

# **Methodik des interorganisationalen Technologietransfers**

## **Ein Technologie-Roadmap-basiertes Verfahren für kleine und mittlere technologieorientierte Unternehmen**

Von der Fakultät Konstruktions-, Produktions- und  
Fahrzeugtechnik  
der Universität Stuttgart zur Erlangung der  
Würde eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)  
genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von

Dipl.-Ing. Thorsten Laube  
aus Flensburg

Hauptberichter: Prof. Dr.-Ing. Prof. e.h. Dr.-Ing. e.h. Dr. h.c. mult.  
Engelbert Westkämper

Mitberichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dieter Spath

Tag der mündlichen Prüfung: 4. Dezember 2008

Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb  
der Universität Stuttgart

2009

# IPA-IAO Forschung und Praxis

Berichte aus dem  
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und  
Automatisierung (IPA), Stuttgart,  
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und  
Organisation (IAO), Stuttgart,  
Institut für Industrielle Fertigung und  
Fabrikbetrieb (IFF), Universität Stuttgart  
und Institut für Arbeitswissenschaft und  
Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart

Herausgeber:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. e.h. Dr.-Ing. e.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper  
und

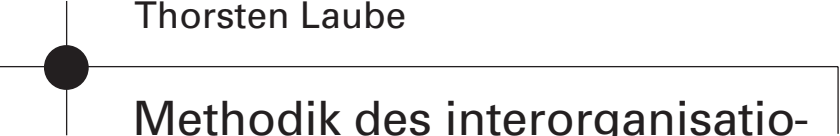
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. mult. Dr. h.c. mult. Hans-Jörg Bullinger  
und

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dieter Spath

 Universität  
**if** Stuttgart  
Institut für Industrielle  
Fertigung und Fabrikbetrieb

 **Fraunhofer**  
Institut  
Produktionstechnik und  
Automatisierung

Thorsten Laube



# Methodik des interorganisatio- nalen Technologietransfers

Ein Technologie-Roadmap-basiertes  
Verfahren für kleine und mittlere  
technologieorientierte Unternehmen

Nr. 483

**JUST-JETTER VERLAG**  
Fachverlag · 71296 Heimsheim

Dr.-Ing. Thorsten Laube

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. e.h. Dr.-Ing. e.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper

ord. Professor an der Universität Stuttgart

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E.h. mult. Dr. h.c. mult. Hans-Jörg Bullinger

ord. Professor an der Universität Stuttgart

Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, München

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dieter Spath

ord. Professor an der Universität Stuttgart

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart

D 93

ISBN (10) 3-939890-44-8, ISBN (13) 978-3-939890-44-7

Jost Jetter Verlag, Heimsheim

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils gültigen Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Jost-Jetter Verlag, Heimsheim 2009.

Printed in Germany.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Druck: printsystem GmbH, Heimsheim

## Geleitwort der Herausgeber

Über den Erfolg und das Bestehen von Unternehmen in einer marktwirtschaftlichen Ordnung entscheidet letztendlich der Absatzmarkt. Das bedeutet, möglichst frühzeitig absatzmarktorientierte Anforderungen sowie deren Veränderungen zu erkennen und darauf zu reagieren.

Neue Technologien und Werkstoffe ermöglichen neue Produkte und eröffnen neue Märkte. Die neuen Produktions- und Informationstechnologien verwandeln signifikant und nachhaltig unsere industrielle Arbeitswelt. Politische und gesellschaftliche Veränderungen signalisieren und begleiten dabei einen Wertewandel, der auch in unseren Industriebetrieben deutlichen Niederschlag findet.

Die Aufgaben des Produktionsmanagements sind vielfältiger und anspruchsvoller geworden. Die Integration des europäischen Marktes, die Globalisierung vieler Industrien, die zunehmende Innovationsgeschwindigkeit, die Entwicklung zur Freizeitgesellschaft und die übergreifenden ökologischen und sozialen Probleme, zu deren Lösung die Wirtschaft ihren Beitrag leisten muss, erfordern von den Führungskräften erweiterte Perspektiven und Antworten, die über den Fokus traditionellen Produktionsmanagements deutlich hinausgehen.

Neue Formen der Arbeitsorganisation im indirekten und direkten Bereich sind heute schon feste Bestandteile innovativer Unternehmen. Die Entkopplung der Arbeitszeit von der Betriebszeit, integrierte Planungsansätze sowie der Aufbau dezentraler Strukturen sind nur einige der Konzepte, welche die aktuellen Entwicklungsrichtungen kennzeichnen. Erfreulich ist der Trend, immer mehr den Menschen in den Mittelpunkt der Arbeitsgestaltung zu stellen - die traditionell eher technokratisch akzentuierten Ansätze weichen einer stärkeren Human- und Organisationsorientierung. Qualifizierungsprogramme, Training und andere Formen der Mitarbeiterentwicklung gewinnen als Differenzierungsmerkmal und als Zukunftsinvestition in *Human Resources* an strategischer Bedeutung.

Von wissenschaftlicher Seite muss dieses Bemühen durch die Entwicklung von Methoden und Vorgehensweisen zur systematischen Analyse und Verbesserung des Systems Produktionsbetrieb einschließlich der erforderlichen Dienstleistungsfunktionen unterstützt werden. Die Ingenieure sind hier gefordert, in enger Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen, z. B. der Informatik, der Wirtschaftswissenschaften und der Arbeitswissenschaft, Lösungen zu erarbeiten, die den veränderten Randbedingungen Rechnung tragen.

Die von den Herausgebern langjährig geleiteten Institute, das

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA),
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO),
- Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF), Universität Stuttgart,
- Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart

arbeiten in grundlegender und angewandter Forschung intensiv an den oben aufgezeigten Entwicklungen mit. Die Ausstattung der Labors und die Qualifikation der Mitarbeiter haben bereits in der Vergangenheit zu Forschungsergebnissen geführt, die für die Praxis von großem Wert waren. Zur Umsetzung gewonnener Erkenntnisse wird die Schriftenreihe „IPA-IAO - Forschung und Praxis“ herausgegeben. Der vorliegende Band setzt diese Reihe fort. Eine Übersicht über bisher erschienene Titel wird am Schluss dieses Buches gegeben.

Dem Verfasser sei für die geleistete Arbeit gedankt, dem Jost Jetter Verlag für die Aufnahme dieser Schriftenreihe in seine Angebotspalette und der Druckerei für saubere und zügige Ausführung. Möge das Buch von der Fachwelt gut aufgenommen werden.

Engelbert Westkämper    Hans-Jörg Bullinger    Dieter Spath

## VORWORT

„Gäbe es die letzte Minute nicht,  
so würde niemals etwas fertig.“

Marc Twain

Wir leben in einer Welt der Veränderung, im Übergang vom Zeitalter der industriellen Produktion hin zu einer Welt, in der die Gesellschaft zunehmend auf der Produktion und dem Austausch von Wissen und Information basiert. Aus der Notwendigkeit heraus, diesen Austausch von Wissen langfristig zu planen und systematisch durchführen zu können, entwickelte sich die Idee für die vorliegende Arbeit.

Sie entstand auf Basis meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart. Danken möchte ich an erster Stelle meinem Doktorvater Herrn Professor Westkämper für die wohlwollende Unterstützung und die Übernahme des Hauptberichtes. Dank gebührt auch Herrn Professor Spath für die Übernahme des Mitberichtes. Für die methodische Begleitung meiner Arbeit, die kritischen Diskussionen und die „Rückenstärkung“ danke ich herzlich Herrn Dr. Alexander Schloske, meinem Dissertations-Paten.

Ganz besonderer Dank gilt meinen ehemaligen Kollegen und Freunden Dr. Thomas Abele, Bernd Mittelhuber und Ralph Winkler für die zahlreichen inspirierenden Diskussionen und die gemeinsam durchlaufenden Projekte. Neben dem Schreiben der Doktorarbeit war die Zeit am Institut von viel Arbeit aber zum Glück auch von viel Spaß geprägt. Letzteres hilft einem sehr, die Strapazen auf sich zu nehmen und durchzuhalten. Deshalb möchte ich stellvertretend meinen ehemaligen Kollegen Oliver Schwandner, Knut Drachslar und Stefan Dully für die gemeinsame Zeit, die persönliche Motivation und insbesondere dafür danken, dass sie mich immer wieder herausgefordert haben, meine Ideen und Konzepte weiter zu treiben.

