



## Technologie-Monitoring: Konzeption und Anwendungen

Gerhard ROSEGGER, Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio 44106, USA

Technology monitoring is a serious, an important, indeed a vital task ... What needs to be watched is «young technology» ...  
Peter Drucker

### 1. Einleitung

Die Begriffe «Technologie-Prognose», «Technologie-Monitoring» und «Technologie-Assessment» umschreiben Tätigkeiten, die auf den Erwerb von Informationen als Inputs für unternehmerische (oder wirtschaftspolitische) Entscheidungsprozesse abzielen. Sie haben gemeinsam, daß das von ihnen gesuchte Wissen den generellen Charakter eines Gemeingutes hat, d.h. im Prinzip allen Interessenten in dem relevanten Umfeld zugänglich ist - allerdings zu Suchkosten, die von der Intensität der Tätigkeit abhängen. Damit unterscheiden sie sich vorrangig vom vertraglichen Informationserwerb (z.B. durch Lizenznahme oder Austausch von know-how), aber auch von all jenem neuen Wissen, das aus der organisationsinternen F&E-Tätigkeit resultiert.

Diese Gemeinsamkeit sollte aber nicht zu der oft zu beobachtenden wechselweisen Verwendung der Begriffe führen, denn - wie im folgenden argumentiert wird - beziehen sich in der Praxis die mit ihnen verbundenen Tätigkeiten auf verschiedene Phasen der Technologieentwicklung und damit auch auf qualitativ sehr unterschiedliche Informationen. Eine Abgrenzung erscheint daher nicht nur aus methodologischen Gründen wünschenswert, sondern sie mag auch zu einer realistischen Fassung unternehmerischer Erwartungen und damit zu einer rationelleren Allokation von Ressourcen für die verschiedenen Arten der Suchtätigkeit führen. Letztere Begründung gewinnt noch in dem Ausmaß an Bedeutung, zu dem immer weitergehend öffentliche Institutionen und öffentliche Mittel besonders für die Aufgaben des Technologie-Erwerbs und des Technologie-Transfers eingesetzt werden.

### 2. Technologie-Evolution und Monitoring

Um die strategische Bedeutung des Monitoring zu umreißen, muß es - zusammen mit den ihm verwandten Tätigkeiten - zuerst von den anderen, oben kurz erwähnten Formen des Wissenserwerbs abgegrenzt werden.

Es wird prinzipiell zwischen einer «organisationsinternen» und einer «externen» Informationsbasis unterschieden. Das bestehende Wissen in beiden hat zwei Komponenten, eine «private» - durch Ei-

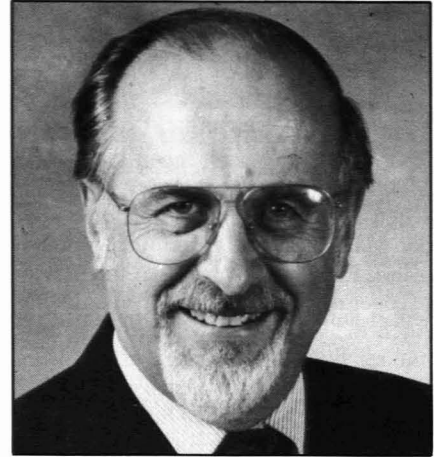
gentumsrechte, aber auch z. B. durch Geheimhaltung und organisationspezifisches know-how geschützte - und eine «publike», durch eine Unzahl von Quellen zugängliche. Letzterer sind selbstverständlich auch (fast) alle Formen der wissenschaftlichen Information zuzuweisen. Ein Sonderfall ist das Marktwissen, das teilweise den Charakter eines Gemeingutes hat, teilweise aber auch einen der wichtigsten Bestandteile des «intellektuellen Eigentums» jedes Unternehmens darstellt.

