

Herstatt, Cornelius; Lettl, Christopher

**Working Paper**

## Management of "technology push" development projects

Working Paper, No. 5e

**Provided in Cooperation with:**

Hamburg University of Technology (TUHH), Institute for Technology and Innovation Management

*Suggested Citation:* Herstatt, Cornelius; Lettl, Christopher (2000) : Management of "technology push" development projects, Working Paper, No. 5e, Hamburg University of Technology (TUHH), Institute for Technology and Innovation Management (TIM), Hamburg, <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:830-opus-1621>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/55455>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

**Management von  
technologie-getriebenen Entwicklungsprojekten**

Prof. Dr. Cornelius Herstatt  
Dipl.-Kfm. Christopher Lettl

August 2000  
Arbeitspapier Nr. 5

# „Management von technologie-getriebenen Entwicklungsprojekten“

Prof. Dr. Cornelius Herstatt und Dipl. Kfm. Christopher Lettl

Technologie- und Innovationsmanagement an der Technischen Universität Hamburg-Harburg

Schwarzenbergstrasse 95

D-21073 Hamburg

## Abstract:

Die Diskussion „Market Pull“ versus „Technology Push“ hat in der betriebswirtschaftlichen Innovationsforschung bereits eine gewisse Tradition. Die hierzu durchgeführten empirischen Untersuchungen sind insbesondere der Frage nachgegangen, welche der beiden Vorgehensweisen welchen Einfluss auf den späteren Innovationserfolg hat.

Wir wollen mit unserem Beitrag diesen Aspekt der Diskussion nicht erneut aufnehmen, sondern gehen davon aus, dass grundsätzlich beide Innovationsansätze, je nach Bedeutung der relevanten Innovationsquelle, angestrebtem Innovationsgrad und den jeweils vorliegenden Charakteristika der betrachteten Industrie, ihre Berechtigung haben. Die Frage, die uns interessiert, ist vielmehr, welche Besonderheiten sich insbesondere bei dem „Technology Push“-Ansatz für das Management der Innovationsprojekte ergeben und welche Implikationen sich hieraus für die Gestaltung des konkreten Projektmanagements ableiten. Hierbei konzentrieren wir uns auf alle marktbezogenen Aktivitäten, insbesondere die Identifikation und Verifikation von Applikationsgebieten für neue Technologien.

Nach einer Gegenüberstellung der Charakteristika von „Technology Push“ und „Market Pull“ werden zunächst die marktseitigen Besonderheiten bei technologie-getriebenen Entwicklungsprojekten skizziert. In diesem Zusammenhang werden aktuelle Instrumente und Methoden der qualitativen Marktforschung erläutert und im Hinblick auf ihre Nützlichkeit diskutiert. Darauf aufbauend werden strukturorganisatorische, strategische sowie gestaltungstechnische Aspekte des Managements technologie-getriebener Projekte herausgestellt.

Schlüsselworte: „Technology Push“ – Projektmanagement – Marketing

## 1 Einleitung

Zahlreiche Unternehmen sehen sich in rasch verändernden und verschärften Wettbewerbsstrukturen einem wachsenden Druck ausgesetzt, in immer kürzeren Entwicklungszyklen innovative Qualitätsprodukte und Dienstleistungen entwickeln zu müssen. Als wirksames Instrument, diese zum Teil widersprüchlich erscheinenden Anforderungen realisieren zu können, wird sowohl in der wissenschaftlichen Diskussion als auch in der Unternehmenspraxis ein zielorientiert konzipiertes Projektmanagement angesehen. Hierbei ist zu berücksichtigen,

dass die Erfolgswirkung eines innovationsorientierten Projektmanagements insbesondere davon abhängig ist, inwieweit seine konkrete Ausgestaltung an den jeweiligen situativen Kontext, in den das Innovationsprojekt eingebettet ist, ausgerichtet werden kann. Ein wesentlicher Kontextfaktor im Rahmen von Innovationsprojekten ist darin zu sehen, ob die anvisierte Innovation primär durch einen „Technology Push“ oder einen „Market Pull“ initialisiert wird.

Der vorliegende Beitrag betrachtet das Management von Innovationsprojekten vor dem Hintergrund einer „Technology Push“-Konstellation genauer. Hierzu sind zunächst im folgenden Abschnitt die Begriffe „Technology Push“ und „Market Pull“ zu kennzeichnen und anhand geeigneter Kriterien voneinander abzugrenzen. Dabei führen wir einen Kriterienkatalog in Form einer morphologischen Betrachtung ein. Abschnitt 3 stellt die marktseitigen Besonderheiten und Probleme von technologie-induzierten Innovationsprojekten unter Bezugnahme auf Fallbeispiele heraus. In diesem Zusammenhang werden aktuelle Methoden und Instrumente der qualitativen Marktforschung dargestellt und im Hinblick auf ihre Nützlichkeit kritisch betrachtet. Abschliessend werden strukturorganisatorische (zentrale versus dezentrale Aspekte), strategische, insbesondere portfoliobezogene sowie gestaltungstechnische Aspekte (Validierung der Projekte, Teamstrukturen) diskutiert. Auch hierbei greifen wir auf aktuelle Beispiele des praktizierten Innovationsmanagement zurück.

## **2 “Technology Push” versus “Market Pull” als Innovationstreiber**

Eine zentrale Frage hinsichtlich der strategischen Ausrichtung eines Unternehmens an der Schnittstelle von F&E und Marketing besteht darin, ob erfolgreiche Innovationen eher durch einen „Technology Push“ oder durch einen „Market Pull“ induziert werden. Dabei wird unter einem „Technology Push“ eine Situation verstanden, in der eine emergierende Technologie bzw. eine neue Kombinationen von bestehenden Technologien die Triebfeder innovativer Produkte und Problemlösungen auf dem Markt darstellt. Dabei können sich die neuen Technologiekonzepte im Extremfall sogar ihre eigenen Märkte schaffen, wenn sie in radikale Produkt- oder Prozessinnovationen transformiert werden. Diese neuen Technologien oder Technologiekombinationen können sowohl in einer zentralen Forschung und Entwicklung, einer eher applikations- bzw. anwendungsorientierten Entwicklung, einer Kombination aus beiden oder einer unternehmensübergreifenden Kooperation verteilter Forschungs- und Entwicklungseinheiten entstehen.

Im Gegensatz dazu geht das „Market Pull“-Konzept davon aus, dass Produkt- wie Prozessinnovationen ihren Ursprung in latent unbefriedigten Kundenbedürfnissen auf dem Markt haben und erst die Identifikation derartiger Bedürfnisse entsprechende Entwicklungsaktivitäten nach sich zieht (Chidamber; Kon, 1994).

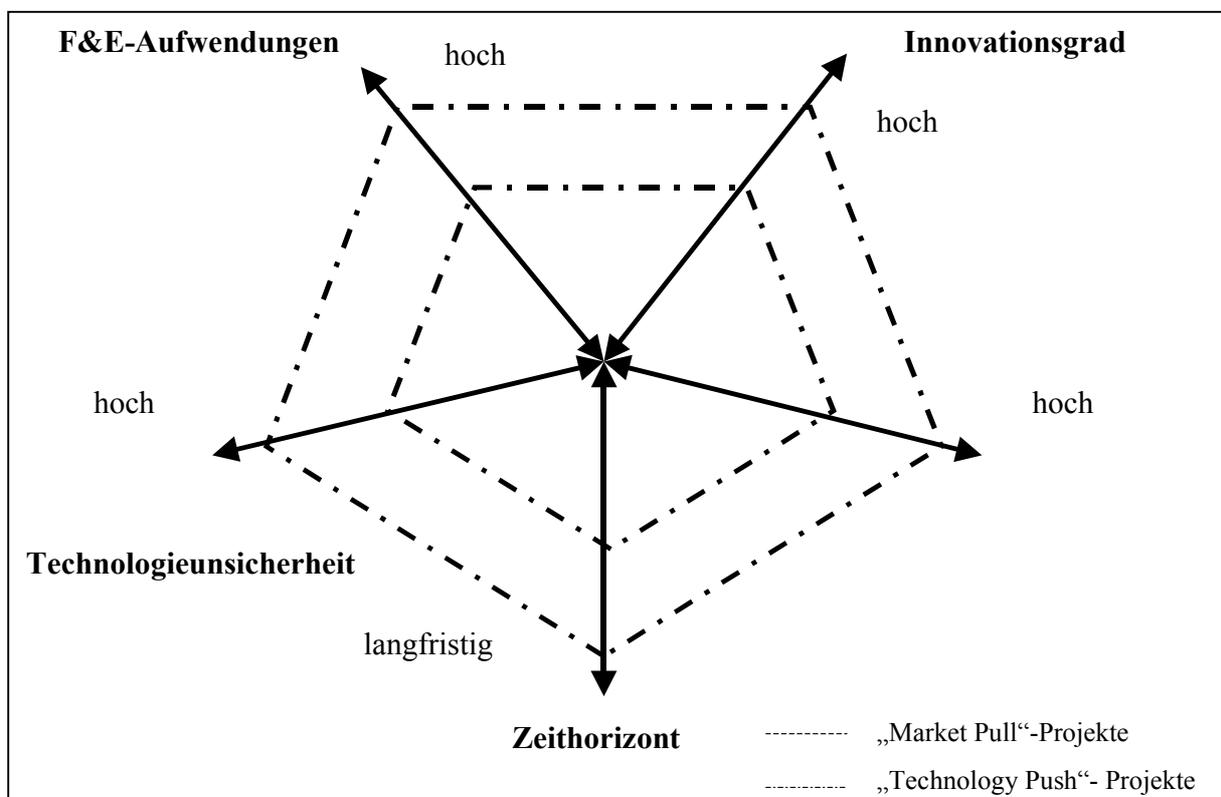
Während diese einfache Kennzeichnung den Unterschied beider Argumente auf den „Auslösungsort“ von Innovationen (F&E versus Markt) reduziert, zeigt eine genauere Betrachtung, dass mit dieser grundsätzlichen Differenzierung eine Reihe weiterer Unterschiede einhergehen:

- So sind bei einer „Technology Push“-Strategie potentielle Markt-Applikationen noch weitestgehend unbekannt, während eine „Market Pull“-Strategie das Wissen über potentiell neue Bedarfsfelder gerade als Ausgangspunkt nimmt (Pfeiffer, 1992).
- Bei technologie-getriebenen Innovationsprojekten liegt in der Regel eine höhere Marktunsicherheit zugrunde. Dieser Unterschied in der Marktunsicherheit bedingt, dass beide Ansätze völlig andere Methoden zur Informationsgewinnung heranziehen müssen.

- Eine „Technologie Push“-Situation impliziert eher antizipative, explorierenping), während ein „Market Pull“ vorwiegend auf Informationen aus konventionellen Marktforschungskonzepten zurückgreift (Lender, 1991).