Meinem ehemaligen Mentor Dr. Hagen Gehringen möchte ich für die hilfreiche Unterstützung danken. Stets das Wesentliche zu erkennen und sich darauf zu konzentrieren konnte ich von ihm lernen. Jochen Freese danke ich dafür, dass er mir den Weg für diese Arbeit bereitet hat. Weiterhin möchte ich mich bei meinen Studenten bedanken, die ebenfalls zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben, allen voran Philipp Hetz, meinem langjährigen Hiwi und Freund, sowie Heiner Rutsch, Peter Jäger und Michael Neumann.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei meinen Freunden Kurt Gaul, Martin Beez und Ronald Puchta, die für angenehmen Ausgleich während der Schreibpausen sorgten. Besonders Martin Pietrzik, meinem langjährigen Weggefährten, danke ich für seine anhaltende Freundschaft. Meinen Eltern danke ich sehr für ihre Unterstützung, welche die Voraussetzung bildete, überhaupt so weit kommen zu können.

Herzlich danken möchte ich meiner Frau Silke, für die Entbehrungen, die sie während der Zeit des Schreibens auf sich nehmen musste, für die ausdauernde Rücksichtnahme und für ihre fürsorgliche Unterstützung. Widmen möchte ich diese Arbeit meiner Tochter Finja Sofie, die diese Tage das Licht der Welt erblickte.

Fellbach, im März 2009

Thorsten Laube





## INHALTSÜBERSICHT

1	Einleitung	- 16 -
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung	- 16 -
1.2	Zielsetzung der Arbeit	- 21 -
1.3	Einordnung der Arbeit	- 23 -
1.4	Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	- 25 -
2	Grundlagen und Stand der Technik	- 27 -
2.1	Theorie, Technologie, Technik und Innovation	- 27 -
2.2	Strategisches Technologiemanagement	- 30 -
2.3	Technologiefrühaufklärung	- 44 -
2.4	Technologietransfer	- 52 -
2.5	Zwischenfazit und Ableitung des Entwicklungsbedarfs	- 56 -
3	Konzeption der Methodik	- 58 -
3.1	Systemische Analyse des Technologietransfer-Managements	- 58 -
3.2	Modellierung der Aufbaustruktur	- 59 -
3.3	Modellierung der Ablaufstruktur	- 68 -
3.4	Zwischenfazit: Grundkonzept der Methodik	- 74 -
4	Detaillierung der Methodik für den interorganisationalen Technologietransfer	- 75 -
4.1	Prozessmodell der Technologiefrühaufklärung	- 76 -
4.2	Prozessmodell des Technologietransfers	- 88 -
4.3	Prozessmodell der Technologienutzung	- 95 -
4.4	Prozessmodell der strategischen Kontrolle	- 97 -
4.5	Prozessintegration in das strategische Technologiemanagement	- 99 -
4.6	Implementierung der Methodik	- 101 -
4.7	Zwischenfazit: Zusammenfassung der Methodik	- 105 -
5	Anwendung der Methodik in der Praxis	- 106 -
5.1	Methodikanwendung im EU Projekt NanoRoadSME	- 106 -
5.2	Methodikanwendung bei einem technologieorientierten kmU	- 108 -
6	Zusammenfassung und Ausblick	- 111 -
7	Abstract	- 113 -
8	Anhang	- 118 -
8.1	Anforderungen von kleinen und mittleren Unternehmen	- 118 -
9	Literaturverzeichnis	- 124 -

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	- 16 -
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung	- 16 -
1.1.1	Zusammenspiel von Markt- und Technologieorientierung.....	- 16 -
1.1.2	Herausforderung strategisches Technologiemanagement in kleinen und mittleren Unternehmen .....	- 18 -
1.1.3	Schwierigkeiten bei der Prognose und dem Technologietransfer sowie personalisierte Widerstände .....	- 19 -
1.1.4	Zusammenfassung der Problemstellung .....	- 20 -
1.2	Zielsetzung der Arbeit	- 21 -
1.3	Einordnung der Arbeit	- 23 -
1.3.1	Objektbezogene Abgrenzung .....	- 24 -
1.3.2	Prozessbezogene Abgrenzung.....	- 24 -
1.3.3	Subjektbezogene Abgrenzung.....	- 25 -
1.4	Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	- 25 -
2	Grundlagen und Stand der Technik	- 27 -
2.1	Theorie, Technologie, Technik und Innovation	- 27 -
2.2	Strategisches Technologiemanagement	- 30 -
2.2.1	Aufgaben des strategischen Technologiemanagements.....	- 31 -
2.2.2	Methoden des strategischen Technologiemanagements.....	- 33 -
2.2.3	Bewertung der Methoden des strategischen Technologiemanagements .....	- 42 -
2.3	Technologiefrühaufklärung	- 44 -
2.3.1	Methoden zur Technologiefrühaufklärung .....	- 47 -
2.3.2	Bewertung der Methoden zur Technologiefrühaufklärung.....	- 51 -
2.4	Technologietransfer	- 52 -
2.5	Zwischenfazit und Ableitung des Entwicklungsbedarfs	- 56 -
3	Konzeption der Methodik	- 58 -
3.1	Systemische Analyse des Technologietransfer-Managements	- 58 -
3.2	Modellierung der Aufbaustruktur	- 59 -
3.2.1	Aufbau der Technologiefrühaufklärung.....	- 61 -
3.2.2	Aufbau des Technologietransfers .....	- 61 -
3.2.3	Aufbau der Technologienutzung.....	- 62 -
3.2.4	Aufbau des Technologie-Roadmapping.....	- 63 -
3.2.5	Zusammenfassung des Aufbaustrukturmodells.....	- 67 -
3.3	Modellierung der Ablaufstruktur	- 68 -
3.4	Zwischenfazit: Grundkonzept der Methodik	- 74 -
4	Detaillierung der Methodik für den interorganisationalen Technologietransfer	- 75 -
4.1	Prozessmodell der Technologiefrühaufklärung	- 76 -

4.1.1	Zieldefinition .....	- 76 -
4.1.2	Ortung .....	- 78 -
4.1.3	Prognose .....	- 82 -
4.1.4	Bewertung des Transferpotenzials .....	- 83 -
4.1.5	Zusammenfassung .....	- 86 -
4.2	Prozessmodell des Technologietransfers .....	- 88 -
4.2.1	Planung des Technologietransfers .....	- 88 -
4.2.2	Auswahl des Transferpartners .....	- 89 -
4.2.3	Durchführung von Verhandlungen .....	- 91 -
4.2.4	Durchführung des Technologietransfers .....	- 92 -
4.2.5	Zusammenfassung .....	- 94 -
4.3	Prozessmodell der Technologienutzung .....	- 95 -
4.4	Prozessmodell der strategischen Kontrolle .....	- 97 -
4.5	Prozessintegration in das strategische Technologiemanagement .....	- 99 -
4.6	Implementierung der Methodik .....	- 101 -
4.6.1	Zielbildung .....	- 101 -
4.6.2	Bildung der Teams .....	- 101 -
4.6.3	Erstellung von Mitarbeiterinformationen .....	- 102 -
4.6.4	Durchführung von Vorabgesprächen .....	- 103 -
4.6.5	Durchführung eines Kick-off Meetings .....	- 103 -
4.6.6	Ist-Analyse .....	- 103 -
4.6.7	Durchführung der Technologiefrühaufklärung .....	- 104 -
4.6.8	Planung des Technologietransfers .....	- 104 -
4.6.9	Kontinuierliche Pflege und zyklische Überarbeitung .....	- 104 -
4.7	Zwischenfazit: Zusammenfassung der Methodik .....	- 105 -
5	Anwendung der Methodik in der Praxis .....	- 106 -
5.1	Methodikanwendung im EU Projekt NanoRoadSME .....	- 106 -
5.2	Methodikanwendung bei einem technologieorientierten kmU .....	- 108 -
6	Zusammenfassung und Ausblick .....	- 111 -
7	Abstract .....	- 113 -
8	Anhang .....	- 118 -
8.1	Anforderungen von kleinen und mittleren Unternehmen .....	- 118 -
8.1.1	Befragungskonzept .....	- 118 -
8.1.2	Ergebnisse der Befragung .....	- 119 -
9	Literaturverzeichnis .....	- 124 -