Die Tatsache, daß sowohl die organisationsinterne als auch die im Umfeld bestehende Informationsbasis ständig ausgebaut wird, ist ebenfalls anzudeuten. Die Tätigkeiten, mit deren Hilfe eine Organisation ihre Basis vergrößern kann, sind:

- (a) eigene Forschung und Entwicklung
- (b) kooperative F&E mit privaten und öffentlichen Organisationen aus dem Umfeld;
- (c) vertragsmäßiger Erwerb von «privatem» Wissen anderer Organisationen;
- (d) formloser Erwerb bestehenden «publiken» Wissens;
- (e) Marktforschung und eben
- (f) Technologie-Prognose, -Monitoring, und -Assessment

Die «Ausdehnung der technologischen Wissensbasis» ist - genau so wie «Forschung und Entwicklung» selbst - ein sehr amorpher Begriff, der insbesondere über die Ablauffolge der zu dieser Ausdehnung führenden Tätigkeiten und daher auch über den Zustand des «teilweise fertigen» technischen und marktorientierten Wissens keine Aussagen machen kann. Zum Zweck einer klaren gegenseitigen Abgrenzung von Prognose, Monitoring und Assessment ist also die Einführung einer Zeit-Dimension nötig.

In einer Abwandlung der Standardversionen des Modells von Professor Drucker soll hier der Ablauf besonders im Frühstadium des «technology life cycle» durch drei Parameter beschrieben werden, deren technologie- und marktspezifisches Wesen sich zwar in einer Unzahl von Phänomenen widerspiegelt, die aber trotzdem die sich im Ablauf des Zyklus ergebenden Änderungen des strategischen Kontextes allgemeingültig umreißen. Ein generelles Profil der Entwicklung der mit einer Technologie verbundenen **technischen Unsicherheit, wirtschaftlichen**



**Unsicherheit und Komplexität** ermöglichen es, den Wechsel der Konturen (wenn auch nicht der Dimensionen) dieses Kontextes zu verfolgen.

Ursprünglich mag das «Wissen» um eine neue Prozeß- oder Produkttechnik aus nicht mehr als dem Erkennen eines (vielleicht) lösbaren Problems oder eines Marktpotentials bestehen. Weder das «Was» noch das «Wie» einer technischen Lösung ist zu dieser Zeit sehr klar umschrieben. Die Situation ist durch einen hohen Grad der technischen Unsicherheit charakterisiert, wobei das Wort «Unsicherheit» ganz im wahrscheinlichkeitstheoretischen Sinne verstanden und daher von «technischer Unwissenheit» unterschieden werden soll. Formal läßt sich der Grad der Unsicherheit als  $(1 - p_s)$  [wobei  $p_s$  für Wahrscheinlichkeit des technischen Erfolgs steht] beschreiben, obwohl das Problem einer ex-ante-Definition der Charakteristiken des «Erfolgs» dahingestellt bleiben muß.

In dieser ersten Phase besteht die Organisationen zur Verfügung stehende Information fast ausschließlich aus **Prognosen**.

Aus der Perspektive der strategischen Dynamik ist es weniger von Bedeutung, ob sich solche Prognosen als «richtig» erweisen (meist tun sie das nicht), als ob sie genügend Informationsgehalt haben, um bei Pionierorganisationen gezielte Suchprozesse (F&E-Tätigkeiten) auszulösen. Der Output der technischen Suche nach Lösungen (wie z.B. Prototypen, Pilot-Anlagen usw.) nimmt meist bei verschiedenen Pionieren radikal verschiedene Formen an, und zwar eben aufgrund von Prognosen, deren Inhalt nur auf den bisher bestehenden wissenschaftlichen und technischen Informationen beruht und daher weitgespannte Interpretationen ermöglicht. Charakteristikum dieses Übergangsstadiums ist der Wettbewerb

unter technisch differenzierten, aber funktional äquivalenten Lösungen. Nur schrittweise, aus der empirischen Erfahrung, steigt das Erkennen von Komplexitäten [1], die in einem «trade-off» gegen die technische Unsicherheit anwachsen.