Ein weiteres bedeutendes Unterscheidungsmerkmal beider Perspektiven ist im angestrebten Innovationsgrad zu sehen: „Technology Push“-Strategien zielen durch ihre massiven F&E-Investitionen, die zum Teil auch in Grundlagenforschung fließen, auf „Breakthrough“-Innovationen (Souder, 1989). Im Gegensatz dazu führt ein „Market Pull“ eher zu inkrementalen, an bestehenden Produktwelten orientierten Innovationen. Damit weichen auch die Zeithorizonte beider Strategien deutlich voneinander ab. So kann eine „Technology Push“-Konstellation einen Zeitrahmen von mehr als zehn Jahren umfassen, während „Market Pull“-Projekte aufgrund des unmittelbaren Marktfokus eher kurzfristig angelegt sind.

**Abb. 1: F&E-Aufwendungen, Innovationsgrad und Zeithorizont von "Technologie Push" und "Market Pull" Projekten**



(Quelle: Eigene Darstellung )

Aufgrund der bisher angestellten Überlegungen zeigt sich ferner, dass „Technology Push“-induzierte Innovationsprojekte zusätzlich oft einer weit höheren technologischen Unsicherheit ausgesetzt sind als „Market Pull“-Projekte. Diese erhöhte Unsicherheit kann wiederum Implikationen für prädestinierte Organisationsformen (z.B. Kooperationen zur Risiko- und Ressourcenteilung beim „Technologie Push“) beider Strategien haben.

Den Zusammenhang zwischen Innovationsgrad, FuE-Aufwendungen, Zeithorizont sowie Markt- und Technologieunsicherheit bei „Market Pull“- gegenüber „Technologie Push“-Projekten“ soll Abbildung 1 verdeutlichen.

Beide Grundorientierungen stellen Extrempositionen auf einem Kontinuum dar und bergen in der Innovationspraxis in dieser Reinform angewendet natürlich immanente Gefahren:

- So führt der „Technology Push“-Ansatz nicht selten zu einem „lab in the woods approach“ bei dem die Forschung und Entwicklung räumlich und organisatorisch abgeschottet wird und somit den Marktbezug verlieren kann.
- „Market Pull“-Strategien führen oft zu einem „Face Lifting“ bestehender Produkte, ohne dabei substantiell den technologischen Kern des Produktprogrammes bezüglich neuer Entwicklungen zu hinterfragen.

Die hier angedeutete scharfe Trennung zwischen Technology Push und „Market Pull“ findet man heute in dieser Reinform aber wohl kaum mehr in der Innovationspraxis vor. Vielmehr bestehen meist hybride Typen beider Konzepte (Forschung und Entwicklung, Marketing/Vertrieb, Fertigung und Service arbeiten arbeitsteilig an Innovationsprojekten), wobei es jedoch je nach betrachteter Phase im Innovationsprozess dann nach wie vor zu einer schwerpunktmässigen Aufgabenwahrnehmung durch einzelne funktionale Arbeitsgruppen kommt. Letzteres liegt natürlich auch ein wenig in der Natur arbeitsteiliger Innovationsprozesse bei technologisch anspruchsvollen Produkten und Dienstleistungen begründet.

Neben den durch die jeweiligen Aufgabenstellungen der Innovationsprozessphasen heraus begründeten Mischformen zwischen „Technology Push“- und „Market Pull“-Aktivitäten, lassen sich Innovationsprojekte auch aufgrund weiterer Phänomene oft nicht eindeutig klar der einen wie der anderen Typologie zuordnen:

- Innovationsprojekte werden in der Praxis oft durch Einzelpersonen oder Gruppen in verschiedenen Funktionsbereichen der Unternehmen angestossen, werden dann aber von anderen Bereichen schwerpunktmässig bearbeitet. So kann bspw. eine permanent wiederkehrende Kundenreklamation dazu führen, das durch die Marketing-/Vertriebsabteilung ein entsprechendes Projekt initialisiert wird. Dies wird in der Regel dazu führen, dass das entsprechende Produkt durch die Anwendungsentwicklung/Konstruktion optimiert wird („Market Pull“-ausgelöste Produktinnovation). Sollte jedoch auf Basis der dem Produkt zugrundeliegenden Technologie keine (weitere) Produktoptimierung möglich sein, gelangen die involvierten Funktionsbereiche oft schnell an ihre Grenzen. Dies kann wiederum ein Entwicklungsprojekt im Unternehmen anstossen, an dessen Ende möglicherweise ein vollständig neuartiges Produkt steht, welches auch den bisherigen Anwendungskontext bei den Nutzern im Markt erheblich verändert. Dieser Prozess wird wohl in der Regel einige Jahre in Anspruch nehmen und es dürfte im Nachhinein wohl kaum noch möglich sein, die entstehende Innovation eindeutig in den Kategorien „Market Pull“ oder „Technology Push“ einzuordnen. Oder anders ausgedrückt: „Technology Push“- Projekte initialisieren „Market Pull“-Projekte et vice versa.
- „Technology Push“ versus „Market Pull“ sind auch Wahrnehmungskonstrukte, die durch Personen oft unterschiedlich ausgelegt werden. Da wir oft nur über Teilwissen verfügen, entstehen oft „Innovationslegenden“, die einer kritischen Betrachtung nicht standhalten. Hierzu ein Beispiel: Wohl kaum ein anderes Produkt ist in den letzten Jahren in so vielen Veröffentlichungen und Fallstudien als „Musterfall“ einer Innovation beschrieben worden wie der „Post-it“ von 3M (z.B. bei Nayak; Ketteringham, 1986, S. 29 ff). Der „Post-it“ von 3M wird teilweise als Ergebnis eines „Technology Push“-Prozesses dargestellt, in anderen Fällen als Reaktion auf ein Marktbedürfnis. Dieses in den frühen 1980er Jahren am Markt eingeführte Produkt ist mittlerweile in unzähligen Varianten (Grössen, Formen, Farben, Einsatzgebieten) weiterentwickelt worden. Wer kann hier noch klar zuordnen, wo die jeweiligen Innovationsquellen lagen und wer die Einzelinnovationen initiiert und erfolgreich am Markt eingeführt hat?

Trotz der hier skizzierten Schwierigkeiten, im Einzelfall ex-post nachzuweisen, ob eine Innovation klar der einen oder anderen Typologie („Technology Push“ versus „Market Pull“) zu-

geordnet werden kann, bleibt jedoch das ex-ante Problem für die Innovationspraxis, d.h. der Fall, dass ein Unternehmen gezielt beabsichtigt, eine Produkt- und/oder Prozessinnovation auf der Basis einer technologischen Entwicklung zu initialisieren. Besonders relevant dürfte diese Problemstellung für solche Unternehmen sein, die Innovationen gezielt auf ihrer technologischen Basis-(entwicklung) aufbauen, z.B. Biotechnologieunternehmen.

Im folgenden Abschnitt wollen wir uns auf solche Konstellationen konzentrieren, in denen Unternehmen bewusst aus ihrer Forschung und Entwicklung heraus („Technology Push“) Innovationen initialisieren. Da wir ein genaues Verständnis der marktseitigen Besonderheiten und Probleme solcher technologie-induzierter Entwicklungen als wesentliche Voraussetzung für eine erfolgsversprechende Ausgestaltung des damit einhergehenden Projektmanagement (Abschnitt 4) betrachten, beleuchten wir zunächst marktbezogene Aspekte. Hierbei diskutieren wir auch „State-of-the-Art“-Techniken und -Instrumente der qualitativen Marktforschung, die insbesondere in den frühen Phasen der Technologieentwicklung dazu beitragen sollen, zukünftige Applikationsgebiete dieser Technologien zu identifizieren und hinsichtlich ihres Potentials genauer einzuschätzen.

### **3 Marktbezogene Besonderheiten und Probleme technologiegetriebener Entwicklungsprojekte**

#### **3.1 Unbekannte Applikationsfelder**

Marktbezogene Besonderheiten und Probleme technologie-getriebener Entwicklungsprojekte rühren insbesondere daher, daß mit der innovativen Technologie in aller Regel wohlbekannte Produkt-Markträume, die Basis des herkömmlichen Marketing bilden, zu Gunsten völlig neuer Anwendungsfelder verlassen werden. Dabei sind die potentiellen Anwendungsfelder der neu entstehenden Technologie in einem explorativen und kreativen Prozess erst noch zu identifizieren, was für sich alleine schon grundlegend andere Kompetenzen, Methoden und Informationen erfordert als Optimierungen in bestehenden Produkt-Markträumen (Wood; Brown, 1998; Lynn; Heintz, 1992; Hamel; Prahalad, 1991). So erfordert die Identifikation möglicher Anwendungsfelder ein Denken in abstrakten Funktionen, welche die emergierende Technologie bzw. Technologiekombination erfüllen kann. Die am Suchprozess beteiligten Personen müssen hierbei sowohl die Fähigkeit als auch die Bereitschaft besitzen, von augenblicklichen Geschäftsfeldern zu abstrahieren und alle potentiellen Applikationsfelder, in denen die herausgearbeiteten Technologie-Funktionen eine Rolle spielen können, in die Analyse mit einzu beziehen. Die praktische Umsetzung dieser Anforderungen stellt das Innovationsmanagement oft vor erhebliche Probleme. Zur Illustration dieser Probleme einige Beispiele:

- Werden neue Technologien bspw. in der anwendungsorientierten Entwicklung einer Produkte-Division eines Unternehmens entwickelt, wird deren möglicher Einsatz für neue Produkte/Leistungen meist auch nur aus der Perspektive der durch diese Division bedienten Marktsegmente (bspw. als Ergänzungs- bzw. Substitutionstechnologie) betrachtet. Eine über die Divisionsgrenzen hinausgehende Exploration der Technologie für weitere Unternehmens-/Konzernbereiche oder sogar als Ausgangslage für neue Geschäftssysteme entfällt dann meist. Die Gründe für ein derartiges Unterlassen sind vielfältiger Natur und reichen von fehlendem Zuständigkeitsempfinden, mangelnden Anreizsystemen, Mangel an Techniken oder operativen Problemen wie Zeitdruck oder fehlende Ressourcen.
- Die Suche nach möglichen wirtschaftlich attraktiven Anwendungsfeldern für neue Technologien in ihrer Entstehung ist in methodischer Hinsicht kein triviales Problem. Häufig mangelt es in den Unternehmen an Ideen und Wissen über solche Einsatzgebiete. Selbst

wenn diese grob beschrieben werden können, erfordert die Abschätzung der Relevanz der eigenen Technologie für diese Felder meist eine intensive und kaum delegierbare Beschäftigung mit diesen Einsatzgebieten. Solange es sich um ein oder nur wenige Felder handelt, kann diese Analyseleistung teilweise noch von den an der Technologieentwicklung Beteiligten geleistet werden. Oftmals kommen jedoch für eine neuartige Technologie zumindest theoretisch sehr viele Applikationsfelder in Frage. Diese alle detailliert im Hinblick auf ihre Relevanz für den Einsatz der jeweiligen Technologie zu hinterfragen, überfordert oftmals solche Teams. Selbst wenn diese Leistung einmal erbracht werden kann, ist es aufgrund der Veränderungsdynamik in den unterschiedlichen Industrien kaum möglich, die Erkenntnisse permanent zu aktualisieren.