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Zusammenwirken von markt- und technologieorientierter strategischer Planung .....	17 -
Abbildung 2: Zielsetzung der Arbeit.....	23 -
Abbildung 3: Intra- und interorganisationaler Technologietransfer.....	24 -
Abbildung 4: Aufbau der Arbeit.....	26 -
Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Theorie, Technologie, Technik und Innovation.....	29 -
Abbildung 6: Gegenüberstellung verschiedener Ansätze zum Innovationsprozess ...	30 -
Abbildung 7: Rekursiver Prozess des strategischen Managements.....	31 -
Abbildung 8: Technologie-Portfolio nach Pfeiffer.....	34 -
Abbildung 9: Multiple layer Technologie-Roadmap.....	36 -
Abbildung 10: Prinzipielle Roadmap-Integration nach EIRMA .....	39 -
Abbildung 11: Fast-Start Technology Roadmapping (T-Plan) nach Phaal.....	39 -
Abbildung 12: Gegenüberstellung von Technologie-Roadmap-Ansätzen (Teil 1) .....	41 -
Abbildung 13: Gegenüberstellung von Technologie-Roadmap-Ansätzen (Teil 2) .....	42 -
Abbildung 14: Bewertung der Methoden des strategischen Technologiemanagements.....	44 -
Abbildung 15: Entwicklung der Frühaufklärungssysteme.....	47 -
Abbildung 16: Einsatz von Methoden in der Technologiefrühaufklärung.....	48 -
Abbildung 17: Bewertung der Methoden der Technologiefrühaufklärung.....	52 -
Abbildung 18: Gegenüberstellung verschiedener Ansätze zum Technologietransfer.....	55 -
Abbildung 19: Vorgehensweise zur Konzeption der Methodik .....	58 -
Abbildung 20: Systemmodell des Technologietransfer-Managements.....	59 -
Abbildung 21: Hierarchisches Aufbaustrukturmodell.....	60 -
Abbildung 22: 4-Ebenen-Modell als Grundkonzept der Technologie-Roadmap.....	64 -
Abbildung 23: Tabelle zur Ablage der Inhalte der Technologie-Roadmap .....	67 -
Abbildung 24: Entsprechungen der Elemente der Technologiefrühaufklärung, des Technologietransfers, der Technologienutzung und des Technologie-Roadmapping.....	68 -
Abbildung 25: Hierarchisches Aufbaustrukturmodell des Technologietransfer-Managements.....	68 -
Abbildung 26: Grundelemente der EPK-Methode.....	69 -
Abbildung 27: Input-Output-Beziehung der Technologiefrühaufklärung.....	70 -
Abbildung 28: Input-Output-Beziehung des Technologietransfers .....	71 -
Abbildung 29: Input-Output-Beziehung der Technologienutzung.....	71 -
Abbildung 30: Input-Output-Verknüpfung von Technologiefrühaufklärung, Technologietransfer und Technologienutzung .....	72 -
Abbildung 31: Prozessintegrationsmodell.....	73 -
Abbildung 32: Methodikbaum.....	75 -

Abbildung 33: Darstellung von Input-Output-Beziehungen der Subprozesse zur Technologie-Roadmap .....	76 -
Abbildung 34: Abbildung von Zielen und der Produkt-Roadmap in der Markt- und Strategie-Ebene der Technologie-Roadmap.....	77 -
Abbildung 35: Funktionsbaum zur Herleitung von Technologien und Parametern.....	77 -
Abbildung 36: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Ortung: Stand der Technik“ .....	79 -
Abbildung 37: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Ortung: Trendermittlung“ .....	80 -
Abbildung 38: Abweichung tatsächlicher von prognostizierten Entwicklungsverläufen .....	81 -
Abbildung 39: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Ortung: Scanning / Monitoring“.....	81 -
Abbildung 40: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Prognose“.....	82 -
Abbildung 41: Bewertung der Transfereignung und des Transferpotenzials .....	84 -
Abbildung 42: Das Technologietransferportfolio .....	85 -
Abbildung 43: Tabelle mit abgeleiteten Maßnahmen.....	86 -
Abbildung 44: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Bewertung“.....	86 -
Abbildung 45: Prozessmodell der Technologiefrühaufklärung .....	87 -
Abbildung 46: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Transferplanung“ .....	89 -
Abbildung 47: Paarweiser Vergleich anhand mehrerer Kriterien.....	90 -
Abbildung 48: Priorisierung der Technologiegeber .....	90 -
Abbildung 49: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Auswahl des Transferpartners“.....	91 -
Abbildung 50: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Verhandlungen“.....	92 -
Abbildung 51: Beispiel einer Matrix-Projektorganisation für den Technologietransfer- .....	93 -
Abbildung 52: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Durchführung des Technologietransfers“.....	94 -
Abbildung 53: Prozessmodell des Technologietransfers .....	95 -
Abbildung 54: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Technologienutzung“.....	96 -
Abbildung 55: Prozessmodell der Technologienutzung .....	97 -
Abbildung 56: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Strategische Kontrolle“ .....	98 -
Abbildung 57: Prozessmodell der strategischen Kontrolle .....	98 -
Abbildung 58: Prozessintegration in das strategische Technologiemanagement.....	100 -
Abbildung 59: Projektbeteiligte .....	102 -
Abbildung 60: Prozess der zyklischen Überarbeitung der Technologie-Roadmap ...	105 -

Abbildung 61: Jährliches Budget für Technologiemanagement in Tausend Euro ....	119 -
Abbildung 62: Die größten Hemmnisse bei der Ausübung eines strategischen Technologiemanagements .....	120 -
Abbildung 63: Wie viele Mitarbeiter beschäftigen sich mit strategischem Technologiemanagement .....	121 -
Abbildung 64: Die wichtigsten Erfolgsfaktoren bei der Einführung eines strategischen Technologiemanagements.....	121 -
Abbildung 65: Einsatz von Methoden im strategischen Technologiemanagement...	122 -
Abbildung 66: Bevorzugte Form der Visualisierung .....	123 -

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Anm.	Anmerkung
Aufl.	Auflage
bearb.	bearbeitete
bzw.	beziehungsweise
erw.	erweiterte
etc.	et cetera
f.	folgende
ff.	fortfolgende
FuE	Forschung und Entwicklung
ggf.	gegebenenfalls
kmU	kleine und mittlere Unternehmen
neubearb.	neubearbeitete
QFD	Quality Function Deployment
STM	Strategisches Technologiemanagement
TFA	Technologiefrühaufklärung
tkmU	technologieorientierte kleine und mittlere Unternehmen
TM	Technologiemanagement
TN	Technologienutzung
TR	Technologie-Roadmap
TRIZ	Theorie des erfinderischen Problemlösens
TT	Technologietransfer
u.a.	und andere; unter anderem
vgl.	vergleiche
wesentl.	wesentlich
z.B.	zum Beispiel

# 1 Einleitung

Um langfristig ihre Wettbewerbsfähigkeit zu sichern, sind gerade deutsche Unternehmen aufgrund des stärkeren internationalen Wettbewerbs gezwungen, qualitativ hochwertige Produkte zu marktgerechten Preisen anzubieten. Dabei sind die Unternehmen gefordert nach allen Seiten Ausschau zu halten und zu bewerten, welche auftauchenden alternativen Technologien dieselben Funktionen besser oder kostengünstiger erfüllen können als die bisher verwendeten. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die schnelle Adaption neuer Technologien.<sup>1</sup> Dies wird u.a. dadurch belegt, dass Unternehmen, deren Innovationen durch externe Forschungen und Technologieentwicklungen möglich wurden, einen deutlich höheren Umsatzanteil mit neuen Produkten erwirtschaften als der Durchschnitt aller Innovatoren.<sup>2</sup>

Die Adaption neuer Technologien führt wiederum zu einem Wandel in den Unternehmen. In der Problemlösungs- und Wandlungsfähigkeit<sup>3</sup>, der Fähigkeit zur aktiven Zukunftsgestaltung<sup>4</sup>, liegt jedoch die Stärke zahlreicher Unternehmen. Dabei nimmt die vorausschauende Identifizierung, Einführung und Anwendung neuer Produkt- und Produktionstechnologien sowie eine damit verbundene strategische Ausrichtung des Technologiemanagements zunehmend eine entscheidende Rolle ein.<sup>5</sup>

Das Technologiemanagement wurde in den letzten Jahren immer mehr zu einer Schlüsselfunktion, die langfristige Planung von Technologien die Grundvoraussetzung für gezielte Produkt- und Prozessinnovationen. Diese sind heute der entscheidende Hebel zur Sicherung der Zukunft der Unternehmen, da der Wettbewerb weniger durch Kosten sondern vielmehr durch Innovationen bestimmt wird.<sup>6</sup>

Die dafür notwendige Grundlagenforschung kann von kleinen und mittleren Unternehmen selbst kaum betrieben werden. Deshalb sind gerade sie in entscheidendem Maße von den Forschungen an Universitäten und außeruniversitären Instituten abhängig.<sup>7</sup> Damit wird der Technologietransfer zum wichtigsten Instrument für die Vorbereitung von Innovationen.

## 1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

### 1.1.1 Zusammenspiel von Markt- und Technologieorientierung

Innovation ist heute für Unternehmen ein „lebenswichtiger Faktor“ für Existenz, Wettbewerbsfähigkeit und Wachstum.<sup>8</sup> Unternehmenspolitik, -organisation und -prozesse sind deshalb stärker an diesem Maßstab auszurichten.<sup>9</sup> Voraussetzung dafür ist einerseits eine Innovationskultur, die offen gegenüber Neuem ist.<sup>10</sup> Andererseits lassen sich aber vorwiegend Wettbewerbsvorteile erzielen, wenn es gelingt, die **richtigen Technologien zum richtigen Zeitpunkt** im Unternehmen bereitzustellen, wobei der richtige Zeitpunkt vom Markt bestimmt wird. Dabei muss es zu einer **Synthese von marktorientierter und**

---

<sup>1</sup> vgl. Löhn, 2000, S. 43 ff.