Das Resultat solcher Bemühungen ist ein mehr oder weniger klar markierter Phasenübergang zu einem Informationsstand, bei dem es zum ersten Mal möglich wird, alternative technische Lösungsversuche bezüglich ihrer technischen Eigenschaften und wahrscheinlichen Auswirkungen zu bewerten. Dieser Übergang stellt den Ausgangspunkt für das **Monitoring** als vorwiegende Aufgabe der noch nicht involvierten Organisationen dar. Er ist zu dem Zeitpunkt abgeschlossen, wenn Innovationen im engeren Sinne stattgefunden haben, d.h. die neuen Techniken in «kommerzieller» Produktion resultieren. Druckers «junge Technologie» ist dadurch entstanden.

Damit sind bei weitem noch nicht alle technischen Unsicherheiten beseitigt, aber was das Monitoring betrifft, gewinnt nun das Problem der wirtschaftlichen Unsicherheit (Marktaufnahme, Kostendegression usw.) an Bedeutung. Der Erfolg der Innovation ist keineswegs gesichert und die Entwicklung der neuen Technologie befindet sich in den Frühstadien des Diffusionsprozesses. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ist das Monitoring ein Schlüsselement dieses Prozesses [2].

Die empirische Erfahrung zeigt, daß die tatsächliche Länge dieser Phasenübergänge je nach den technischen und wirtschaftlichen Bedingungen weit variiert. Daher kann das oben dargestellte Schema auch nur als dimensionslose «Navigationshilfe» für Entscheidungen über das timing und den Ressourceneinsatz zum Monitoring dienen. Im Prinzip erscheint es aber klar, daß es für diese Tätigkeit ein «zu früh» gibt, weil beim bestehenden Grad der technischen Unsicherheit und dem Stand des Wissens um die Komplexität der Nutzen für strategische Entscheidungen aus dieser Form des Informationserwerbs die Kosten (noch) nicht rechtfertigt. Andererseits endet die Monitoring-Phase, wenn die Diffusion einer Neuerung so weit fortgeschritten ist, daß es sich bei einer weiteren systematischen Beobachtung des Umfeldes nur mehr um **Assessment**, d.h. um das Sammeln und die Interpretation von relativ «harten» Daten handelt, die für die weitere Formulierung von Unternehmensstrategien oder wirtschaftspolitischen Maßnahmen von Bedeutung sind.

### 3. Methoden und Organisation

Über die Methodik der Technologie-Prognose besteht eine extensive, teilweise bis auf die sechziger Jahre zurückgehende Literatur. Ebenso wurden in jüngerer Zeit einige allgemeine Modelle für das Technologie-Assessment entwickelt, wenn auch hauptsächlich in direkt von öffentlichen Interessen berührten Bereichen, wie z.B. den Transporttechnologien, dem Umweltschutz, dem Gesundheitswesen, der Rüstungstechnologie u.a. Im Gegensatz dazu gibt es für die Praxis des Monitoring zwar eine Vielzahl von Beispielen, aber kaum Versuche, die damit verbundenen Aufgaben durch formale Regeln zu umschreiben.

Dieser Zustand läßt sich aus der im ersten Abschnitt elaborierten Tatsache erklären, daß - aus methodologischer Sicht - das Monitoring sich auf eine kritische Serie von Übergangsphasen konzentrieren muß, deren Charakteristiken nicht nur zeitlich, sondern auch sektoral sehr verschieden sind. Trotzdem kann man mit jeweiligen, den speziellen Umständen entsprechenden Ausnahmen und Modifikationen für das Monitoring eine Folge von typischen Aktivitäten beobachten:

