über die ökonomischen Kennwerte der Forschung zu liefern haben. Eine wichtige Voraussetzung für die Brauchbarkeit derartiger langfristiger Prognosen besteht darin, daß sich ihre wesentlichen Feststellungen »rückkoppeln« lassen, so daß sie eine Neubewertung zwischenzeitlicher wesentlicher Änderungen gestatten. Unter unseren Verhältnissen erfordern Entscheidungen über die Einführung forschungsabhängiger neuer Technologien — angesichts der Knappheit an Forschungsmitteln und Ressourcen — überaus sorgfältige Erwägungen.

Auch die höchstentwickelten kapitalistischen Länder sind zu der Erkenntnis gelangt, daß es für sie auch auf dem Gebiet der Technologie fundamentale nationale Ziele gibt, die der Verwirklichung harren und die die Entwicklung des ganzen Landes oder sein Wirtschaftswachstum bestimmen. Ob

und inwieweit diese Ziele realisiert werden können, analysieren sie mit Hilfe überaus aufwendiger, häufig verwickelter Prognosen. Diese Art der Prognosen nennt JANTSCH in seinem bekannten Buch »normative technologische Prognosen«, wobei er — unter kapitalistischen Verhältnissen — die Festlegung derartiger technologischer Ziele bzw. deren Prognostizierung in zwei Fällen für möglich hält:

— wenn alle nötigen Voraussetzungen für die Verwirklichung von Ziel, Gegenstand und Aufgaben der Prognose gesichert werden können und wenn sich zur Realisierung dieser Ziele der »gesellschaftliche Konsens« herstellen läßt, und

— wenn die Zahl der zur Wahl stehenden perspektivischen, die Gesamtwirtschaft des Landes umstrukturierenden Ziele oder Aufgaben die Zahl derjenigen übersteigt, für die staatliche Ressourcen bereitgestellt werden können, in diesem Fall wird die »normative technologische Prognose« zu einer Optimierungsaufgabe, d. h. zu einer Wahl zwischen mehreren möglichen Varianten.

In der sozialistischen Wirtschaft ist die Erstellung derartiger die Entwicklung und Struktur der gesamten Volkswirtschaft tangierender, auf bisher unbekanntem, neuen Forschungsergebnissen beruhender, sog. »normativer technologischer Prognosen« im Hinblick auf die grundlegend verschiedene Wirtschafts- und Planungsordnung *prinzipiell einfacher*, gibt es doch in der sozialistischen Wirtschaft — um nur einen der vielen wichtigen Gründe anzuführen — keine miteinander rivalisierende, von gegensätzlichen Interessen getragene, die Meinungsbildung der Staatsmacht permanent beeinflussende monopolistische Gruppen und auch keine Fürsprecher und Agenten, die für sie eintreten (Lobbyisten, Éressure Groups).

Die gelungene Bestimmung der Ziele — mit einem Teil sind wir noch schuldig geblieben — besagt jedoch noch nicht, daß nun auch die optimalen Wege zu ihrer Realisierung bereits gefunden sind. Diese optimalen Wege müssen aus den verschiedenen möglichen durch Ausarbeitung der geeigneten Varianten aufgrund eingehender Analysen der Erfolgsaussichten, voraussichtlichen Wirksamkeit usw. ausgewählt werden.

\*

*Zur Illustration der Schwierigkeiten des Problems wollen wir hier von der Bestimmung der richtigen Aufwandproportionen für Forschungsarbeiten im Dienste der Einführung neuer Technologien ausgehen. Hierzu müssen folgende Entscheidungen getroffen werden:*

Bestimmung des Aufwandes für die zweckmäßig im Inland durchzuführenden gezielten Grundlagen bzw. Entwicklungsforschungen.

— Bestimmung des Aufwandes für den Erwerb von Lizenzen und Know-hows bzw. für sog. »Nachfolgeforschungen« (Umarbeitung, Adaptierung be-

reits bekannter Forschungsergebnisse auf die heimischen Verhältnisse und Zielsetzungen).

— Bestimmung des Aufwandes für unsere eigene Forschungs- und Entwicklungskultur auf dem industriellen Sektor (Informationszentren, Publikationen, Heranbildung von Forschern u. dgl. m.).

Die Ermittlung der optimalen Proportionen ist *bisher* noch nicht überall gelungen, trotzdem vielversprechende Versuche im Gange sind. Die Hauptschwierigkeit ergibt sich aus der Frage, wer diese für die Volkswirtschaft vitalen Zielsetzungen festlegen soll.