<sup>2</sup> vgl. Schmoch, 2000b, S. 279

<sup>3</sup> vgl. Westkämper, 2004, S. 153 ff.; Braun, 2003, S. 59 ff.; Aldinger, 2006, S. 60

<sup>4</sup> vgl. Klopp, 1999, S. 42

<sup>5</sup> vgl. Eversheim, 2000, S. 9

<sup>6</sup> vgl. Gausemeier, 2000, S. 54

<sup>7</sup> vgl. Westkämper, 1998, S. 61

<sup>8</sup> vgl. Franz, 2003, S. 1

<sup>9</sup> vgl. Gabler, 2001, Technologiemanagement

<sup>10</sup> vgl. Bullinger, 2003, S. 13



**technologieorientierter Planung** durch das ideale Zusammenwirken von market pull (Marktorientierung) und technology push (Technologieorientierung) kommen, um gleichermaßen sowohl die zukünftigen Anforderungen des Marktes als auch die technologischen Weiterentwicklungen zu berücksichtigen (siehe Abbildung 1).<sup>11</sup> Dies macht deutlich, dass nur mit einem **abgestimmten Planungs- und Umsetzungsprozess** Unternehmen die Potenziale neuer Produkt- und Produktionstechnologien voll ausschöpfen können.<sup>12</sup> Dem strategischen Technologiemanagement kommt zwar diese Aufgabe zu, eine Studie zur Anwendung von Methoden im strategischen Technologiemanagement von 2004 zeigt aber, dass die Strategien in kleinen und mittleren Unternehmen heute überwiegend marktgetrieben sind und belegt, dass zu wenig nach technisch orientierten Strategien gehandelt wird.<sup>13</sup>

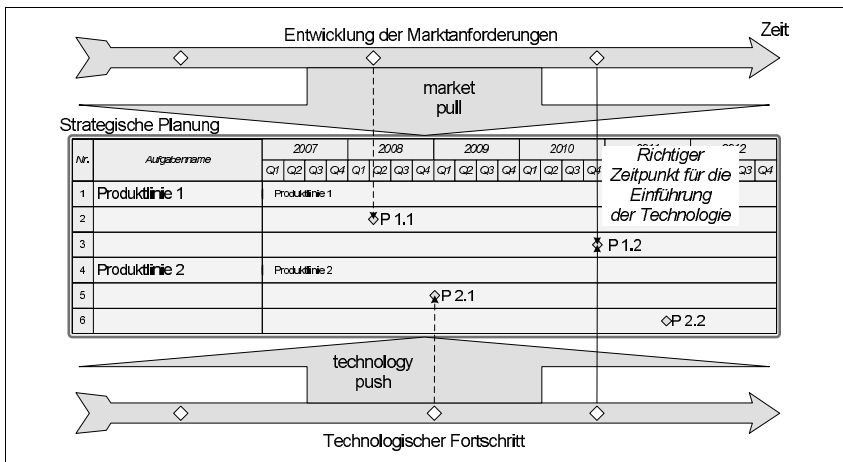


Abbildung 1: Zusammenwirken von markt- und technologieorientierter strategischer Planung<sup>14</sup>

<sup>11</sup> Anm.: Mit *market pull* (Marktsog) wird die Forderung des Marktes nach neuen Produkten, mit *technology push* (Technologiedruck) das unabhängig von Kundenforderungen auf den Markt bringen neuer Produkte mit neuen Technologien bezeichnet; vgl. Schlaewck, 1991, S. 32; Bleicher, 1995, S. 588; in der Literatur wird anstelle von *market pull* teilweise auch von *demand pull* (Bedürfnissog) gesprochen; vgl. Brockhoff, 1999, S. 44

<sup>12</sup> vgl. Eversheim, 2000, S. 10; Bullinger, 1994, S. 64; Anm.: Nach dem Ausgleichsgesetz der Planung von Gutenberg determiniert das schwächste Glied im betrieblichen Leistungserstellungsprozess die Position des Unternehmens. Demnach müssen sowohl Produkt- als auch Produktionstechnologien gleichermaßen betrachtet werden. (vgl. Gutenberg, 1971, S. 163 ff.)

<sup>13</sup> vgl. hierzu auch Westkämper, 1998, S. 62; Anm.: Eine amerikanische Studie bestätigt, dass diejenigen Unternehmen erfolgreicher sind, die effektiv die Technologiestrategie mit der Unternehmensstrategie verknüpfen. Befragt wurden weltweit 200 Unternehmen. Die befragten Unternehmen bestätigten, dass eine effektive Verknüpfung der Technologie- mit der Unternehmensstrategie zu besseren Kennzahlen in den Bereichen Umsatzwachstum, Anteil neuer Produkte am Umsatz, Technologieführerschaft, Reduzierung der Produktionskosten und Einhaltung geplanter Produktentwicklungszeiten führt; vgl. Roberts, 2001

<sup>14</sup> vgl. Laube, 2006c, S. 276

## 1.1.2 Herausforderung strategisches Technologiemanagement in kleinen und mittleren Unternehmen

Eine der größten Herausforderungen unserer Wirtschaft ist heute der strukturelle Wandel, der u.a. technologiebedingt ist.<sup>15</sup> Die wachsende Vernetzung und zunehmende Komplexität von (Produkt- und Produktions-)Technologien<sup>16</sup>, die weltweite Konzentration auf die Schlüsseltechnologien, die schnellere Diffusion und Wechselwirkung dieser Technologien sowie die Internationalisierung der Märkte kennzeichnen diesen technologischen Strukturwandel, von dem vor allem kleine und mittlere Unternehmen, so genannte kmU<sup>17</sup>, betroffen sind.<sup>18</sup>

KmU fokussieren zum Teil weniger auf das Produkt selbst als vielmehr auf die technologischen Möglichkeiten zur optimalen Lösung einer geforderten Funktion. Aber gerade hierbei stoßen kmU wegen ihrer **größenbedingten Nachteile** auf Ressourcendefizite.<sup>19</sup> Die Entwicklung der Unternehmensstrategie und aller Tätigkeiten, die mit der langfristigen Ausrichtung des Unternehmens verbunden sind, werden in kmU überwiegend von einer Person, in Personalunion mit der Geschäftsführung, wahrgenommen. KmU können es sich meist nicht leisten, darüber hinaus eine Person nur für das strategische Technologiemanagement vorzuhalten. Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung zeigt, dass dieser **Mangel an Ressourcen** von 51% der Befragten als das größte Hemmnis bei der Ausübung eines strategischen Technologiemanagements gesehen wird.<sup>20</sup>

41% der Befragten benannten in dieser Studie die **fehlende methodische Unterstützung** als ein weiteres Hemmnis für das strategische Technologiemanagement. Dies liegt u.a. darin begründet, dass die Planungsinstrumente für das strategische Technologiemanagement in der Regel für Großunternehmen konzipiert sind, weshalb es ihnen an einer konkreten Bezugnahme auf die Bedürfnisse kleiner und mittlerer Unternehmen fehlt.<sup>21</sup> Darüber hinaus herrscht ein **Mangel an methodischen Konzepten** für die von Führungskräften als problematisch erachtete Integration des strategischen Technologiemanagements in die strategische Unternehmensplanung.<sup>22</sup>

Das strategische Technologiemanagement macht Vorgaben, die operativ im Rahmen von Produktentwicklungsprojekten umgesetzt werden müssen.<sup>23</sup> Für den Erfolg solcher Produktentwicklungsprojekte ist die Kommunikation von zentraler Bedeutung.<sup>24</sup> Die häufig vorherrschende **mangelhafte Kommunikation**<sup>25</sup> zwischen den Abteilungen eines

---

<sup>15</sup> vgl. Abernathy, 1981, S. 68 ff.; Krampe, 1981, S. 389 ff.; Zörgiebel, 1983, S. 4; Frauenfelder, 2000, S. 1; Zahn, 2000, S. 155 ff.; Zahn, 2004, S. 127; Westkämper, 2004, S. 153 ff.

<sup>16</sup> vgl. Hofstetter, 1990, S. 27

<sup>17</sup> Bei der Definition kleiner und mittlerer Unternehmen (kmU) wird in dieser Arbeit der Definition des Instituts für Mittelstandsforschung (IfM) in Bonn gefolgt. Das IfM kommt zu einer den deutschen Verhältnissen gerechten Definition. Demnach können diejenigen Unternehmen als kmU bezeichnet werden, die weniger als 500 Mitarbeiter haben und weniger als 50 Mio. Euro Jahresumsatz erwirtschaften. (vgl. Günterberg, 2004, S. 3)

<sup>18</sup> vgl. Staudt, 1992, S. XIX

<sup>19</sup> vgl. Staudt, 1992, S. XIX

<sup>20</sup> siehe Anhang; in der Studie wurden kmU zum Einsatz von Methoden im strategischen Technologiemanagement befragt; vgl. Laube, 2006c, S. 277

<sup>21</sup> vgl. Daschmann, 1994, S. 171

<sup>22</sup> vgl. eine Studie von Booz, Allen & Hamilton: Booz, 1981, zitiert in Perllillieux, 1987, Fußnote S. 5, in der sich 86% der befragten Manager so äußerten;

<sup>23</sup> vgl. Bullinger, 1994, S. 179

<sup>24</sup> vgl. Schrader, 1996, S. 754 f.