- (a) Identifizierung von «latenten» Technologien, d.h. von Produkten und Prozessen, die sich im Übergang vom Laboratorium zum Test-Stadium befinden;
- (b) Durchkämmung der einschlägigen technischen Literatur, die in diesem Stadium oft in freizügiger Weise über den Fortschritt (Erfolge und Mißerfolge) der Technologieentwicklung im Pionier-Unternehmen berichtet;
- (c) Erstellung eines «Pflichtenheftes», das die wichtigsten meßbaren oder quantifizierbaren Leistungsparameter der Technologie spezifiziert und deren weitere Entwicklung in systematischer Weise verfolgen läßt;
- (d) Beobachtung der sich evolutionär abzeichnenden wirtschaftlichen Charakteristiken der Technologie und deren Auswirkung auf Märkte und Pionier-Unternehmen;
- (e) Identifizierung der tatsächlichen oder potentiellen Vernetzung der Technologie mit anderen Sektoren und
- (f) Abschätzung der für die eigenen Organisation (oder den eigenen Wirtschaftssektor) relevanten Auswirkungen, mit dem Ziel, eine Entscheidung über Adoption, zusätzliche Investitionen in Untersuchungen oder ein Fallenlassen weiterer Bemühungen zu unterstützen.

Für die Organisation des Monitoring ergeben sich aus dieser Folge der zu beobachtenden Phänomene, zusammen mit

den im ersten Abschnitt erwähnten Charakteristiken der Technologie-Evolution, einige wichtige Erwägungen:

(a) Im Gegensatz zu Prognosen und zum Assessment, die periodisch und ad hoc (als Projekte) unternommen werden können, handelt es sich beim Monitoring um eine kontinuierliche, einen permanenten Personaleinsatz verlangende Tätigkeit. Diese Notwendigkeit ergibt sich nicht nur daraus, daß relevante Neuerungen durch eine ständige Überwachung des technischen Horizonts erkannt werden müssen, sondern auch aus der Tatsache, daß gerade während der Monitoring-Phase auch bereits identifizierte Innovationen schnellen Änderungen unterworfen sind.

(b) Nachdem das Erkennen etwaiger, nicht ex ante spezifizierbarer Interdependenzen zwischen neuen und bestehenden Technologien eine der Hauptaufgaben des Monitoring darstellt, sind für diese Tätigkeit allgemein informierte «Generalisten» besser geeignet als selbst hochqualifizierte Experten auf den diversen technischen Spezialgebieten. Dieses Kriterium wird noch durch die Tatsache bestärkt, daß der Output des Monitoring aus Dokumenten zu bestehen hat, die wirtschaftlichen und politischen Entscheidungsträgern auch ohne detailliertes Fachwissen zugänglich sind.

(c) Das Desideratum der Kontinuität wird weiterhin dadurch bestärkt, daß es sich bei den durch das Monitoring zu erwerbenden Informationen, wie eingangs postuliert, um allgemein zugängliche Daten handelt. Nur ein permanenter, mit entsprechenden Quellen ausgerüsteter Stab kann also hoffen, aus dem Monitoring wettbewerbsmäßige Vorteile zu erlangen. Mehr als bei der Adoption von technischen Neuerungen selbst hat also hier die agile Organisation die Vorteile des «first comer» im Informationserwerb.

(d) Gleichzeitig ergeben sich aber aus diesen Erwägungen wirtschaftliche Konsequenzen, die für die Organisation des Monitoring auf einer Ebene sprechen, die über der des einzelnen Unternehmens liegt. Erstens handelt es sich offenbar um eine aufwendige Tätigkeit, die von allen außer den größten Unternehmen einen proportional hohen Ressourceneinsatz verlangt; und zweitens ist die Nutzung der Monitoring-Resultate, wie die alles einmal geschaffenen Wissens, durch hohe Skalenerträge charakterisiert. Es ergibt sich also die auf rein theoretischer Basis nicht zu beantwortende Frage, inwieweit das Monitoring durch eine kooperative oder zentrale Organisation durchgeführt werden soll.