- Die Analyse der Einsatzrelevanz neuartiger Technologien in existierenden Produkt-/Marktkombinationen setzt meist an der qualitativen wie quantitativen Beschreibung der Funktionen dieser Technologien an. Diese werden dann oft vor dem Hintergrund der „Kritischen Erfolgsfaktoren“ in den abgefragten Einsatzgebieten analysiert. Leisten eine oder mehrere Funktionen der Technologie einen massgeblichen Beitrag zur Erfüllung dieser kaufentscheidenden Faktoren, wird dies dann als ein Indikator für eine wahrscheinliche, spätere Marktakzeptanz gewertet. Diese statische Betrachtungsweise wird jedoch insbesondere bei länger andauernden Entwicklungsprojekten, schwer abschätzbaren Leistungsfunktionen von Technologien und der schon angedeuteten Marktdynamik oft unmöglich. Ein weiterer Aspekt ist, dass diese Betrachtungsweise eher einer testenden Marktanalyse nahekommt, da sie von bekannten Einsatzgebieten und Produkten ausgeht. Aber durch neue Technologien oder Technologiekombinationen können auch völlig neue Produkt-/Marktkombinationen geschaffen werden, für die es praktisch kaum möglich ist, im Vorfeld die kaufentscheidenden Faktoren zu ermitteln, weil es ja noch gar keine referenzbasierten Erfahrungen im Markt gibt. Hierzu ein Beispiel: Durch Kombination unterschiedlicher Technologien im Hause Siemens wurde es erst möglich, ein satellitengestütztes Navigationssystem am Markt anzubieten. Die Abfrage der verschiedenen Funktionen der einzelnen hierbei involvierten Technologien vor dem Hintergrund der kaufentscheidenden Faktoren in diesem Geschäftssystem wäre praktisch nicht möglich gewesen, weil letzteres eben noch gar nicht existierte.

### **3.2 Kundenbezogene Besonderheiten und Probleme**

Die aus dem fehlenden Marktwissen resultierende große Marktunsicherheit technologiegetriebener Entwicklungsprojekte durch eine verstärkte Einbindung von Kunden abzubauen, erweist sich oftmals als problematisch. So ist im Falle technologie-induzierter Entwicklungsprojekte noch nicht eindeutig klar, wer überhaupt die prospektiven Kunden sein werden. Haben die Marketing-Verantwortlichen im Falle von Market-Pull-Innovationen oft ein sehr spezifisches Wissen über das Profil ihrer Kunden und deren Bedürfnisse, so ist bei technologie-induzierten Innovationsprojekten die in Frage kommende(n) Zielgruppe(n) sowie deren Präferenzen meist erst noch zu ermitteln.

Hat das mit der Entwicklung beauftragte (Projekt-)Team eine erste Vorstellung von den potentiellen Kunden entwickelt, so sind diese häufig auch nicht in der Lage, Präferenzen im Hinblick auf ein noch sehr abstraktes Technologie-Konzept zu artikulieren, fehlt ihnen doch das Erfahrungswissen der unmittelbaren Produktanwendung (Barriere des Nicht-Könnens). Aber selbst wenn Kunden über die hierfür erforderlichen Kompetenzen verfügten, so können psychologische Barrieren (Barriere des Nicht-Wollens) bestehen, sich mit komplett andersartigen Problemlösungen, für die gegenwärtig aus Kundensicht keine Notwendigkeit besteht, auseinanderzusetzen (Veryzer, 1998 a; O'Connor, 1998; Bower; Christensen, 1995; ).

Hinzu kommt, dass mit technologischen Innovationen häufig auch die Notwendigkeit einer Verhaltensänderung des Kunden einhergeht, welche von diesem als eher „unbequem“ wahrgenommen wird und intensive Schulungsmaßnahmen beim Kunden unentbehrlich macht (Lynn et al. 1996; Urban et al, 1996). Aufgrund der genannten kognitiven und verhaltensbezogenen Barrieren würde eine alleinige Ausrichtung auf die „Stimme“ des Kunden in vielen Fällen den Abbruch des anvisierten technologie-getriebenen Innovationsprojektes bedeuten. Hierzu zwei Beispiele: Führende US- Radiologen rieten vor Jahren General Electric vehement davon ab, die Computer Axial Tomographie weiterzuentwickeln, eine Technologie die sich später und bis zum heutigen Tag als Durchbruchsinnovation herausstellen sollte (Lynn et al., 1996). Wieso? Die befragten Ärzte sahen für den Ersatz der bis dahin schon fast traditionell genutzte Röntgentechnologie keine Notwendigkeit. GE war mit seiner neuen Technologie nicht nur gegen eine etablierte Technologie, sondern auch gegen etablierte und seit Jahrzehnten tradierte Verhaltensmuster und -abläufe angetreten. So lern(t)en angehende Ärzte bereits auf der Universität mit Röntgengeräten zu arbeiten, und diese begleit(et)en Ärzte über ihren gesamten Berufsweg in ihrer praktischen Arbeit wie auch in der Forschung. Auch das US-Unternehmen Corning gelang mit der erfolgreichen Entwicklung der „Optical Fiber“ eine Breakthrough-Innovation nur deshalb, weil es die negative Einschätzung seines bedeutendsten Einzelkunden AT&T ignorierte und an dieser Technologie weiterarbeitete (Lynn et al., 1996). Da schwer abzusehen ist, wann Kunden für die technologische Innovation „reif“ sind bzw. wann die Probleme auf Technologieseite beseitigt sind, ist ferner der Zeitpunkt der Markteinführung nur schwer abschätzbar.

Hieraus könnte man die Schlussfolgerung ziehen, dass Vorfelddgespräche mit den Zielkunden einer technologie-getriebenen Innovation zur Abklärung deren (späterer) Kauf- und Einsatzbereitschaft meistens zu Abbrüchen derartiger Projekte führen müssten. Diese These geht unseres Erachtens jedoch zu weit; in diesem Zusammenhang halten wir insbesondere die folgenden zwei Fragen für äusserst relevant:

1. Welchen Beitrag können Kunden i.e.S., d.h. Personen die Produkte kaufen und nutzen, im Rahmen entwicklungs-getriebener Projekte zu welchen Zeitpunkten im Gesamttablauf des Entwicklungsprozesses leisten?
2. Können Unternehmen möglicherweise durch Einbindung von Kunden bzw. Anwendern aus analogen Applikationsfeldern deutlich mehr profitieren?

Von Hippel hat bereits in den frühen 1980er Jahren auf die Existenz von sog. Lead Usern hingewiesen, die sich im Vergleich zu durchschnittlichen Kunden/Anwendern im Hinblick auf ihr Innovationspotential deutlich unterscheiden. So hat von Hippel beispielsweise anhand der Entwicklung integrierter Schaltkreise belegt, dass solche Lead User Herstellern neben reinen Bedarfsdaten auch vollständig neue Produktkonzeptionen und Designs liefern können. Von Hippel charakterisiert diese Anwender durch folgende zwei Merkmale (von Hippel, 1988):

- «Lead users face needs that will be general in marketplace-but face them months or years before the bulk of that marketplace encounters them, and
- Lead users are positioned to benefit significantly by obtaining a solution to, those needs.»

Das erste Eigenschaftsmerkmal bringt zum Ausdruck, dass Lead User über die notwendige «real-world experience» bezüglich zukünftiger Bedürfnisse verfügen. Lead User sind mit Bedingungen vertraut, die für die Mehrheit der Produkthanwender noch weitgehend in der Zukunft liegen; sie sind somit trendführend in ihrer Branche und können als Experten für unterschiedliche produkt- oder prozessbezogene Fragestellungen betrachtet werden. Das zweite Eigenschaftsmerkmal knüpft an der Vorstellung an, dass Anwender, die sich von einer Problemlösung einen besonders hohen (ökonomischen) Nutzen versprechen, auch eher an einer

aktiven Lösung dieses Problems interessiert sind als solche, denen diese keinen hohen Nutzen bringt.

Hierbei ist wichtig zu beachten, dass Lead User nicht nur oder notwendigerweise in der Zielgruppe der (späteren) Produktkunden zu finden sind. Grundsätzlich lassen sich drei unterschiedliche Kategorien von Lead Usern erkennen:

1. Lead User in der Zielgruppe für (spätere) Produkte und Anwendungen;
2. Lead User in analogen Märkten für ähnliche Produkte und Anwendungen;
3. Lead User hinsichtlich bestimmter relevanter Problemattribute bzw. Merkmale mit Relevanz für den Zielmarkt;

Hierzu ein Beispiel, wiederum aus dem Bereich der Röntgentechnologie (entnommen aus von Hippel et al., 1998): Ein bedeutender Hersteller von Röntgengeräten hatte sich entschlossen, eine Lead User Gruppe zur Formulierung neuartiger Produkte-Konzepte zu formieren. Ein in dem Unternehmen zusammengestelltes Team identifizierte zwei wesentliche Trends für Röntgengeräte: 1. höhere Bildauflösung und 2. bessere Verfahren zur Identifizierung von „schwachen“ Mustern, wie Tumoren in frühen Stadien. Auf der Suche nach geeigneten Lead Usern stieß das Unternehmen auf Lead User aus den drei genannten Kategorien:

1. Lead User als Teil der Zielgruppe für Röntgengeräte; hierbei handelt es sich um Röntgenärzte, welche sich aufgrund ihrer intensiven Arbeit und Auseinandersetzung mit Röntgengeräten als besonders qualifiziert und anspruchsvoll herausstellen.
2. Lead User aus analogen Produktbereichen; hierbei handelte es sich um Entwicklungsingenieure, die sich speziell mit der Bildumsetzung von elektronischen Mikroskopen, beispielsweise aus der Halbleiterindustrie, beschäftigen.
3. Lead User hinsichtlich spezieller, relevanter Probleme oder Produktattribute; solche Lead User wurden beispielsweise unter Spezialisten gefunden, die sich mit Problemen der akustischen Mustererkennung auseinandersetzen.

Die Frage bleibt offen, ob sich mit dieser Gruppe von Lead Usern auch die Grundlagen für die CTM-Technologie (siehe Abschnitt 3.1) hätte finden lassen können. Wir können hier nur spekulieren, doch die Wahrscheinlichkeit wäre wohl eher gering gewesen, weil bereits die Ausgangsfragestellung in beiden Beispielen eine ganz andere gewesen ist.