<sup>25</sup> Anm.: Nach Erichson bezeichnet Kommunikation den Austausch von Informationen zwischen einem

Unternehmens führt deshalb zu Problemen.<sup>26</sup> Herkömmliche Methoden des strategischen Technologiemanagements unterstützen diese Kommunikation nur unzureichend oder überhaupt nicht.<sup>27</sup>

Gerade ihre **kurzfristige Reaktionsfähigkeit** auf Veränderungen in der Unternehmensumwelt sehen kmU als einen Beleg für ihre hohe Kundenorientierung. In dieser Flexibilität sehen sie ihren größten Wettbewerbsvorteil.<sup>28</sup> Heute überwiegend zum Einsatz kommende Methoden des strategischen Technologiemanagements und **starre Vorgaben** im Rahmen einer langfristigen Planung können jedoch diese Flexibilität behindern.

Als weiteres Problem ist die Kontrolle der Umsetzung strategischer Aktivitäten zu sehen. Wie bereits im Zusammenhang mit den benötigten Ressourcen angedeutet, werden bei kmU die Planungs-, Steuerungs- und Kontrollprozesse überwiegend von einem oder wenigen Geschäftsführern getragen.<sup>29</sup> Die Umsetzung einmal erarbeiteter strategischer Pläne kann aufgrund deren hoher Belastungen aber nicht systematisch kontrolliert werden.<sup>30</sup> Hier herrscht ein Mangel an Methoden, die der Geschäftsführung von kmU ermöglichen, die **Umsetzung der Strategien** auf einfache Art und Weise zu kontrollieren.

### 1.1.3 Schwierigkeiten bei der Prognose und dem Technologietransfer sowie personalisierte Widerstände

Neben den oben aufgezeigten Problemen bei der Implementierung eines strategischen Technologiemanagements stoßen kmU aufgrund ihrer Größennachteile auf weitere Probleme. Da nicht genügend Ressourcen bereitgestellt werden können, haben sie u.a. Schwierigkeiten bei der aufwendigen Prognose technologischer Entwicklungen und bei der langfristigen Planung der Einführung neuer Technologien.

Eine Ursache für die Schwierigkeiten bei der Prognose liegt darin, dass es kmU an Möglichkeiten fehlt, strategisches Wissen schnell und systematisch bereitzustellen,<sup>31</sup> was ebenfalls in der oben genannten Studie des Fraunhofer-Instituts bestätigt wurde. Gerade für kmU ist der Zugang zu relevanten Informationen begrenzt, wodurch sich sowohl eine mangelnde Informationsqualität als auch Informationsquantität ergibt.<sup>32</sup> Das **fehlende Wissen über technologische Entwicklungen** wurde in der zuvor genannten Studie von 38% der Befragten als Hemmnis im Zusammenhang mit dem strategischen Technologiemanagement genannt. Bei kmU sind auch die erforderlichen **Prognosemethoden weitgehend unbekannt** oder werden nicht genutzt.<sup>33</sup>

Die Unfähigkeit langfristig technologische Entwicklungen zu prognostizieren, führt zwangsläufig auch dazu, den **Technologietransfer nicht langfristig planen zu können**.

---

Informationssender und einem Informationsempfängern, wodurch beide diese Information teilen (lat. communis = gemeinsam). Prozessbezogen kann der Begriff Information als „informieren“ oder „informiert werden“ definiert werden. (vgl. Erichson, 2005, S. 242)

<sup>26</sup> In einer Befragung von Produktentwicklungsteams wurde erkannt, dass die primäre Ursache für Probleme in der Produktentwicklung in der mangelhaften Kommunikation liegt; vgl. Grabowski, 1997

<sup>27</sup> vgl. Härtel, 2002, S. 76

<sup>28</sup> vgl. Merk, 1998, S. 401

<sup>29</sup> vgl. Merk, 1998, S. 401

<sup>30</sup> vgl. Gausemeier, 2003, S. 533

<sup>31</sup> vgl. Gausemeier, 2003, S. 533

<sup>32</sup> vgl. Mieke, 2006, S. 37 f.

<sup>33</sup> vgl. Härtel, 2002, S. 74 ff.

Dieser wird deshalb operativ in Form kurzfristiger Projekte vollzogen.<sup>34</sup> Immaterielle Ressourcen, z.B. das Know-how bezüglich einer Technologie, entziehen sich dagegen einem schnellen Transfer<sup>35</sup>, weshalb der Technologietransfer langfristig ausgerichtet werden muss.<sup>36</sup> Ansonsten droht die Gefahr, den Technologietransfer nicht zum geforderten richtigen Zeitpunkt durchführen zu können. Die langfristige Ausrichtung macht eine Anpassung vorhandener Technologietransfer-Konzepte notwendig. Dieser Transfer soll von Forschungsinstitutionen zu technologieorientierten kleinen und mittleren Unternehmen stattfinden, was nachfolgend als interorganisationaler Technologietransfer bezeichnet wird. Lichtenthaler stellt dazu fest, dass die Implementierung ausgewählter Methoden der Technologiefrühaufklärung und des Technologietransfers in den Unternehmen heute ein noch weitgehend **unbearbeitetes Forschungsfeld** darstellt.<sup>37</sup>

Die Prozesse der Prognose im Rahmen der Technologiefrühaufklärung sowie die des Technologietransfers sind darüber hinaus von Individual-, Gruppen- und/ oder Kollektiventscheidungen beeinflusst. Es lassen sich analog dazu **Konflikte in den Entscheidungsprozessen** in Form von Barrieren<sup>38</sup> klassifizieren.<sup>39</sup> Den Technologiemanagern kommt dabei die Aufgabe zu, diese Barrieren zu überwinden. Allerdings **fehlt ihnen eine Methodik**, mit deren Hilfe sie die Einführung neuer Technologien unterstützen können.<sup>40</sup>

#### 1.1.4 Zusammenfassung der Problemstellung

Die beschriebenen Defizite kleiner und mittlerer Unternehmen bei der Ausübung eines strategischen Technologiemanagements und der Implementierung bzw. dem Transfer neuer Technologien lassen sich wie folgt zusammenfassen.

##### **Mangelnde Technologieorientierung:**

- Der einseitigen Marktsicht fehlt das Gegengewicht durch eine entsprechende Technologiesicht. Es herrscht ein Defizit an Methoden, die die Integration beider Sichten unterstützen.
- In kmU fehlt das Wissen über technologische Entwicklungen und die Möglichkeit, dieses Wissen geeignet im Unternehmen zu kommunizieren.

##### **Hoher Ressourcenbedarf:**

- Die Anwendung zur Verfügung stehender Methoden des strategischen Technologiemanagements ist sowohl finanziell als auch personell mit hohem, für kmU nicht leistbarem Aufwand verbunden. Dafür verantwortlich ist u.a. die hohe Komplexität der Methoden.
- KmU haben keine ausreichenden Kapazitäten für eine umfangreiche Technologiefrühaufklärung.

##### **Ungenügende Kommunikationsunterstützung:**

- Es fehlt kmU an Möglichkeiten, strategisches Wissen schnell und vor allem systematisch bereitzustellen. Darüber hinaus wird dieses Wissen nicht kontinuierlich aktuell gehalten.
- Die für den Technologietransfer notwendige Kommunikationsunterstützung wird in

---

<sup>34</sup> vgl. Schmoch, 2000a, S. 8

<sup>35</sup> vgl. Klein, 1998, S. 250

<sup>36</sup> vgl. Klein, 1998, S. 250

<sup>37</sup> vgl. Lichtenthaler, 2005, S. 78

<sup>38</sup> Anm.: Barriere meint hier nach einer Definition von Witte das hemmende aber eben auch überwindbare Hindernis; vgl. Witte, 1973, S. 6

<sup>39</sup> vgl. Rothholz, 1986, S. 175

<sup>40</sup> vgl. Rothholz, 1986, S. 175 ff.

den bisherigen Technologietransferprozessen nicht gewährleistet.

- Produkt- und Technologieplanung erfolgen nicht ideal aufeinander abgestimmt.