In der Praxis hängt die Antwort auf diese Frage offenbar von Faktoren wie der Größe von Einzelunternehmen, der Größe und dem gegenwärtigen Stand der Technologie von Industriesektoren oder Branchen und der Größe der Gesamtwirtschaft ab. Zusätzlich wirkt sicher auch der institutionelle Rahmen für den Wettbewerb (z.B. die Kartellgesetzgebung in den USA) auf die Wahl der «optimalen» Organisationsform ein. Schließlich spielen sicher auch rein politische Erwägungen eine Rolle, insbesondere in jenen Fällen, in denen der Staat eine Rolle als Initiator, Financier oder Lenker von technologischen Entwicklungen spielt.

## 4. Das «japanische Modell»

Der Erfolg der japanischen Industrie im globalen Wettbewerb wird allgemein ihrer Fähigkeit zugeschrieben, als «fast second» (schneller Zweiter) auf neuen Märkten Fuß zu fassen. Er beruht also auf dem frühen Erkennen von technischen Neuerungen, wo immer diese auch erschienen sein mögen, und deren schneller Umsetzung - durch intensive Entwicklungs- und Designarbeit - in über das ursprüngliche Innovationsniveau hinaus technisch verbesserte, marktattractive Produkte.

Die Verfolgung dieser Strategie verlangt daher primär ein weitgespanntes und durchorganisiertes System des globalen Monitoring, dazu aber auch die Möglichkeit, die dadurch erworbenen technischen und wirtschaftlichen Informationen rasch in eigene Produkte und Prozesse zu übertragen, denn die Informationen sind ja auch anderen gleich zugänglich. Dem Ministry of International Trade and Industry (MITI) wird im Westen immer wieder die Schlüsselrolle in der Sammlung und Auswertung von solchen Informationen zugewiesen, insbesondere weil es auch verantwortliche Steuerungsfunktionen hat und dadurch hoch sichtbar ist.

Tatsächlich ist aber MITI nur ein, wenn auch mächtiges Glied in einer Kette von Organisationen, die sich mit dem Monitoring befassen. Daß große Einzelunternehmen ihre eigenen «Attaches» in allen Industrieländern haben, ist wohl auch bekannt. Ihre Berichte, die meist nur auf einer sorgfältigen Durchsicht der einschlägigen Literatur, auf Teilnahme an Fachkonferenzen und Betriebsexkursionen beruhen, stellen einen wertvollen strategischen Input dar. Es soll aber bemerkt werden, daß es sich dabei keineswegs, wie oft in karikaturhaften Beschreibungen behauptet wird, um ein wahlloses Einsammeln aller und jeder publiker Informationen handelt, sondern um eine

gezielte, vom Top Management umschriebene Tätigkeit.

Viel wichtiger jedoch und vielfach obskur ist die Rolle der «trade associations» (Industrieverbände), oft Nachfolger der Vorkriegskartelle, im Monitoring und in der Umsetzung der dadurch erlangten Informationen in zweckorientierten, kooperativen Entwicklungsprogrammen [3]. Diese Verbände fassen die zu den verschiedenen großen horizontalen, wirtschaftsweiten Gruppierungen (Mitsui, Mitsubishi usw.) gehörigen Unternehmen branchenmäßig zusammen, mit dem Ziel, relevante technologische Entwicklungen weltweit so schnell als möglich zu erkennen und zu nutzen.

Als Beispiel mögen die Japan Iron and Steel Federation und das Steel Institute of Japan dienen. Bereits seit den fünfziger Jahren betreiben sie eine intensive Monitoring-Tätigkeit und stellen u.a. ihren Mitgliedern monatlich Publikationen wie «Metallurgical Abstracts», «Steel Data Index» und «Index to Important Foreign Articles on Iron and Steel» zur Verfügung. Ähnliche Vernetzungen von Organisationen findet man auch in allen anderen Branchen.