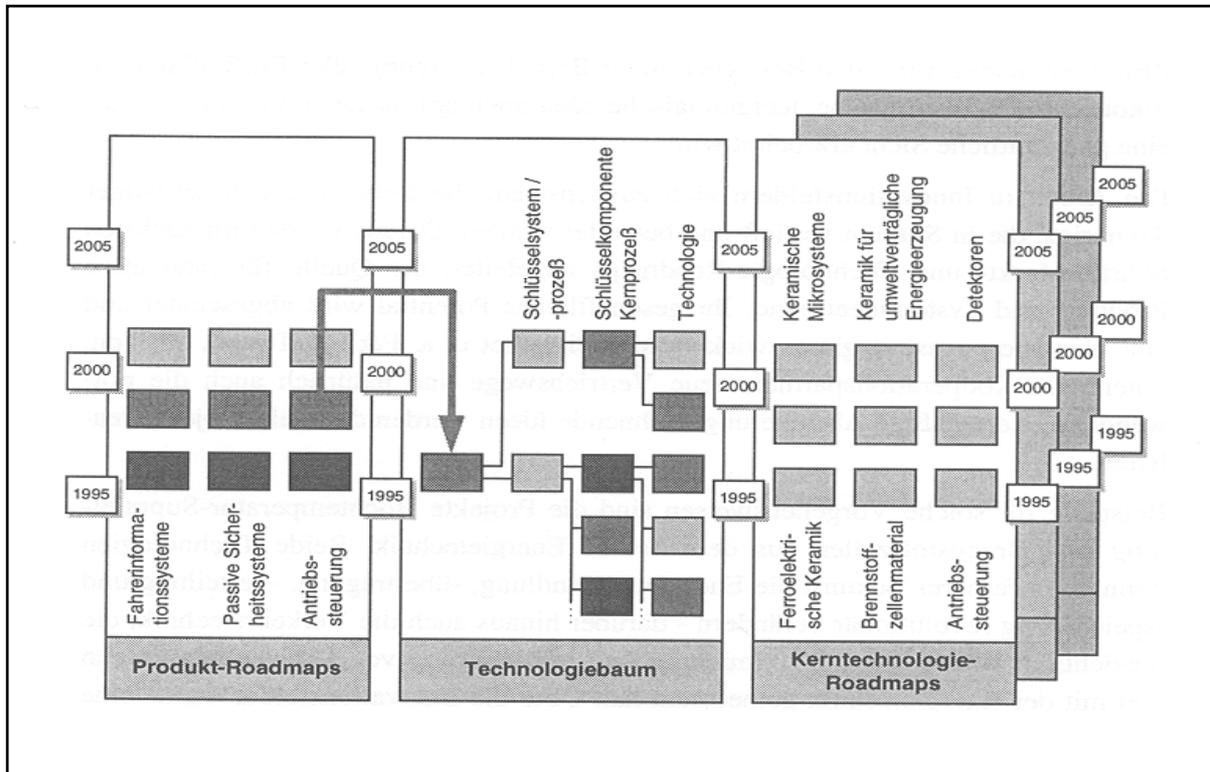
Die Einbindung von Kunden in technologie-getriebene Innovationsprojekte kann daher unseres Erachtens weder pauschal abgelehnt noch befürwortet werden. Die empirische Innovationsforschung hat jedoch die Existenz und Relevanz von Lead Usern zumindest in zahlreichen Industrien nachgewiesen (Shah; 2000; Lüthje; 2000; von Hippel et al., 1999; Herstatt; von Hippel, 1991).

### **3.3 Begrenzte Eignung konventioneller Marktforschungsmethoden**

Neben den geschilderten kundenbezogenen Problemen erweisen sich oft auch konventionelle Marktforschungsmethoden als wenig hilfreich, die technologie-getriebenen Innovationen inhärente Marktunsicherheit abzubauen. Konventionelle Marktforschungsmethoden wie Kundenbefragungen und Fokusgruppen-Diskussionen sind ihrer Natur nach auf eher kurzfristige Fragestellungen (Orientierung an den Kunden von heute) angelegt und führen mit ihrer Ausrichtung auf bestehende Produktprogramme eher zur Entwicklung inkrementaler Neuheiten. Der marktorientierte Informationsbedarf technologie-getriebener Innovationsprojekte ist aber im Gegensatz dazu in die Zukunft gerichtet (Orientierung an Kunden und Märkten von morgen) und hat tendenziell radikale Neuheiten zum Gegenstand. Technologie-getriebene Inno-

vationsprojekte erfordern somit verstärkt explorative und antizipative Marktforschungsmethoden, die sich von der Orientierung an augenblickliche Kundenbedürfnisse lösen können (Deszca, 1999; Lender, 1991).

**Abb. 2: Kombinierte Technologie- und Produkt-Roadmap**



(Quelle: in Anlehnung an Weyrich, 1996, S.123)

So stellt beispielsweise das Roadmapping ein Verfahren dar, bei dem mit Hilfe von Expertenworkshops die zukünftige Entwicklung (bis zu 15 Jahre) von Technologien und Produkten systematisch antizipiert und anhand von Zeitpfaden (den Roadmaps) visualisiert wird (Vinkemeier, 1999). Derartige Roadmaps können dabei von der Gegenwart ausgehend in die Zukunft projiziert oder aber aufbauend auf vorher entworfenen Szenarios retrograd entwickelt werden. Als besonders aussagekräftig erweist sich diese Methode, wenn die Technologie-Roadmap mit der Produkt-Roadmap über sog. Technologie-Bäume abgeglichen wird (Groenvelde, 1997). Hierbei erfolgt eine Analyse, welche Technologien zur Entwicklung einer bestimmten zukünftigen Produktgeneration erforderlich sind. Ergeben sich „weiße Flecken“ in der eigenen Technologie-Roadmap, so sind diese durch das Eingehen von F&E-Kooperationen, Technologie-Akquisitionen oder Eigenentwicklung aufzufüllen. Somit unterstützt Roadmapping den Entscheidungsprozess hinsichtlich strategischer F&E-Prioritäten und sensibilisiert die an der Entwicklung der Zukunftspfade beteiligten Personen aus F&E, Produktion und Marketing für technologische Diskontinuitäten, welche häufig das Entstehen einer neuen Produktgeneration einläuten. In der Literatur bekannt gewordene Anwendungen finden sich insbesondere bei der Siemens AG, die Technologie- und Produkt-Roadmaps in unterschiedlichen Geschäftsbereichen erstellt und strategisch nutzt (von Mirow, 1988; Weyrich, 1996). Abbildung 2 veranschaulicht die Integration von Technologie- und Produktroadmap an einem Beispiel aus der Siemens-Automobiltechnik.

Eine weitere, relativ junge Marktforschungsmethode, welche im Hinblick auf die marktseitigen Besonderheiten technologie-induzierter Entwicklungsprojekte konzipiert wurde, ist das

sog. „Information Acceleration“ (Urban et al., 1997). Auf Prototypen-Ebene ansetzend, bedient sich „Information Acceleration“ konsequent der Potentiale von Virtual Reality und weiterer Multimedia-Anwendungen, um Kunden möglichst authentisch in den anvisierten Zukunfts-Kontext versetzen zu können. Solche Simulationen ermöglichen dem Test-Kunden, virtuelle Erfahrungen mit der auf innovativen Technologie-Konzepten basierenden radikalen Neuheit zu machen. Zusätzlich wird die zukünftige Kaufentscheidungssituation durch das Bereitstellen von Informationsquellen (Zeitungen, Magazine, andere Kunden, Verkaufspersonal usw.) auf einem Multi-Media PC simuliert. Nachdem sich die Kunden – gegebenenfalls durch das Ausprobieren eines realen Prototypen- ein Bild von der Innovation gemacht haben, werden deren Wahrnehmungen, Präferenzen und Kaufabsichten erhoben. Neben dem Generieren von Kunden-Feed-Back ist es das Ziel von „Information Acceleration“, möglichst valide das Kaufverhalten der Konsumenten in der Zukunft abzubilden, um Voraussagen hinsichtlich des Absatzverlaufes der technologie-induzierten Innovation treffen zu können (Rosenberger; de Chernatony, 1995). „Information Acceleration“ eignet sich insbesondere für technologie-induzierte Durchbruchinnovationen, weil es den durch die neuen Technologien aufgespannten Zukunftskontext und das Zukunftsprodukt simuliert und dadurch dem Kunden den Aufbau eines zumindest virtuellen Erfahrungswissens ermöglicht. Zudem erlaubt Information Acceleration, den Kunden schon in sehr frühen Phasen des technologie-induzierten Entwicklungsprojektes aktiv mit einzubeziehen. Dadurch können zum einen wertvolle Informationen für eine stärker kunden- und marktorientierte Technologieentwicklung generiert werden. Zum anderen trägt „Information Acceleration“ zur Verkürzung der Entwicklungszeit bei, weil das „Virtual Prototyping“ die aufwendige und langwierige Konstruktion realer Prototypen sowie darauf aufsetzende Marktforschungszyklen teilweise entbehrlich macht (Adamjee, 1994). „Information Acceleration“ steht somit auch im Einklang mit dem empirischen Befund, daß erfolgreiche technologie-getriebene Entwicklungsprojekte sich durch ein frühzeitiges Prototyping auszeichnen, welches die Basis für Kunden-Feed-Back liefert. Praktische Anwendungserfahrungen mit „Information Acceleration“ sind in der Literatur kaum beschrieben. Solche Anwendungen existieren bspw. im Zusammenhang mit der Fahrzeugentwicklung bei General Motors (Urban et al., 1997). Problematisch sind in diesem Zusammenhang folgende Punkte:

- Die Durchführung eines „Information Acceleration“-Projekts verursacht erhebliche Kosten. Diese liegen bei ca. 100.000 US Dollar pro Versuchsanordnung;
- Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung eines „Information Acceleration“-Projekts erfordern einen erheblichen Vorbereitungsaufwand (mehrere Wochen bis Monate); Unternehmen fällt es daher oft schwer, die entsprechenden Ressourcen hierfür bereitzustellen.

Eine weitere, mögliche Alternative zu „Information Acceleration“ bildet die Nutzung von Virtual Reality Technologien zur dreidimensionalen Darstellung von neuartigen Technologien im Kontext von Einzelprodukten, Produktsystemen oder Nutzungszusammenhängen (Rosenberger; Cherantony, 2000). Problematisch hierbei ist allerdings, dass derartige Versuche heute meist lediglich im Rahmen der testenden Marktforschung genutzt werden, d.h. zu einem Zeitpunkt, wo die eigentliche Entwicklungsarbeit oft schon zu einem grossen Teil abgeschlossen ist. Die Nutzung virtueller Technologien und hierzu erhältlicher Software und Hardwaresysteme zur kreativen Gestaltung in den sehr frühen Phasen des Innovationsprozesses ist noch wenig fortgeschritten (hierzu Herstatt/Dockenfuß, in Vorbereitung).