#### **Fehlende Prozessintegration:**

- Die Flexibilität von kmU wird durch starre Prozesse und Vorgaben behindert.
- Methoden des strategischen Technologiemanagements sind zu wenig in vorhandene Prozesse integriert.
- Für den Technologietransfer gibt es kaum methodische Unterstützung.
- Managementprozesse (Planung, Umsetzung und Kontrolle) im strategischen Technologiemanagement werden von vorhandenen Methoden nicht durchgängig unterstützt.

Eine Methode, die kmU bei der Ausübung eines strategischen Technologiemanagements unterstützt und alle Anforderungen an die Implementierung bzw. den Transfer neuer Technologien im heutigen Umfeld erfüllt, existiert nicht. Insbesondere fehlt eine Methode, die sowohl vertikal integrativ, über alle Phasen von der Technologiefrühaufklärung bis zur strategischen Kontrolle, als auch horizontal integrativ, von der strategischen Planung bis zur operativen Umsetzung, das Technologiemanagement unterstützt.

## **1.2 Zielsetzung der Arbeit**

Die Zielsetzung dieser Arbeit ist es, eine speziell auf die Anforderungen von kmU zugeschnittene Methodik<sup>41</sup> für den Technologietransfer zu entwickeln. Als Lösungsansatz soll hierzu die in der Praxis bewährte Methode Technologie-Roadmapping dienen.<sup>42</sup> Einerseits wird Technologie-Roadmapping verwendet, um langfristige technologische Entwicklungen abzubilden.<sup>43</sup> Andererseits wird heute das Technologie-Roadmapping eingesetzt, um eine höhere Technologieorientierung in den Unternehmen zu erreichen.<sup>44</sup> Die unterschiedlichen Ausprägungen, vor allem der Einsatz sowohl für Forschungs- und Branchen-Roadmaps als auch für unternehmensspezifische Technologie-Roadmaps, prädestinieren das Technologie-Roadmapping für den Technologietransfer von der Forschung in die Unternehmen.

Um die Zielsetzung zu erreichen, muss die Methodik die folgenden aus der Problemstellung abgeleiteten Anforderungen erfüllen.

#### ***Integration von Markt- und Technologiesicht***

Die Methodik soll die Markt- und Technologiesicht integrieren. Da das Technologie-Roadmapping explizit Markt- und Technologiesicht in die strategische Technologieplanung integriert,<sup>45</sup> soll es als Grundlage für die Lösung dienen.

#### ***Transparente Bereitstellung strategischen Wissens über technologische Entwicklungen***

Die Methodik soll weiterhin an die Anforderungen der Technologiefrühaufklärung angepasst werden. Die Technologiefrühaufklärung ermöglicht für das Technologie-Roadmapping hilfreiche Prognosen über technologische Entwicklungen und ist bisher nicht Bestandteil von

---

<sup>41</sup> Unter Methodik wird in Anlehnung an Bruns eine Sammlung einzelner Methoden verstanden, die systematisch in ein Gesamtkonzept eingebunden sind (vgl. Bruns, 1991, S. 26)

<sup>42</sup> vgl. Vinkemeier, 1999, S. 22

<sup>43</sup> vgl. Galvin, 1998, S. 803

<sup>44</sup> vgl. Westkämper, 2003, S. 284 f.

<sup>45</sup> vgl. Petrick, 2005

Technologie-Roadmapping-Konzepten.

### ***Geringe Komplexität und geringer Aufwand***

Diese Arbeit zielt auf eine für kmU praxisingerechte Lösung. Dies bedeutet, dass die Ausrichtung von kmU auf ein optimales Aufwand/Nutzen-Verhältnis bei der Lösungsfindung berücksichtigt werden muss. Deswegen soll die oben herausgearbeitete Problemstellung von kmU bezüglich des Einsatzes von Methoden im strategischen Technologiemanagement und eines geeigneten Technologietransfers in der Lösung berücksichtigt werden. Da das Technologie-Roadmapping bisher überwiegend in Großunternehmen und Konzernen eingesetzt wird, muss es an die Bedürfnisse von kmU angepasst werden.

### ***Integration in vorhandene Prozesse des strategischen Technologiemanagements***

Die Methodik soll in die bei kmU vorhandenen Prozesse des strategischen Technologiemanagements integriert werden, denn bei der Einführung neuer Methoden in kmU führt nur eine Integration neuer Prozesse in die vorhandenen Aufbau- und Ablauforganisationen zu Akzeptanz.<sup>46</sup> Bei der Konzeption der Methodik ist deshalb besonders zu beachten, dass die Prozesse der strategischen Technologiefrühaufklärung, des Technologietransfers und des Technologie-Roadmappings abgestimmt und kompatibel zu den in kmU existierenden Prozessen gestaltet werden.

### ***Ganzheitliche Unterstützung des Managements bei der Planung, Umsetzung und Kontrolle***

Darüber hinaus soll die Methodik das Management nicht nur in einzelnen Phasen sondern ganzheitlich, von der strategischen Planung bis zur operativen Umsetzung und Kontrolle, unterstützen. Die Planung, Veranlassung und Kontrolle von Aktivitäten der Technologiefrühaufklärung, des eigentlichen Technologietransfers und der Einführung beziehungsweise der erstmaligen Nutzung der transferierten Technologien wird nachfolgend bezeichnet als Technologietransfer-Management.

In die Konzeption der Methodik fließen Ansätze ein, die geeignet sind, eine Lösung der zuvor beschriebenen Problemstellung zu erreichen. Darüber hinaus sollen die vorliegenden Erfahrungen bei der Einführung von Technologie-Roadmapping in Unternehmen berücksichtigt werden.<sup>47</sup>

Zusammenfassend lassen sich die Anforderungen an die zu entwickelnde Lösung wie folgt formulieren (Eine grafische Darstellung der Zielsetzung zeigt Abbildung 2):

#### **Technologieorientierung:**

- Integration von Markt- und Technologiesicht
- Transparente Bereitstellung strategischen Wissens über technologische Entwicklungen

#### **Ressourcenbedarf:**

- geringe Komplexität
- geringer Aufwand

#### **Kommunikationsunterstützung:**

- Unterstützung der Kommunikation zwischen verschiedenen Unternehmensbereichen
- Abstimmung von Produkt- und Technologieplanung

---

<sup>46</sup> vgl. Laube, 2006b

<sup>47</sup> vgl. Laube, 2006b, S. 81 f.

## Prozessintegration:

- Flexibler Prozess
- Integration in vorhandene Prozesse des strategischen Technologiemanagements
- methodische Unterstützung des Technologietransfers
- Unterstützung des Managements bei der strategischen Planung, operativen Umsetzung und der Kontrolle

Entsprechend der Zielsetzung dieser Arbeit, eine speziell für kmU geeignete Lösung zu entwickeln, kommen den Anforderungen geringe Komplexität und geringer Aufwand eine höhere Priorität zu. Um die Methodik nachhaltig zu implementieren, ist daneben die Integration in die vorhandenen Prozesse des strategischen Technologiemanagements besonders wichtig. Darüber hinaus kommen der Abstimmung von Produkt- und Technologieplanung sowie der methodischen Unterstützung des Technologietransfers eine besondere Wichtigkeit zu.

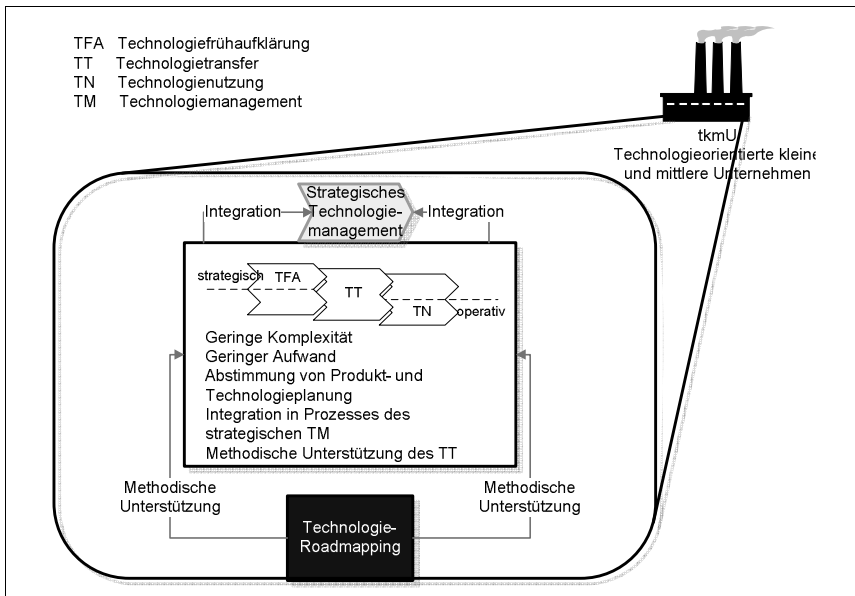


Abbildung 2: Zielsetzung der Arbeit

## 1.3 Einordnung der Arbeit

Vor dem Hintergrund der in Kapitel 1.2 beschriebenen Zielsetzung soll in diesem Kapitel zunächst das Untersuchungsobjekt des interorganisationalen Technologietransfers objektbezogen eingegrenzt werden. Anschließend wird der Technologietransfer prozessbezogen determiniert und in den Kontext eines strategischen Technologiemanagements gestellt. Aus subjektbezogener Sicht kann der Technologietransfer durch Personen und / oder Organisationen vollzogen werden, welche Gegenstand der abschließenden Betrachtungen zur Einordnung der Arbeit sind.