Es liegt auf der Hand, daß als zuständige potentielle Beantworter der Frage u. a. auch die hochqualifizierten Vertreter von Wissenschaft und Industrie anzusehen sind, doch sind auch sie Menschen, die in gegebenen Fällen keineswegs frei sind von wissenschaftlicher oder fachlicher Voreingenommenheit, von der Leidenschaft des Forschers oder von verschiedenen individuellen oder Gruppeninteressen. Clemenceau, der französische Ministerpräsident während des ersten Weltkrieges, soll einmal erklärt haben, der Krieg sei eine ernste Sache und könne somit keinesfalls den Militärs anvertraut werden. Ein Werturteil dieser Art findet sich in dem bereits erwähnten Buch von Jantsch auch über die amerikanischen Wissenschaftler, die zur Festlegung der perspektivischen sog. normativen (d. h. die Gesamtstruktur der Industrie des Landes tangierenden) neuen technologischen Ziele zwar als *Ratgeber* (und zeitweilig sogar als überprüfende Experten) hinzugezogen werden, denen man aber in einiger Anlehnung an den Grundsatz Clemenceaus — die effektive Bestimmung der Ziele Keineswegs überläßt.

Wer soll also für die Festlegung der perspektivischen Ziele zuständig sein?

In der sozialistischen Planwirtschaft sind es ohne Zweifel das Parlament als oberstes Machtorgan des Staates bzw. die jeweilige Regierung, die die Verantwortung für die Festlegung der Ziele zu übernehmen haben. Zur Bewältigung der verantwortungsvollen Aufgabe steht ihnen ein Stab bewährter Fachleute zur Verfügung.

Die bisherigen Erfahrung lassen indes fast überall aufschließen, daß der Dialog zwischen den Leitern der Wirtschaft und den potentiellen Fachleuten nicht wirksam genug war. Auf der einen Seite stehen die Wissenschaftler, die ihrer Wissenschaft nicht selten für sich oblagen oder ihre eigenen wissenschaftlichen Ziele verfolgten, auf der anderen Seite hingegen einzelne Leiter der Wirtschaft, die an der Erarbeitung dieser Zielsetzungen auf höchster Ebene getrennt für sich wirkten, ohne daß zur gemeinsamen Realisierung der festgesetzten Ziele, nach scharfer Konfrontation der Meinungen durch objektiv maximale gemeinsame Anstrengungen aller potentiell Interessierten, ein zum Ziel führender Konsens zustande gekommen wäre.

Nicht minder schwierig ist die *Prognostizierung des Risikos* bei Einführung neuer Technologien. *Prognosen dieser Art* — die eine der Voraussetzungen der Forschungswirksamkeit bilden — *können in der Regel nur mit Hilfe qualitativer Analysen, oder mit Hilfe von Schätzungen erstellt werden.*

Bei größeren und verwickelten Forschungsarbeiten ist die Hoffnung auf wissenschaftlichen oder technischen Erfolg ein grundlegender Parameter des Risikos. Die Erfüllung dieser Hoffnung aber hängt ab von der Intuition und Fähigkeit der Forscher.

Einen weiteren Parameter bildet der ökonomische (der Markt-) Erfolg des erzielten Forschungsergebnisses.\*

Die Ursache der unbefriedigenden Resultate sind vermutlich im Fehlen der Einheit zwischen den qualitativen und quantitativen Methoden der Prognoseerstellung zu suchen. Aus der relativen Überbewertung der quantitativen Methoden der Prognoseerstellung folgt die verhältnismäßig weitgehende Vernachlässigung ihrer qualitativen Methoden. Wo aber keine verlässlichen Unterlagen vorliegen, führt die Forcierung der quantitativen Methoden zur stufenweisen Diskreditierung der Brauchbarkeit von Prognosen.

Das amerikanische Forschungsinstitut Stanford betont die Wichtigkeit, *vier für die Voraussagen besonders wichtige Zeitabschnitte vorweg einzuschätzen*, u. zw. den Zeitraum des schöpferischen Denkens und des Forschens nach der geeigneten Lösung, den Zeitraum des Forschens nach den Vorbedingungen für die Anwendung der prinzipiellen Lösung, den Zeitraum des Experimentierens für die großbetriebliche Anwendung und schließlich den Zeitraum der definitiven Einführung bzw. der Entwicklung.