Man könnte als Außenseiter vermuten, daß derart extensive und intensive Datensammlung zu «information overload» führt, d.h. die Auswertung und weitere Umsetzung des neuen technischen Wissens auf Unternehmensebene - selbst bei Großunternehmen - auf personelle und budgetäre Hindernisse stößt. Hier kommt jedoch ein weiterer, mit dem Monitoring eng verbundener Selektionsmechanismus ins Spiel: Aufgrund der generellen, durch das Monitoring ausgelösten Signale organisieren die an bestimmten neuen Technologien interessierten Unternehmen, oft mit Unterstützung von MITI und anderen Regierungsstellen, sogenannte «Research Associations», die sich sofort mit Entwicklung der Neuerungen befassen.

Für den Transfer des japanischen Modells in andere, auch viel kleinere und spezialisiertere Volkswirtschaften ergeben sich aus den hier nur kurz umrissenen Tatsachen zwei Schlußfolgerungen:

(a) Das «Geheimnis» des japanischen Erfolgs liegt vordergründig nicht im massiven Einsatz von Ressourcen, sondern in einem organisatorischen «Mix», der das Monitoring in gezielter, auf die Bedingungen der nationalen Industrie zugeschnittener Weise durchführt. Es besteht kein Grund, warum dieses Prinzip nicht auch in einem engeren Rahmen zur Wirkung gebracht werden können.

(b) Noch wichtiger erscheint aber die Bereitwilligkeit und Fähigkeit der «Konsum-

menten» der Monitoring-Informationen, auf deren Basis Technologien kooperativ bis zu jenem Stadium zu entwickeln, zu dem sie allen Unternehmen eine Startbahn für den Wettbewerb öffnen. Hier handelt es sich um einen Aspekt des allgemeinen wirtschaftlichen Klimas, der wahrscheinlich nicht ohne weiteres in einen anderen politik-ökonomischen Rahmen übertragbar ist.

## 5. Zusammenfassung

Wie viele andere Begriffe aus dem Instrumentarium des strategischen Management ist «Monitoring» in Gefahr, zu einem Clinche im Vokabular der Betriebswirtschaft zu werden. Es wurde in diesem kurzen Abriss versucht, das Monitoring in ein allgemeines Schema des unternehmerischen Informationserwerbes einzupassen und es sodann unter Beziehung des Modells der Technologie-Evolution gegen die Technologie-Prognose und das Technologie-Assessment abzugrenzen.

Zweck des Versuches war nicht nur, taxonomische Klarheit zu schaffen, sondern auch aufzuzeigen, daß sich aus einer Definition der Zielsetzung für das Monitoring einige generelle Regeln für die Organisation und den Ablauf der damit verbundenen Tätigkeiten ableiten lassen.

Wirtschaftliche und wirtschaftspolitische Erwägungen sprechen - sicher mit bedeutenden Ausnahmen - für eine zentrale (kooperative) Organisation, deren Wert aber, wie das japanische Beispiel zeigt, nur durch einen entsprechenden institutionellen Rahmen für die rasche Auswertung der gewonnenen Informationen voll realisiert werden kann.

### Anmerkungen:

[1] Der Begriff der Komplexität bezieht sich hier ausschließlich auf den Informationsgehalt einer Innovation, nicht auf ihre «Kompliziertheit» im rein technischen Sinn. So waren z.B. die ersten Computer schon wegen ihrer Vielzahl von Vakuum-Röhren und Kontakten kompliziert (und daher unverlässlich), stellten aber vom Informationsgehalt her keine komplexe Lösung dar.

[2] Siehe dazu Rosegger, G.: Diffusion research in the industrial setting: some conceptual clarifications, in: Technological forecasting and social change, 9 (1976), S. 401 - 410 und Rosegger, G.: The economics of production and innovation: an industrial perspective, 2nd edn. Oxford: Pergamon Press, 1986; insbes. S. 187-196.

[3] Siehe z.B. das Urteil: Japanese industry associations are extremely active in technology monitoring and diffusion. These associations act as fora for collaboration and «know-how trading» of all sorts and deserve close attention from non-Japanese researchers, especially because they are extremely influential in economic and research policymaking. Chesnais, F.: Technical cooperation agreements between firms, STI Review, 4 (Dezember 1988), S. 51-119.