### 1.3.1 Objektbezogene Abgrenzung

Als Technologietransfer bezeichnet man im Allgemeinen die Übertragung von technologischem und technologiebezogenem Know-how zwischen Partnern, wobei unter diesem Know-how anwendbares Wissen verstanden wird, das zur Lösung spezifischer Probleme beitragen kann.<sup>48</sup> Dies bedeutet institutionell einen privatwirtschaftlichen oder staatlich unterstützten Prozess der Diffusion oder Verbreitung von Technologie im Sinne ihrer wirtschaftlichen Nutzbarmachung für Dritte. Die Übertragung erfolgt im Allgemeinen durch Rechtsakt (Lizenz-, Know-how-Vertrag etc.) entweder innerhalb eines Unternehmens (intraorganisational), zwischen Unternehmen (interorganisational), oder auch zwischen Industrie- und Entwicklungsländern (transnational).<sup>49</sup>

Entsprechend der Problemstellung dieser Arbeit, wird hier auf den *interorganisationalen* Technologietransfer fokussiert. Im Gegensatz zum *intraorganisationalen* Technologietransfer, also dem Technologietransfer zwischen organisatorischen Einheiten oder Personen eines Unternehmens, beschränkt sich diese Arbeit auf den Technologietransfer zwischen rechtlich voneinander unabhängigen Organisationen (siehe Abbildung 3). Diese werden im Folgenden als Transferpartner bezeichnet.

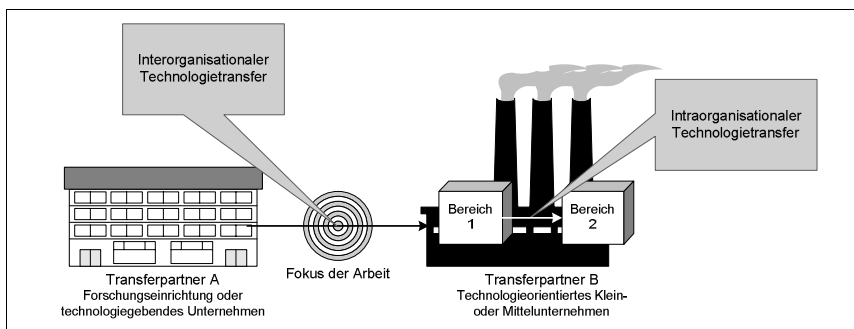


Abbildung 3: Intra- und interorganisationaler Technologietransfer

### 1.3.2 Prozessbezogene Abgrenzung

Der Begriff Technologietransfer hat neben dem objektbezogen auch einen prozessualen Charakter. Es werden in der Literatur unterschiedliche Phasenmodelle beschrieben, die jeweils einen spezifischen Prozess für den Technologietransfer implizieren (siehe Kapitel 2.4). Der Technologietransferprozess muss in die Prozesse des Technologienehmers, also den in dieser Arbeit fokussierten technologieorientierten kleinen und mittleren Unternehmen, integriert sein.

Des Weiteren soll der Technologietransfer ergänzt werden um den Prozess der Technologiefrühaufklärung, die die strategisch relevanten Informationen bezüglich technologischer Entwicklungen und geeigneter Transferpartner liefert. Der Technologietransfer mündet schließlich in einen zu ergänzenden Prozess der Technologienutzung.

<sup>48</sup> vgl. Schefczyk, 2002, S. 381

<sup>49</sup> vgl. Gabler, 2001, Technologietransfer



Der gesamte Prozess, von der Technologierühaufklärung über den Technologietransfer bis hin zur Technologienutzung soll geplant, durchgeführt und kontrolliert werden und kann deshalb auch als Technologietransfer-Management bezeichnet werden. Dieses soll methodisch mit Hilfe des Technologie-Roadmappings unterstützt und in die übergeordneten Prozesse des strategischen Technologiemanagements integriert werden.

### 1.3.3 Subjektbezogene Abgrenzung

Gerade beim Technologietransfer sind nicht nur die Prozesse sondern auch die handelnden Personen oder Organisationen und die unterschiedlichen Sichten auf die Prozesse wichtig. Aus subjektbezogener Sicht kann Technologietransfer von Technologiegeber- oder -nehmerorganisationen, von Intermediären, aus Sicht der agierenden Personen oder aus Sicht des Staates oder der Gesellschaft betrachtet werden. Staat und Gesellschaft werden in dieser Arbeit jedoch nicht als Gestaltungsobjekte sondern vielmehr als Randbedingungen betrachtet. Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen die am Technologietransfer beteiligten Organisationen und Personen, also die Technologiegeber und -nehmer sowie eventuell beteiligte Intermediäre. In der Literatur werden neben den Phasenmodellen auch subjektorientierte Beschreibungsmodelle dargestellt. Dementsprechend lässt sich Technologietransfer im Wesentlichen als ein Prozess der Informationsübertragung zwischen einem Sender, dem Technologiegeber, und einem Empfänger, dem Technologienehmer, darstellen.<sup>50</sup>

Da in dieser Arbeit kmU im Mittelpunkt der Betrachtung stehen, muss der Technologietransfer aus deren Perspektive betrachtet werden. Hier stellt sich in besonderem Maße die Frage nach dem Aufwand und dem Nutzen für die Beteiligten, denn der Fortlauf einer Transfer-Interaktion bzw. der Fortbestand einer Transfer-Beziehung lässt sich nur durch ein ausgeglichenes Aufwand-Nutzen-Verhältnis sichern.<sup>51</sup>

Die vorliegende Arbeit beschränkt sich darüber hinaus auf solche kmU, die einen hohen Grad an Technologieorientierung aufweisen. Diese kmU werden im weiteren Verlauf als technologieorientierte kleine und mittlere Unternehmen (kurz: tkmU) bezeichnet. Deren Technologieorientierung drückt sich zusammengefasst dadurch aus, dass Know-how-intensive Produkte oder Prozesse durch systematische Anwendung von naturwissenschaftlichem und technischem Wissen entworfen, entwickelt, produziert und auf den Markt gebracht werden.<sup>52</sup> Eine überdurchschnittliche Forschungs- und Entwicklungstätigkeit, u.a. begründet durch über dem Durchschnitt liegende auf den Umsatz bezogene Aufwendungen für FuE und vergleichsweise viele FuE-Mitarbeiter, stellt in diesen Unternehmen eine zentrale Aufgabe dar. Zum großen Teil muss allerdings auch neues Wissen über technologische Weiterentwicklungen aus externen Know-how Quellen bezogen und transferiert werden.<sup>53</sup> Als notwendig für die Nutzung externen Wissens kann in den tkmU eine interne FuE sowie ein zweckmäßiges Innovations- und Technologiemanagement vorausgesetzt werden.<sup>54</sup>

## 1.4 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Nach einer Beschreibung der **Grundlagen und der Analyse des Standes der Technik** bezüglich der Begriffe Technologie und Innovation, des strategischen Technologiemanagements in technologieorientierten kmU, der strategischen

---

<sup>50</sup> vgl. Albino, 2004, S. 284 ff.

<sup>51</sup> vgl. zum Verhalten von Akteuren in Austauschprozessen Thibaut, 1959, S. 37

<sup>52</sup> vgl. Kulicke, 1987, S. 14

<sup>53</sup> vgl. Kulicke, 1987, S. 16

<sup>54</sup> vgl. Hofstetter, 1990, S. 7 ff.; Reinhard, 2001b, S. 33

Technologiefrühaufklärung und des Technologietransfers sollen in Kapitel 2 **relevante Ansätze zum Technologie-Roadmapping** analysiert und kritisch betrachtet werden. Daran anschließend soll jeweils der **Bezug zur Problemstellung** hergestellt und der Handlungsbedarf für diese Arbeit abgeleitet werden. Den Abschluss des Kapitels bildet die **Zusammenfassung des Handlungsbedarfs**.

In Kapitel 3 soll zunächst ein **Rahmenkonzept für die Methodik** entwickelt werden. Dazu erfolgt nach einer systemischen Analyse die Grundkonzeption der Methodik anhand einer **Modellierung der Aufbau- und der Ablaufstruktur**.