### **3.4 „Probe and Learn“ anstelle von „Stage-Gate-Prozessen“**

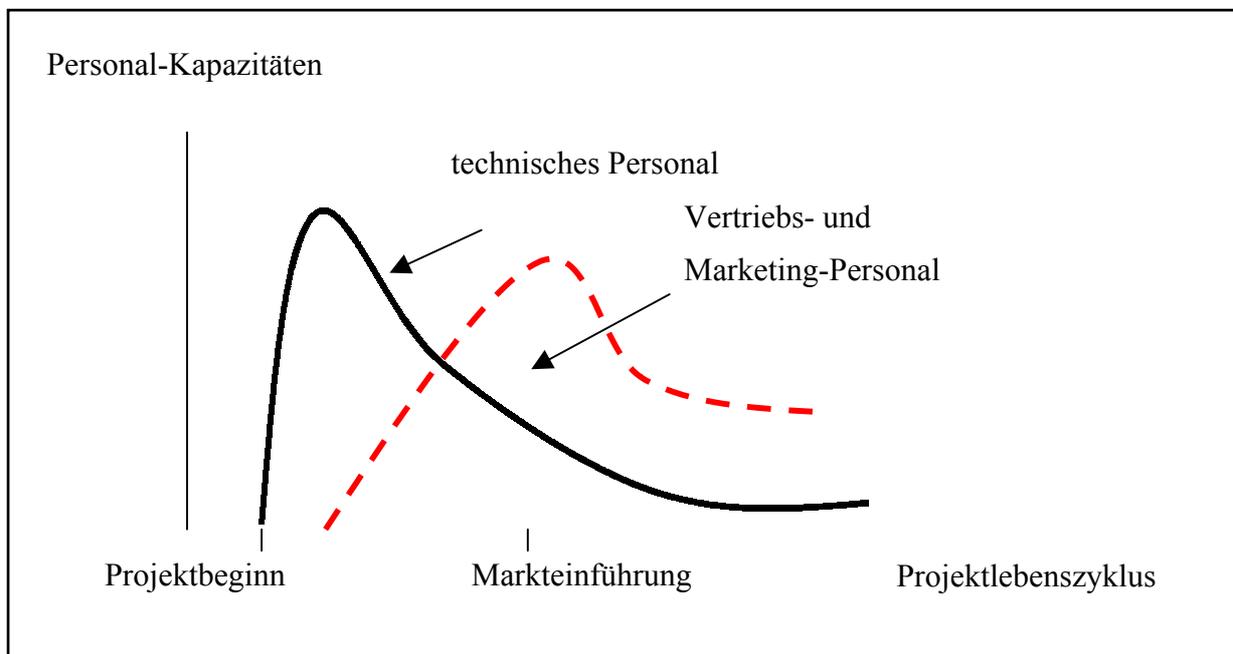
Lynn et al. zeigen anhand von Fallstudien, daß ein iterativ angelegter „Probe and Learn“-Prozess den Besonderheiten von „Technology Push“-Projekten am besten Rechnung trägt

(Lynn et al. 1996). „Probing and Learning“ bedeutet hierbei, potentielle Kunden bereits in sehr frühen Stadien mit noch nicht notwendigerweise ausgereiften Prototypen zu konfrontieren, um durch das dadurch erworbene „Markt“-Wissen Anhaltspunkte für die Entwicklung des nächsten Prototypen zu erhalten. Die durch das Wiederholen dieses Prozesses erzeugten iterativen Lernschleifen bauen dabei sukzessive Markt- und Technologie-Unsicherheit ab und tragen zu einer an den potentiellen Bedürfnissen des Kunden ausgerichtete Technologie-Entwicklung bei.

Durch seinen experimentellen und iterativen Charakter unterscheidet sich „Probing and Learning“ deutlich von sogenannten „Stage Gate“-Innovationsprozessen, welche in sequentieller Weise einzelne Phasen (z.B. Ideengenerierung, Konzeptentwicklung, Entwicklung, Prototyp/Markttest, Markteinführung) durchlaufen. Solche „Stage Gate“-Prozesse haben sich eher für die Entwicklung von markt-getriebenen, inkrementalen Innovationen als hilfreich erwiesen (z.B. Cooper; Kleinschmidt, 1990), während sie für technologie-induzierte Durchbruch-Innovationen aufgrund der diesen innewohnenden Unwägbarkeiten und Risiken kontraproduktiv sein dürften (Dermott, 1999; Song; Montaya-Weiss, 1998; Veryzer, 1998 b; Rice et al., 1998; Lynn et al., 1996).

Ein auf iterative Lernschleifen angelegter, flexibler „Probe and Learn“-Prozess setzt seinerseits einen sehr früh einsetzenden Informationsaustausch an der Schnittstelle zwischen F&E und Marketing voraus. Gerade eine solch frühe Integration von F&E und Marketing findet sich in der Praxis technologie-getriebener Projekte jedoch nur selten, vielmehr wird das Marketing-Personal oft erst kurz vor der Markteinführung involviert (siehe Abbildung 3).

**Abb.3: Involment von technischem Personal und Vertriebs-/Marketing-Personal im Produktlebenszyklus**



(Quelle: eigene Darstellung)

Diese Beobachtung mag auch mit dem hohen Konfliktpotential, welches gerade bei technologie-getriebenen Entwicklungsprojekten zwischen beiden Bereichen besteht, zusammenhängen. So strebt das Marketing in seinem traditionellen Rollenverständnis nach einer schnellen Vermarktbarkeit, eine Eigenschaft, die der technologie-induzierten Innovation aber oftmals

fehlt. Somit setzt ein erfolgreicher „Probe and Learn“-Prozess auch ein verändertes Rollenverständnis des Marketing voraus.

„Probing and Learning“ hat aber noch weitreichendere Auswirkungen: damit das technologiegetriebene Entwicklungsprojekt nicht nach dem ersten, spätestens aber nach dem zweiten negativen Kunden-Feed-Back (welches aufgrund des fehlenden Erfahrungs- und Technologie-Wissens, der Abkehr vom Konventionellen sowie der Notwendigkeit der eigenen Verhaltensänderung eine wahrscheinliche Kundenreaktion ist) abgebrochen wird, muss das Projekt für das Unternehmen eine zentrale strategische Bedeutung aufweisen und eine entsprechende Abdeckung aus dem Top-Management erfahren. Gerade das Top-Management hat für eine Kultur und ein Umfeld Sorge zu tragen, die es dem Entwicklungsteam ermöglicht, kreativ und unkonventionell zu denken sowie aus Fehlern zu lernen. Das Entwicklungsteam seinerseits bedarf einer hohen Lernfähigkeit und einer hohen Lernbereitschaft, um das den Lernschleifen innewohnende Potential ausschöpfen zu können (Lynn, 1998).

Abbildung 4 fasst die in diesem Abschnitt diskutierten marktbezogenen Besonderheiten technologie-induzierter Entwicklungsprojekte nochmals zusammen und kontrastiert diese mit der Konstellation des „Market Pull“.

**Abb. 4: Marktbezogene Besonderheiten technologie-induzierter Entwicklungsprojekte**

<i>Innovationstreiber</i> <i>Kriterien</i>	Technologie Push	Market Pull
Potentielle Markt-Applikationen	<b>Unbekannt</b>	<b>Bekannt</b>
Erfahrungswissen des Kunden	<b>Nicht vorhanden</b>	<b>Vorhanden</b>
Frühzeitige Einbeziehung des Kunden	<b>Problematisch</b>	<b>Unproblematisch</b>
Verhaltensänderung des Kunden	<b>Meist erforderlich</b>	<b>Nicht erforderlich</b>
Kunden-Schulung	<b>Meist erforderlich</b>	<b>Nicht erforderlich</b>
Markteintrittszeitpunkt	<b>Unsicher</b>	<b>Relativ sicher</b>
Form der Informationsgewinnung	<b>„Explorierende“ Marktforschung</b>	<b>Konventionelle Marktforschung</b>
Innovationsprozess	<b>„Probe and Learn“- Prozess</b>	<b>„Stage-Gate“-Prozess</b>

(Quelle: Eigene Darstellung)

Die zum Teil sehr deutlichen Unterschiede, die vor allem in marktbezogener Perspektive zwischen den beiden Projekt-Typen bestehen, führen zu der Annahme, dass sich auch die Ausgestaltung des Projektmanagements je nach Projekt-Typ unterscheiden muss. Im folgenden Abschnitt stellen wir daher einige Überlegungen an, welche Implikationen insbesondere aus den skizzierten marktbezogenen Besonderheiten technologie-getriebener Entwicklungsprojekte für deren konkretes Management erwachsen. Dabei konzentrieren wir uns auf strukturorganisatorische, strategische sowie gestaltungstechnische Aspekte.

## **4 Einige strukturorganisatorische, strategische sowie gestaltungstechnische Aspekte des Management von technologie-getriebenen Projekten**

### **4.1 Initialisierung und Durchführung technologie-getriebener Projekte: zentrale versus dezentrale organisatorische Einbettung**

Initialisierung und Durchführung technologie-getriebener Projekte kann sowohl in einer zentralen, dezentralen, gemischt zentral-dezentralen FuE oder auch im Verbund mit Forschungs- und Entwicklungspartnern ausserhalb des eigenen Unternehmens erfolgen (siehe auch Abschnitt 3). Die ideale Strukturorganisationsform für diesen Innovationstyp dürfte es wohl kaum geben. Geht es aber insbesondere darum zu gewährleisten, dass die am Suchprozess Beteiligten von den augenblicklichen Geschäftsfeldern abstrahieren können und möglichst viele potentielle Applikationsfelder, in denen die innovativen Technologien eine Rolle spielen, in die Analyse mit einzubeziehen, spricht einiges für eine dezentrale strukturorganisatorische Lösung. Weitere Kennzeichen einer solchen Organisationsform sind Flexibilität, geringe Tiefengliederung und (Teil-)Autonomie (Bleicher, 1991).

Ein anschauliches Beispiel für eine derartige Strukturorganisation bildet die Mannesmann Pilotentwicklung (mpe), die 1992 gegründet wurde. In Zusammenarbeit mit den Vodafone/Mannesmann Unternehmen liegt ihre Hauptaufgabe darin, die neuesten Konzern-Technologien im Hinblick auf ihr Applikationspotential zu analysieren. Im Gegensatz zu anderen Konzernen verfügt Mannesmann über keine zentrale FuE und die Innovationsvorhaben der einzelnen Teilkonzerne werden von den zugehörigen Entwicklungsabteilungen initiiert. Um Innovationen über diese Teilkonzerne hinaus sicher zu stellen, schafft die mpe eine Art Ideenraum, in dem Innovationen für eine Markteinführung in drei bis sieben Jahren reifen. Die mpe ist eine 100%ige Tochter der Vodafone/Mannesmann AG und untersteht direkt dem Vorstand Technik der Konzernzentrale. Sie setzt sich aus einem hochqualifizierten Team von ca. 70 Personen zusammen: Ingenieure, Naturwissenschaftler, Informatiker und Betriebswirte arbeiten in unterschiedlichen Projektteams zusammen. Ein permanentes intern wie extern ausgerichtetes Technologiemonitoring bildet die Grundlage. Zu den praktizierten Vorgehensweisen gehören eine hochmotivierte Zusammenarbeit und unternehmensübergreifende Kooperationen in interdisziplinär operierenden Teams. Mit der mpe wurden seit ihrem Bestehen zahlreiche positive Erfahrungen gesammelt. Dies beweisen zahlreiche Patente, Prototypen und schliesslich neue Geschäftsfelder bis hin zur Neugründung von Gesellschaften. Als Erfolgsfaktoren für teilkonzernübergreifende Innovationsteams, die mit der Exploration von neuen Technologien beauftragt sind, haben sich folgende Rahmenbedingungen herauskristallisiert (Kainzbauer; Kaelber, 1998):

- Interdisziplinäre Teamzusammensetzung
- Einbindung von Lead Usern in den Entwicklungsprozess
- Zeitlichen und gedanklichen Freiraum sicherstellen, aber gleichzeitig durch eine konsequente Projektplanung Meilensteine und Endtermine setzen
- Unterstützung zur Evaluation der Planungen durch schnelle Informationszugänge wie Internet und Datenbanken
- Räumliche und zeitliche Konzentration der Teams zur Förderung der direkten informellen Kommunikation und Beschleunigung

- Unterstützung der Teams durch hochrangige Promotoren wie Vorstände oder Geschäftsführer

Die mpe stellt aus unserer Sicht eine besonders erfolgsversprechende Organisationsform dar, mit der die Exploration möglicher innovativer Einsatzgebiete neuer Technologien gezielt gefördert werden kann.