Die *Prognostizierung* sowohl der Fortentwicklung bestehender als auch der Einführung neuer Technologien *erschweren* erheblich — ja verunmöglichen

\* J. PÁLINKÁS stellt in seinem Artikel über »Das Risiko in der industriellen Forschung« (Ipargazdaság — Industrieökonomik —, Nr. 10/1969; ungarisch) fest: . . . »hierzu bedarf es zweier analytischer Funktionen. Es bezeichne  $F_1$  die Wahrscheinlichkeit des technischen,  $F_2$  die des Markterfolges. Ist die Form der Funktionen bekannt, läßt sich das Maximum des voraussichtlichen Ertrages und die wünschenswerte Höhe der Aufwendungen quantitativ ermitteln.« Die Schwierigkeiten verursacht, wie so oft, auch hier das Wörtchen »wenn«. In einfacheren Fällen läßt sich der technische Erfolg auch ohne Funktionen vorweg einschätzen, bei komplizierten, d. h. in der Regel auch aufwendigen und riskanten Forschungsarbeiten hingegen, können für  $F_1$  und  $F_2$ , wohl kaum auch nur annähernd exakte Werte angegeben werden. Ein weiterer Vorschlag Pálinkás', den in der Diskontierungsrechnung figurierenden Zinsfuß durch den sog. Risikofaktor (z. B. für geringe, mittlere oder große Risiken) zu erhöhen, scheint in seiner Einfachheit ein gangbarer Weg zu sein, letzten Endes handelt es sich aber auch bei diesem Vorschlag um nichts anderes, als um eine recht willkürliche Zuordnung von Zahlenwerten an ein Urteil, das sich aus der Bewertung qualitativer Faktoren ergibt.

Verfasser für sein Teil empfiehlt ein einfaches, seiner Ansicht nach unter den heimischen Verhältnissen leicht anwendbares und auch geeignetes — teils aus qualitativen, teils aus quantitativen Analysen bestehendes — Risikoanalyseverfahren. Eine Beschreibung des Verfahrens findet sich in seiner Doktorsdissertation »Einige zur Verallgemeinerung geeignete Kriterien für die Steigerung der ökonomischen Effektivität der industriellen und der wissenschaftlichen Forschung sowie der Entwicklungsorganisation« (Manuskript).

JANTSCH\*\* versucht die *wichtigeren Beweggründe für die Einführung neuer Technologien in folgende Matrix zusammenzufassen*:

Einführungsbereich	Schutz gegen Bedrohungen	Bewahrung des bereits erreichten Niveaus	Forschen nach neuen Wegen
Militärischer	Neutralisierung der Technologie des Gegners	die nötige Steigerung der Wirksamkeit	Erlangung der Führung
Ökonomischer	Eintritt in den Wettbewerb	Sicherung des Wirtschaftswachstums und der Unabhängigkeit der Betriebe	Eingehen auf das Unternehmerisiko
Sozialer	Behebung irgend-eines Überstandes	Bewahrung des vorhandenen Niveaus	Verbesserung des bestehenden Zustandes

mitunter — die beiden Haupttendenzen, die sich in der Entwicklung der Technologien bemerkbar machen.

Die eine dieser Tendenzen besteht in der Erstarkung des Trends zur größeren Komplexität der vertikalen Technologien. Das bedeutet die komplexe Nutzung der horizontalen und vertikalen Technologien, das Näherkommen an die Auffassung von der Zusammengehörigkeit von Wissenschaft und Technologie sowie das Streben, je eine technologische Lösung für mehrere Ziele nutzbar zu machen.

Die zweite Tendenz zielt darauf ab, daß der praktischen Nutzung der sog. »Wissenschaftseinbrüche« (der an Entdeckungen heranreichenden neuen Lösungen) auch in der Entwicklung der horizontalen Technologien eine immer entscheidendere Rolle eingeräumt werden soll. Voraussagen über beide dieser Tendenzen sind entweder ganz ungewiß oder überhaupt unmöglich.

Entgegen diesen beiden in Zukunft ohne Zweifel noch erstarkenden Tendenzen empfiehlt JANTSCH in seinem erwähnten Buch einige auf einem erheblichen mathematischen Apparat fußende und auch qualitative Methoden enthaltende *Methoden zur Erstellung von Prognosen*.

Von seinen für die Prognostizierung der Fortentwicklung von Technologien empfohlenen Methoden seien hier als Beispiele unter mehreren die »Kartierung der Zusammenhänge«, die »morphologische Forschung«, die Auftragung von »Lernkurven«, die »Zeitextrapolation«, die »Abfassung von Drehbüchern« erwähnt (vgl. pp. 143/204 des erwähnten Buches).

Für die Prognostizierung der Einführung neuer Technologien hingegen

\*\* JANTSCH, E.: *Technological Forecasting in Perspective*, OECD, Paris 1967, p. 69.

empfiehlt JANTSCH die sog. »horizontalen und vertikalen Entscheidungsmatrizen«, die Operationsforschung (Gegenüberstellung von Planalternativen), die Aufstellung eines »Wichtigkeitsstammbaumes«, die Methoden der Systemanalyse, der Netzplanung u. a. m. (pp. 211/239).