Ähnliche Wege hat mittlerweile auch der Daimler-Chrysler Konzern wie auch die Hüls AG beschritten. In diesen Aktivitäten lassen sich dann auch durchaus positive Effekte beim Zusammengehen von Konzernen („Megamerger“) erkennen. So hat sich bspw. die Hoffmann-La-Roche Gruppe (Therapeutika) durch Übernahme von Böhlinger Mannheim (Diagnostika) den Zugang zu einem ganz neuen Geschäftsfeld mit erheblichem Innovationspotential (Kombiertes Diagnostika-/Therapeutika-Geschäft) sichergestellt. Zur Zeit werden in diesem neuen Unternehmen Produkte entwickelt, die es Patienten ermöglichen werden, bestimmte Krankheitsbilder selbstständig zu diagnostizieren und zu therapieren.

#### **4.2 Etablieren technologie-getriebener Projekte im Rahmen eines neuen Portfolio-Verständnisses**

Die Zusammensetzung und dynamische Anpassungsfähigkeit des Projektportfolios nach den Gesichtspunkten Risiken und Zeithorizont ist in technologie-getriebenen Unternehmen von zentraler Bedeutung. Hierbei ist die Projektdefinition (Inputvariable) natürlich besonders kritisch, da aufgrund der hohen technologischen und marktlichen Unsicherheiten bei „Technology Push“-Projekten die Ausfallraten von Projekten gerade in den frühen Phasen der Produkt- und Prozessentwicklung extrem hoch sein können; so rechnet man bspw. in der pharmazeutischen Industrie mit einer Realisierungsrate von 1:1000.

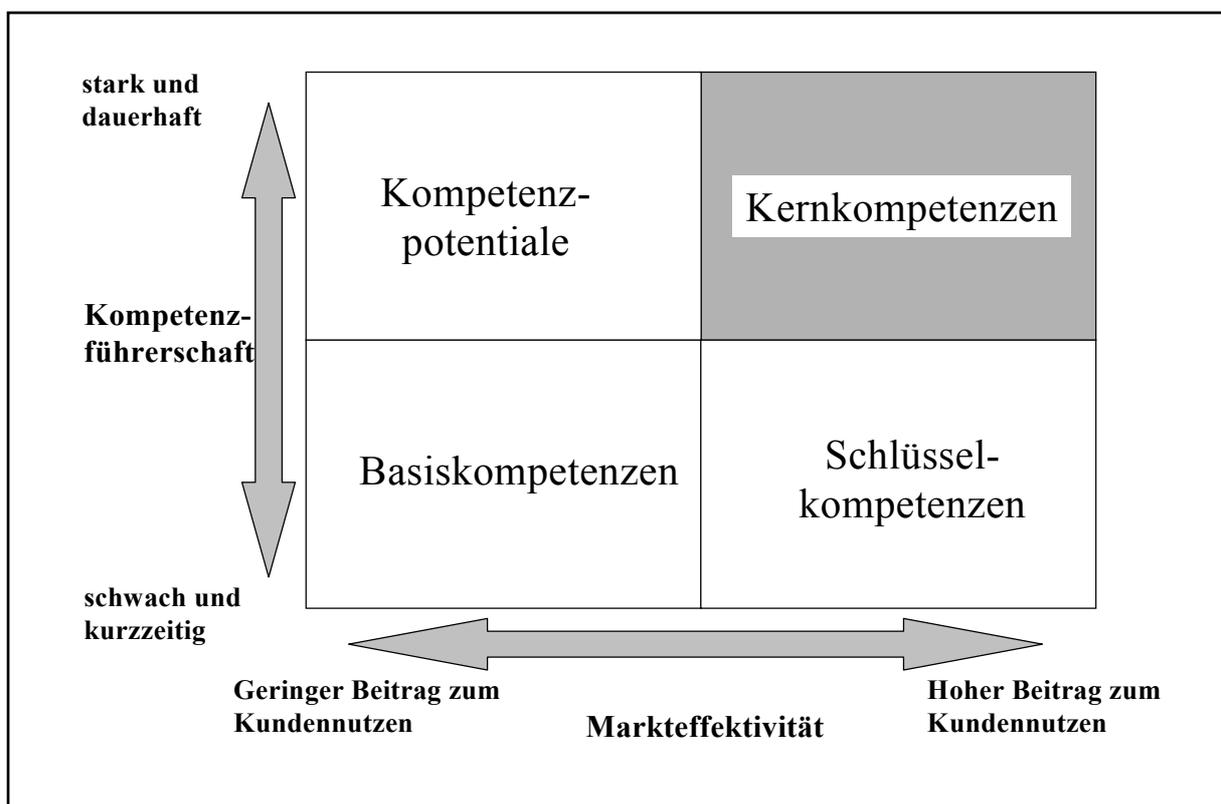
Die Definition der Projekte kann als ein multidimensionales Entscheidungsproblem unter Bedingungen hoher Unsicherheit betrachtet werden. Dabei muss die Attraktivität des Projektes bereits zum frühestmöglichen Zeitpunkt, idealerweise zum Zeitpunkt der Initiierung geschätzt werden. In der Praxis werden hierzu heute unterschiedliche entscheidungstheoretische Ansätze genutzt, um die Projektattraktivität anhand verschiedener Attraktivitäts- wie Risikodimensionen zu einer Gesamtattraktivität zu vereinen (bspw. Renditeerwartungen abgeleitet aus erwartetem Marktanteil, Umsatz und Kosten; Risiken abgeleitet aus Verwertungsrisiko, technisches Risiko oder Substitutionsrisiko). Diese Ansätze sind aus mehrererlei Gründen, insbesondere im Zusammenhang mit „Technology Push“-Projekten unbefriedigend:

- Die Entscheidungsdimensionen sind meist nicht wirklich unabhängig; Portfolien und die aus solchen abgeleiteten Entscheidungen basieren jedoch alle auf der Orthogonalitätsprämisse;
- Die entscheidungstheoretischen Verfahren sind ergebnisorientiert angelegt und sagen nichts über den eigentlichen Prozess der Entscheidungsfindung aus; gerade aber dieser spielt in der frühen Phase einer Entwicklung eine zentrale Rolle.
- Die Entscheidungsdimensionen lassen sich meist nur vage beschreiben und die hieraus abgeleiteten Portfolien stellen daher nur eine meist sehr begrenzte Entscheidungshilfe dar. Schätzungen und Gewichtungen der Dimensionen sind mit hohen Unsicherheiten behaftet und Interessen- und Ressourcenkonflikte prägen das Bild.
- Die Einsatzgebiete für die Technologien sind ja meistens noch gar nicht bekannt; daher können auch Marktpotentiale sowie alle sich hieraus ableitenden quantitativen Größen nicht hergeleitet werden.

Neben den beschriebenen methodischen und anwendungsbezogenen Problemen bei der Nutzung von Projektportfolios dominierte lange Zeit eine interne Optik. Insbesondere im Zusammenhang mit der Diskussion um Kernkompetenzen (Hamel/Prahalad, 1986) hat daher in der Praxis das Interesse an den „klassischen“ Portfolios mittlerweile nachgelassen. Anstelle die gesamte Wertschöpfungskette, angefangen von Forschung und Entwicklung, Produktion und (Eigen-)vermarktung, möglichst komplett abzudecken, versuchen Unternehmen heute eher auf der Basis ihrer spezifischen Kernkompetenzen entsprechende Kompetenzplattformen aufzubauen. Das frühzeitige Identifizieren von potentiellen Partnern mit entsprechend asymmetrisch angelegten Kompetenzstrukturen rückt damit in den Vordergrund des Interesses.

Zur groben Positionierung und ersten Beurteilung der „Technology Push“-Projekte bietet sich daher alternativ zu einer klassischen Portfolio-Analyse die Betrachtung der Projekte im Rahmen eines Kompetenz-Portfolios an (siehe Abbildung 5). Bei dieser Optik werden die „Technology Push“ Projekte anhand der Dimensionen „Beitrag zur Kompetenzführerschaft“ sowie „Beitrag zur Erzielung von Kundennutzen (Markteffektivität)“ analysiert.

**Abb. 5: Beurteilung von „Technology Push“-Projekten anhand der Dimensionen Kompetenzführerschaft und Markteffektivität**



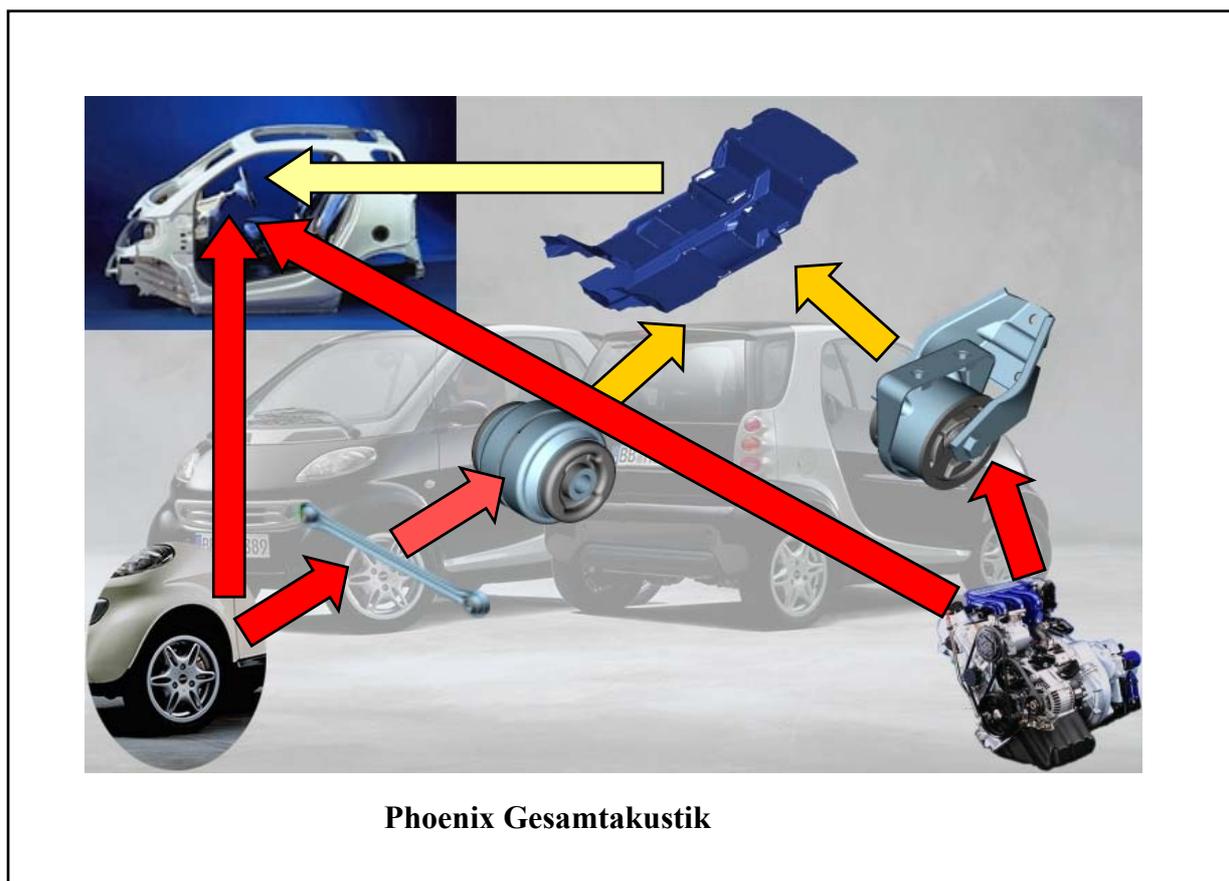
(Quelle: Herstatt et al., 1996)

Sollte sich bei dieser Betrachtung der Projekte bspw. herausstellen, dass das Unternehmen selber nicht über die erforderlichen technologischen oder marktlichen (Kern-) Kompetenzen verfügt, um eine technologie-induzierte Innovation im Markt erfolgreich umzusetzen, bietet es sich an, diese bei geeigneten strategischen Partnern zu suchen und Beziehungsplattformen zu etablieren.

Die latente Gefahr, dass neuartige Technologievorhaben bereits in einem sehr frühen Stadium der Entwicklung wieder aus dem FuE-Portfolio „verschwinden“, weil es (noch) nicht gelingt, attraktive Applikationsgebiete zu erkennen und hieraus Aussagen über Marktpotentiale und

zukünftige Umsätze abzuleiten, wird bei dieser Art der kompetenz-basierten Betrachtung abgeschwächt. Hierauf aufbauend kann dann ein „Bottom-up“ Ansatz etabliert werden, bei dem unterschiedlichste Einsatzgebiete der in Entwicklung befindlichen Technologien im Hinblick auf deren Kernkompetenzen-Relevanz gescreent werden. Gelingt dies über Bereichsgrenzen und Unternehmensgrenzen hinaus, lassen sich hierdurch oft ganz neuartige Geschäftstypen schaffen. Hierzu ein Beispiel: Das Automobilzulieferunternehmen Phönix entwickelt, produziert und verteilt traditionell Kautschuck- und Gummiprodukte für unterschiedliche Anwendungsfelder in Fahrzeugen (z.B. Reifen, Schläuche, Muffen, Dichtungen, etc.). Die Entwicklungsvorhaben in den jeweiligen Produktgruppen wurden bisher isoliert analysiert (FuE-Portfolios der Bereiche). Hierbei wurden Einzelprojekte mit geringen Volumenbeiträgen oft frühzeitig fallengelassen, Kernkompetenzen wurden nicht spezifisch thematisiert. Im Rahmen eines Stragieprojektes ist man dann dazu übergegangen, die verbindenden Elemente hinter den Einzelvorhaben in F&E zu suchen und die spezifischen Kompetenzen des Unternehmens zu identifizieren. Hierbei stellte sich heraus, dass diese Phönix-Produkte alle im Zusammenhang mit der Geräuschdämpfung in Fahrzeugen stehen. Hierauf basierend wurde ein neues Geschäftsfeld „Akkustikmanagement“ etabliert, fehlende Kompetenzen und Schlüsselkomponenten in Form von Kooperationen (z.B. mit dem Unternehmen Freudenberg) oder Akquisitionen hinzugefügt und im Rahmen einer neuen Gesellschaft (Vibrakustik AG) weiter ausgebaut. Die Entwicklung der Innenraumakustik des SMART war hierbei ein erstes wesentliches Referenzprojekt (siehe Abbildung 6).

**Abb 6: Kernkompetenzenbasierte Bottom-up-Planung des neuen Geschäftsfelds Akkustikmanagement bei der Phönix AG**



(Quelle: Vorstandspräsentation )

Typische Fragen, die sich Unternehmen bereits in einer frühen Phase der Technologieentwicklung insbesondere im Zusammenhang mit potentiellen Entwicklungs-, Produktions- und Vermarktungspartnern stellen, sind bspw.:

- Haben wir ein gutes Verständnis der relevanten Innovationsquellen in unserer Industrie?
- Mit welchen Kompetenzen und Aktivitäten positionieren wir uns in diesem Innovationsgeschehen?
- Haben wir Zugang zu massgeblichen Personen und Unternehmen, die hinter den Entwicklungsprojekten stehen?
- Welches sind für uns die optimalen Partner für eine Zusammenarbeit in den Entwicklungsprojekten sowie sich hieraus ableitenden, weiteren wertschöpfungsrelevanten Aktivitäten?
- Was ist die Vision und Strategie dieser potentiellen Partner, wer sind die massgebenden Entscheider (Machtpromotoren) sowie weitere bedeutungsvolle Promotoren (Fach-, Beziehungs-) in diesen Organisationen?
- Wie können wir maximal von der Bündelung interner wie externer Kompetenzen profitieren?

Im Ergebnis führen solche Betrachtungen nicht nur oft zu einer dynamischen Anpassung der FuE-Portfolios sondern auch möglicherweise zu einer stark vom Ist-Zustand abweichenden Architektur der Technology-make, -buy und -kooperationsstrategie sowie zur Anbahnung der Zusammenarbeit mit Partnerunternehmen mit asymmetrisch verteilten Kompetenzfeldern.

#### **4.2 Frühzeitig Marktnähe in den Projekten und Validierung der Technologierelevanz realisieren**

Auf die möglichen Probleme der Einbindung von Kunden und Anwendern in den frühen Phasen der Technologieentwicklung sind wir bereits in Abschnitt 3.2 eingegangen. Insbesondere die Erkenntnisse, die aus den Arbeiten von Hippels und seiner Schüler abgeleitet werden können, sprechen klar für eine frühzeitige Einbindung besonders qualifizierter Kunden. Hierbei muss man sich jedoch von der engen Vorstellung des Kunden i.e.S. zugunsten eines weiter ausgelegten Kunden-Begriffs (Lead User) lösen. Im weitesten Sinne kommen hier auch Experten mit Wissen aus analogen Fragestellungen in Frage.

Eine solche, auf dem Lead User Modell aufbauende gedankliche Abstraktion ist die Vorstellung sog. analoger Extremanwender. Hierbei handelt es sich um Anwender in analogen Industrien, die unter extremen Bedingungen arbeiten und die aufgrund ihrer spezifischen Arbeitsbedingungen spezielle technologische Lösungen benötigen. Da diese aber möglicherweise heute am Markt zumindest als Standardtechnologie nicht erhältlich sind, müssen diese Extremanwender selber innovativ aktiv werden. Spielen in diesen Fällen dieselben oder ähnliche Funktionen eine Rolle wie bei Technologien, die ein Unternehmen heute entwickelt, kann es sehr nützlich sein, solche Extremanwender zu identifizieren und in die Entwicklungsarbeit einzubinden.

Hierzu ein aktuelles Beispiel (entnommen aus Nortel; 2000). Das US-Unternehmen Nortel Networks arbeitet zur Zeit an einem GSM-basierten Verfolgungssystem, welches es ermöglichen soll, über Personen- bzw. Objektbewegung und -verfolgung („Tracking“) bestimmte Vorgänge an räumlich entfernten Orten zu initialisieren. Konkret geht es darum bspw. bestimmte Vorgänge in Haushalten zu initialisieren (Einschalten von Küchengeräten, Einlaufen der Badewanne, Vorheizen einer Sauna, Beginnen eines Kochvorgangs, etc.), sobald sich eine

bestimmte Person dieses Haushalts zu einer bestimmten Zeit nach Hause bewegt. Um rasch konkrete Ideen für die technologische Umsetzung dieser Idee in Form konkreter Produkte zu erreichen, identifizierte Nortel Networks zunächst eine Gruppe von extremen Lead Usern, für die „Tracking“ von erheblicher Bedeutung ist. Auf diese Weise identifizierte man Personen, die sich bereits seit Jahren mit der Verfolgung von Objekten wie Sturm- und Schlechtwetterfronten („Storm trackers“), grossen Tierherden („Big Animal Trackers“) oder Wahlfischbeobachtern („Wale Watchers“) beschäftigen und die in Ermangelung vorhandener, brauchbarer Geräte, selber innovativ aktiv geworden sind und entsprechende Geräte in Kooperation mit Komponentenherstellern entwickelt haben.

Das frühzeitige Identifizieren von Lead Usern oder den skizzierten Extremanwendern sowie deren Einbindung kann ein Unternehmen unseres Erachtens hervorragend in die Lage einer realistischen Technologie-Exploration sowie hierauf aufbauend, weiteren, zielgerichtete Technologieentwicklung versetzen. Dennoch setzen bis heute nur wenige Unternehmen solche „exotischen“ Vorgehensweisen ein.

### **4.3 Verringerung der Entwicklungszeit durch projektbezogenes „Frontloading“**

Über die Notwendigkeit des Einsatzes kompetenter, interdisziplinärer Projektteams sowie deren Unterstützung durch Fach-, Macht- und Beziehungspromotoren ist in der Innovationsliteratur in den letzten Jahren sehr viel geschrieben worden. Wir verzichten daher an dieser Stelle auf eine weitere Vertiefung. Ein Aspekt, der im Zusammenhang mit technologiegetriebenen Projekten natürlich eine besondere Rolle spielt ist die Frage, ab welchem Zeitpunkt in solchen Projekten auch Mitarbeiter aus andern Funktionsbereichen, insbesondere Marketing/Vertrieb, Fertigung, Service und Kundenmanagement eingebunden werden sollen. Die generelle Forderung, so früh wie möglich, hilft Unternehmen oft nicht weiter. Mit dieser Thematik beschäftigt sich seit Jahren insbesondere Fujimoto, der ein „Frontloading“ bestimmter Aktivitäten fordert. Hierunter versteht Fujimoto eine Strategie, die eine Verbesserung der Entwicklungsleistung sowie eine Verringerung der Entwicklungszeit dadurch zu realisieren sucht, indem Problemlösungsprozesse aus traditionell späteren Phasen des Innovationsprozesses (z.B. Design- und Sicherheitschecks bei der Automobilproduktion) systematisch in frühere Phasen verlagert werden (Thomke/Fujimoto, 2000). Zur Implementierung dieses Konzeptes werden insbesondere zwei Ansätze diskutiert:

#### **(1) Projekt-bezogener Wissenstransfer**

Hierbei wird das im Rahmen von bereits durchgeführten Projekten generierte Wissen systematisch für den Problemlösungsprozess von neuen Projekten genutzt. So erstellen beispielsweise die Entwicklungsteams der Firma Microsoft nach Abwicklung eines Software-Entwicklungsprojektes ein detailliertes „Postmortem“, in dem u.a. die Art und Ursache des Problems sowie Erfahrungen mit den angewandten Problemlösungsverfahren dokumentiert wird. Solche Projektdokumentationen unterstützen dann Teams, die an aktuellen Software-Entwicklungen arbeiten. Dieses „Cross-Projekt-Learning“ ist insbesondere auch für technologiegetriebene Entwicklungsprojekte relevant, weist doch die abstrakte Problemstruktur solcher Projekte deutliche Gemeinsamkeiten auf. So kann beispielsweise aus früheren Projekten gelernt werden

- welche Methoden und Prozesse zur Identifizierung von Applikationspotentialen einer Technologie besonders geeignet waren
- wie neue Technologien in innovative Produkte und Prozesse überführt werden können (Frage nach einem effektiven Technologie-Transfer)

- in welchem Stadium der Technologie-Entwicklung eine (aktive) Kundeneinbindung erfolgsversprechend ist
- wie Forschung & Entwicklung und Marketing effektiv zusammenarbeiten können (Frage nach effektiven Integrations-Mechanismen, effektivem Integrations-Timing usw.).