Was die heimischen Belange betrifft, hat Verfasser bei der Erstellung von Prognosen über die Fortentwicklung von Technologien zwei Verfahren erprobt. Das eine war die Methode der sog. *Lernkurven*, die die Analyse statistischer Zeitreihen und die Untersuchung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen erforderlich machte. Die zweite war die *Drehbuchmethode*, die lediglich schon fertige Prognosen benutzt (d. h. keine Prognosen erstellt), um aus ihnen zu Simulationen der voraussichtlichen künftigen Ergebnisse zu gelangen. Bei beiden Methoden war die Wirksamkeit wegen der Ungenauigkeit eines Teiles der Unterlagen erheblich herabgesetzt.

Zur Erstellung von Prognosen über die Einführung neuer Technologien wurde in Ungarn soweit dem Verfasser bekannt noch keine der oben erwähnten Methoden erprobt.

Was den gegenwärtigen Stand der Prognoseerstellung über die technologische Entwicklung anlangt, wäre bei uns eine Beurteilung verfrüht, weil zu einer solchen die nötigen Erfahrungen teilweise noch fehlen.

Das Studium dieses Fragenkomplexes könnte jedoch zur Beschleunigung des Tempos in der Planung der Entwicklung von Technologien und zum rascheren Aufholen gewisser Rückstände in mehreren Bereichen wesentlich beitragen.

Unter den heimischen Verhältnissen muß zwischen den Prognosen

- für die Fortentwicklung von Technologien und solchen
- für die Einführung neuer Technologien unterschieden werden.

Die erstere dieser Prognosearten läßt sich nämlich durch das Studium und durch die Übernahme der Resultate jener Staaten lösen, deren Industrie einen höheren Entwicklungsstand erreicht hat als die heimische. Die Prognosen haben in diesen Fällen, aufgrund von Analysen der wissenschaftlichen, technischen bzw. ökonomischen Parameter *der geplanten Lösung, Voraussagen über deren Nützlichkeit zum Gegenstand*.

Die Planung für die Einführung neuer Technologien hat vor allem zwei Fragen zu klären, u. zw.

- für welche Industriezweige und in welchem Umfang der perspektivische Volkswirtschaftsplan des Landes eine Entwicklung für begründet hält, und
- ob zu Erreichung der gesteckten Ziele Eigenforschungen oder Lizenzzerwerb usw. nötig sind.

In diesen Fällen werden Prognosen über die voraussichtlichen technischen und ökonomischen Resultate der eventuell erforderlichen Eigenforschungen bzw. des Erwerbs von Lizenzen zu erstellen sein.

*Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das Problem der Erstellung von Prognosen über die Entwicklung von Technologien zweckmäßig in zwei Teilen behandelt wird: 1. Annäherung der Aufgabe durch Klärung ihrer allgemeinen Bedingungen, 2. durch Erstellung von Prognosen über die Bedingungen der Fortentwicklung und über die der Anwendung neuer Technologien.*

ad 1. Zur allgemeinen Annäherung der Aufgabe gehören die Bestimmung der Probleme der strategischen Entscheidung, die Überblick über ein möglichst breites Entscheidungsfeld, die Festlegung der wichtigeren Gesichtspunkte für die durchführbare Prognostizierung, die Auswahl bzw. Verarbeitung der benötigten unter den endogenen und exogenen Prognosefaktoren.

ad 2. Die Prognosen über die Fortentwicklung von Technologien und diejenigen über die geplante Einführung neuer, noch unbekannter Technologien müssen wegen der erheblichen Abweichungen, die zwischen ihnen bestehen, getrennt behandelt werden, weil die letzteren einen weit größeren Forschungsbedarf haben, ja selbst Grundlagenforschung benötigen können, so daß sie sowohl ihrem Umfang als auch ihren Methoden nach weit komplizierter sind als die ersteren.

Ein Unterschied zwischen den beiden Verfahren besteht auch insofern, als *zur Fortentwicklung von Technologien* in der Regel die Resultate höher entwickelter Länder übernommen werden können, die Prognose somit lediglich die optimale Lösung bei der Übernahme der in Frage kommenden Resultate sucht, während die *Prognosen bei geplanter Einführung neuer Technologien* zur Einschätzung des wissenschaftlichen, technischen und ökonomischen Erfolges und zu Voraussagen über diese erstellt werden, so daß sie im Hinblick auf ihren Gegenstand eine recht komplizierte Struktur aufweisen werden, was ihren Wert erhöhen, aber auch herabsetzen kann.

Prof. Dr. JÁNOS KLÁR, Budapest, XI., Műgyetem rkp. 3. Ungarn

*Printed in Hungary*