## (2) Frühzeitiges Einbeziehen von neuen Kommunikations- und Informationstechnologien in den Produktentwicklungsprozess

„Frontloading“ bedeutet hier, potentielle Problemfelder aus späteren Innovationsphasen unter Einsatz von virtuellen Simulationen „nach vorne“ in den Entwicklungsprozess zu ziehen und bereits dort eingehend auf virtueller Basis zu analysieren. So konnte Toyota durch virtuelle Crash-Test-Simulationen, Sicherheitsprobleme schon in sehr frühen Entwicklungsphasen identifizieren, welche bei konventionellem Vorgehen erst im Stadium realer Prototypen möglich gewesen wäre. Mit Hilfe dieser virtuellen Crash-Tests konnte Toyota nicht nur deutliche Kosteneinsparungen und eine signifikante Verringerung der Entwicklungszeit (Modifizierung des realen Prototypen und Re-Test entfallen), sondern auch eine Erhöhung der Test-Genauigkeit (Crash-Analyse in verschiedenen Perspektiven und Geschwindigkeiten möglich) erreichen. Virtuelle Simulationen sind insbesondere für technologie-getriebene Entwicklungsprojekte ein geeignetes Mittel, um technologische und marktliche Unsicherheiten zu reduzieren. Ein Beispiel liefert auch hier die Automobil-Entwicklung: Die Zukunftstechnologie „Brennstoffzelle“ ermöglicht die Entwicklung von Automobilen mit elektrischem, abgas-freiem Antrieb. Virtuelle Simulationen können den Entwicklern schon in sehr frühen Phasen Aufschluss darüber geben, welche Implikationen die Brennstoffzellen-Technologie auf die Antriebsleistung des elektrischen Automobils hat und welche Änderungen im Design notwendig werden. Ein Blick in die Entwicklungslabors von Daimler-Chrysler und General Motors zeigt, dass dort im Zusammenhang mit der Entwicklung elektrischer Automobile intensiv mit Virtual-Reality-Applikationen gearbeitet wird. Marktliche Unsicherheit lässt sich in diesem Zusammenhang durch ein „Frontloading“ der Kundeneinbindung reduzieren, indem Kunden beispielsweise im Rahmen des „Information Acceleration“ (siehe Abschnitt 3.3) virtuell in den Zukunftskontext der neuen Technologie versetzt werden.

## 5 Schlußbetrachtung

Ein wesentliches Merkmal der heutigen globalen Wettbewerbslandschaft besteht in einer deutlich gestiegenen Technologiedynamik: neue Technologien, die zum grossen Teil auch Querschnittscharakter haben (z.B. Biotechnologie), verdrängen immer schneller die bisherigen Schlüssel- und Basistechnologien. In diesem Wettbewerbsumfeld müssen technologie-intensive Unternehmen die Kernkompetenz entwickeln, neue Technologiekonzepte schnell in innovative Produkte- und/oder Prozesse umzusetzen. Ein wesentlicher Teil dieser Kernkompetenz liegt hierbei in dem Prozess-Wissen, wie in diesem Kontext ein Projektmanagement effektiv gestaltet werden kann. Unsere Diskussion sollte zeigen, dass sich das Projektmanagement technologie-getriebener Entwicklungsprojekte an den marktbezogenen Besonderheiten dieses Projekttypes ausrichten muss. „Technology Push“-Projekte weisen eine sehr hohe Marktunsicherheit auf, welche in der Unsicherheit über potentielle Applikationsfelder der entstehenden Technologie(n), in der Unsicherheit über potentielle Marktpotentiale und Kundenbedürfnisse innerhalb der einzelnen Applikationsfelder sowie in der Unsicherheit über potentielle Wettbewerber und benötigte Infrastrukturen besteht. Daraus ergibt sich für tech-

nologie-intensive Unternehmen die Notwendigkeit, intelligente Mechanismen, Prozesse und Methoden zur effektiven Reduzierung dieser Unsicherheiten zu entwickeln und einzusetzen. Nur so kann sichergestellt werden, dass anstelle eines „Happy Engineering“ eine Technologie-Entwicklung Fuss greift, die an den potentiellen Applikationsfeldern und deren Marktbedürfnissen ausgerichtet ist. Fertige „Kochrezepte“ zur effektiven Reduzierung von Marktunsicherheit bei technologie-getriebenen Entwicklungsprojekten wird man hierbei sowohl in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit diesem Thema als auch in der Praxis vergebens suchen. Auch unser Artikel möchte und kann dabei keine fertigen Lösungen proklamieren, sondern vielmehr einige Diskussionsanregungen und Denkanstöße liefern.

### **Danksagung**

Herrn Dipl. Biotechn. Christian Müller danken wir an dieser Stelle für seine wertvollen Anregungen im Rahmen der Vorbereitungen zu diesem Artikel.

## Literaturverzeichnis:

- Bleicher, K. (1991): Das Konzept Integriertes Management, Frankfurt a.M., New York.
- Bower, J.L.; Christensen, C.M. (1995), Disruptive technologies: Catching the wave, in: Harvard Business Review, Vol. 73, Iss. 1, S. 43-53.
- Chidamber, S.R.; Kon, H.B. (1994), A research retrospective of innovation inception and success: the technology-push, demand-pull question, in: International Journal of Technology Management, Vol.9, No. 1, S. 94-112.
- Cooper, R.C.; Kleinschmidt, E.J. (1990), New Products: The Key Factors in Success, American Marketing Association, United states.
- Deszca, G.; Munro, H.; Noori, H. (1999), Developing breakthrough products: challenges and options for market assessment, in: Journal of Operations Management, Vol. 17, S. 613-630.
- Groenfeld, P. (1997) , Roadmapping integrates business and technology, in: Research Technology Management, Vol. 40, Iss. 5, S. 48-55.
- Hamel, G.; Prahalad, C.K. (1991), Corporate Imagination and Expeditionary Marketing, in: Harvard Business Review, Vol. 69, Iss. 4, S. 81-92.
- Herstatt, C.; von Hippel, E (1992), From Experience: Developing New Product Concepts Via the Lead User Method: A Case Study in a „Low-Tech“ field, in: Journal of Product Innovation Management (9)
- Herstatt, C.; Dockenfuss, R., (2000), Einsatz von VR-Technologien in den frühen Phasen des Innovationsprozesses, Hamburg, (Arbeitspapier in Vorbereitung).
- Herstatt, C.; Brandes, W. (1991), Explorationsmarketing, in: Thexis, Jg. 8, Heft 6.
- Kainzbauer, C.; Kaelber, C. (1998) Mannesmann Pilotentwicklung, in: Franke, N./von Braun, C.-F.: Innovationsforschung und Technologiemanagement, Berlin, Heidelberg, New York.
- Lender, F. (1991), Innovatives Technologie-Marketing: Grenzen der „konventionellen“ Marktforschungskonzepte und Ansätze zur methodischen Neugestaltung, Göttingen.
- Lüthje, Chr. (1999): Kundenorientierung im Innovationsprozess: Eine Untersuchung der Kunden-Hersteller-Interaktion in Konsumgütermärkten, Inaugural-Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München, München (in Erscheinung).
- Lynn, F.; Heintz, S. (1992), From experience: Where does your new technology fit into the marketplace?, in: The Journal of Product Innovation Management, Vol. 9, Iss. 1, S. 19-25.
- Lynn, G.S. (1998), New product team learning: Developing and profiting from your knowledge capital, in: California Management Review, Vol. 40, Iss. 4, S. 74-93.
- Lynn, G.S.; Morone, J. G.; Paulson, A.S. (1996), Marketing and discontinuous innovation: The probe and learn process, in: California Management Review, Vol. 38, Iss. 8, S. 8-37.
- Nayak, R.; Kettingham (1986), J.: Breakthroughs, New York.
- Nortel Networks: Lead Users and Dynamic Information Transfer, Customer Paper 97010.06./06-00, Juni 2000
- O'Connor, G.C. (1998), Market learning and radical innovation: A cross case comparison of eight radical innovation projects, in: The Journal of Product Innovation Management, Vol. 15, Iss. 2, S. 151-166.
- Pfeiffer, S. (1992), Technologie-Frühaufklärung, Hamburg.

- Rice, M.P.; O'Connor, G.C.; Peters, L.S.; Morone, J.G. (1998), Managing discontinuous innovation, in: *Research Technology Management*, Vol. 41, Iss. 3, S. 52-58.
- Rosenberger, P.J.; de Chernatony, L. (1995), Virtual reality techniques in NPD research, in: *Journal of the Market Research Society*, Vol. 37, Iss. 4, S. 345-355.
- Shah, S. (2000), Sources and Patterns of Innovation in a Consumer Products Field: Innovations in Sporting Equipment, Sloan Working Paper #4105, MIT Sloan School of Management.
- Souder, W.E. (1989), Improving productivity through technology push, in: *Research Technology Management*, Vol. 32, Iss. 2, S. 19-31.
- Thomke, S.; Fujimoto, T. (2000), The effect of "front-loading" problem-solving on product development performance, in: *The Journal of Product Innovation Management*, Vol. 17, Iss. 2, S. 128-142.
- Urban, G.; Weinberg, S.; Hauser, J. (1996), Premarket forecasting of really new products, in: *Journal of Marketing*, Vol. 60, Iss. 1, S. 47-60.
- Urban, G.; Hauser, J.; Qualls, W.; Weinberg, B. (1997), Information acceleration: Validation and lessons from the field, in: *Journal of Marketing Research*, Vol. 34; Iss. 1, S. 143-153.
- Veryzer, R.W. Jr. (1998 a), Key factors affecting customer evaluation of discontinuous new products, in: *The Journal of Product Innovation Management*, Vol. 15, Iss. 2, S. 136-150.
- Veryzer, R.W. Jr. (1998 b), Discontinuous innovation and the new product development process, in: *The Journal of Product Innovation Management*, Vol. 15, Iss.2, S. 304-321.
- Vinkemeier, R. (1999), Roadmapping als Instrument für strategisches Innovationsmanagement, in: *Technologie & Management*, Jg. 48, S. 18-22.
- Von Hippel, E.; Churchill, J.; Sonnack, M. (1998): Breakthrough Products and Services with Lead Users (unpublished Paper).
- Von Hippel, E. (1988), *Sources of Innovation*, Cambridge (US).
- Von Mirow, M. (1998) Innovation als strategische Chance, in: Franke, N./von Braun, C.-F.: *Innovationsforschung und Technologiemanagement*, Berlin, Heidelberg, New York.
- Weyrich, C. (1996), Zentrale Forschung und Entwicklung als Speerspitze der internationalen Innovationsaktivitäten bei Siemens, in: Gassmann, O.; von Zedtwitz, M. (Hrsg.), *Internationales Innovationsmanagement*, München, S. 119-126.
- Wood, S.C.; Brown, G.S. (1998), Commercializing nascent technology: The case of laser diodes at Sony, in: *The Journal of Product Innovation Management*, Vol. 15, Iss. 2, S. 167-183.