In Kapitel 4 soll anschließend das Theoriensystem<sup>55</sup> zur **Technologie-Roadmap-basierten Methodik für den interorganisationalen Technologietransfer** detailliert werden. Das Technologie-Roadmapping wird dabei hinsichtlich der Anforderungen an eine strategische Technologiefrühaufklärung sowie an den interorganisationalen Technologietransfer erweitert und an die spezifischen Bedürfnisse von technologieorientierten kmU angepasst. Darüber hinaus werden die aufbau- und ablauforganisatorischen Aspekte bei der Methodik-Einführung und -Anwendung beschrieben.

Die **Überprüfung der Methodik im Anwendungszusammenhang** soll in Kapitel 5 an zwei Fallbeispielen geschehen, zum einen anhand des von der europäischen Kommission geförderten Projektes NanoRoadSME, das in den Jahren 2004 bis 2006 unter methodischer Leitung des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung durchgeführt wurde, zum anderen anhand eines technologieorientierten kmUs, bei dem das Technologie-Roadmapping mit dem Ziel eingeführt wurde, den Technologietransfer strategisch vorzubereiten und zu unterstützen.

Das Kapitel 6 soll die Arbeit mit einer **Zusammenfassung** und einem **Ausblick** auf zukünftige Forschungsaufgaben beschließen.

Aufbau der Arbeit	
Inhalt	
Kapitel 1: Einleitung und Problemstellung	Problemstellung, Zielsetzung, Einordnung und Aufbau der Arbeit
Kapitel 2: Grundlagen und Stand der Technik	Darstellung grundlegender problemrelevanter Begriffe und Zusammenhänge sowie der aktuellen Forschungssituation, Bezugnahme auf die Problemstellung
Kapitel 3: Konzeption der Methodik	Konzeption der Methodik anhand einer systemischen Betrachtung, Modellierung der Aufbau- und Ablaufstruktur
Kapitel 4: Detaillierung der Methodik	Detaillierung der Methodik anhand einer prozessorientierten Modellierung, Beschreibung der Subprozesse
Kapitel 5: Anwendung der Methodik	Prüfung der Methodik im Anwendungszusammenhang anhand zweier Fallbeispiele
Kapitel 6: Zusammenfassung und Ausblick	Identifizierung weiteren Forschungsbedarfes

Abbildung 4: Aufbau der Arbeit

<sup>55</sup> vgl. Popper, 1994, S. 31

## 2 Grundlagen und Stand der Technik

Aufbauend auf der Einleitung in Kapitel 1 und der dort beschriebenen Problematik sowie der formulierten Ziele dieser Arbeit werden in diesem Kapitel die grundlegenden problemrelevanten Begriffe und Zusammenhänge terminologisch abgegrenzt sowie die aktuelle Forschungssituation dargestellt und anhand der vorher definierten Anforderungen bewertet.

Die folgenden Begriffe Technologie, strategisches Technologiemanagement, Technologiefrühaufklärung und Technologietransfer sind zentrale Begriffe dieser Arbeit. Ein uneinheitliches Begriffsverständnis in der Fachwelt und Literatur<sup>56</sup> machen deshalb zu Beginn dieser Arbeit eine Abgrenzung und für das weitere Verständnis wichtige Definition dieser Begriffe notwendig.

### 2.1 Theorie, Technologie, Technik und Innovation

Eine einfach anzuwendende und verständliche Differenzierung der Begriffe Theorie, Technologie und Technik liefert Specht<sup>57</sup>. Demnach leistet die Theorie einen Beitrag zur Erklärung der Realität und ist damit das Fundament für die Technologie, die als Bindeglied zwischen Theorie und Praxis dient, und deren konkrete Anwendung erst als Technik bezeichnet wird. Unter Technologie ist damit das Wissen zu verstehen, das zur Lösung praktischer Probleme verwendet werden kann.

In der Literatur werden Technologien auf unterschiedliche Art und Weise klassifiziert.<sup>58</sup> Nach Phaal<sup>59</sup> ist eine wesentliche Eigenschaft von Technologien, dass es sich bei ihnen um „applied knowledge“ handelt, also um angewandtes Wissen. Er unterteilt die unterschiedlichen Aspekte von Technologien in harte und weiche Aspekte. Harte Aspekte sind verbunden mit Forschung und Wissenschaft während weiche Aspekte eher prozessualen Charakter besitzen, also Innovationsprozesse, organisationale Strukturen und unterstützende Wissensnetzwerke gemeint sind.

Dieses Begriffsverständnis spielt im Zusammenhang mit dem Technologietransfer eine wichtige Rolle. Wenn man Technologie als eine Art von Wissen bzw. Anwendungswissen<sup>60</sup> versteht, beruht technologisches Wissen ebenso auf explizitem, also formal artikulierbarem niederschreibbarem Wissen, wie auch auf implizitem, also erfahrungsbasiertem Wissen (tacit knowledge<sup>61</sup>), welches schwerer zu transferieren ist als explizites Wissen.<sup>62</sup>

---

<sup>56</sup> vgl. zum Technologiemanagement: Bullinger, 1994, S. 32 f.; Perillieux, 1987, S. 11; Zahn, 2004, S. 125 ff.; Spath, 2004, S. 167 ff.; Tschirky, 1998, S. 226 ff.;

vgl. zur Technologiefrühaufklärung: Härtel, 2002, S. 14 ff.; Peiffer, 1992, S. 102 ff.; Krystek, 1993, S. 11 ff.; Ansoff, 1976, S. 129 ff.; Zinser, 2000, S. 61 ff.

vgl. zum Technologietransfer: Hofstetter, 1990, S. 19 ff.; Löhn, 2000, S. 49; Schmeisser, 1984, S. 214; Schmoch, 2000a, S. 9 ff.; Corsten, 1982, S. 9 ff.; Czarnitzki, 2001, S. 40 ff.

vgl. zum Technologie-Roadmapping: Barker, 1995, S. 21 ff.; Groenveld, 1997, S. 48 ff; Galvin, 1998, S. 803; Günther, 2002, S. 73 f.; Bucher, 2002; Farrukh, 2003, S. 7 ff.; Bucher, 2003, S. 149 ff.; Begemann, 2004, S. 70 ff.; Möhrle, 2005a, S. 7; Laube, 2005a; Laube, 2005b

<sup>57</sup> vgl. Specht, G., 1996, S. 14; siehe auch Zörgiebel, 1983, S. 11

<sup>58</sup> vgl. Schlaweck, 1991, S. 33; Gerpott, 1999, S. 26 f.; Perillieux, 1987, S. 12; Schmoch, 2003, S. 33 ff.; Ropohl, 1991, S. 18; Rammert, 1998, S. 314; Servatius, 1985, S. 35

<sup>59</sup> vgl. Phaal, 2004, S. 7

<sup>60</sup> vgl. Zahn, 1996, S. 4; Corsten, 1999, S. 549

<sup>61</sup> Anm.: Der Begriff „tacit knowledge“ geht auf Polanyi zurück (vgl. Polanyi, 1966);

<sup>62</sup> vgl. Wiegand, 1996, S. 167

Die Neuheit oder Neuerung wird heute mit dem Begriff Innovation gleichgesetzt (aus dem Lateinischen „novus“ = neu). Er wird in der betriebswirtschaftlichen Literatur vielfältig verwendet und diskutiert, wobei immer das Element der Neuheit mit einbezogen wird.<sup>63</sup> In der Praxis werden Technologien u.a. dann als neu betrachtet, wenn sie für das Unternehmen neu sind.<sup>64</sup> Wesentliches Merkmal für den Neuheitsgrad ist dann das in dem Unternehmen noch nicht vorhandene Know-how bezüglich dieser Technologie. Der Diffusionsgrad<sup>65</sup>, also der Grad der Verbreitung einer Technologie, kann zur weiteren Charakterisierung herangezogen werden. Technologien lassen sich demnach differenzieren in

- Technologien, die absolut neu am Markt sind,
- Technologien, die neu in der eigenen Branche sind und
- Technologien, die für das eigene Unternehmen oder in verschiedenen Branchen neu sind.<sup>66</sup>

In einer Zusammenfassung dessen, was heute generell unter dem Begriff Innovation verstanden wird, definiert Bullinger<sup>67</sup> Innovation als nutzenstiftende Problemlösung durch einen neuen Ansatz, der sich auf neue oder verbesserte Erzeugnisse, Verfahren, Leistungen, Organisationsformen, Märkte u.a. beziehen kann und den gesamten Prozess von der Idee bis zur Markteinführung umfasst. Bullinger räumt gleichzeitig ein, dass es eine allgemein gültige Definition des Begriffes Innovation nicht gebe. In der Literatur sind, je nachdem worauf der Schwerpunkt gelegt wird, spezielle Definitionen zu finden.<sup>68</sup>

So unterscheidet Brockhoff<sup>69</sup> die Invention, die er mit der Erfindung gleich setzt, von der Innovation, die erst mit ihrer Markteinführung zu dieser werde. In diesem Sinne kann Technik, wenn sie eine neue Problemlösung darstellt, als Invention verstanden werden. Als Innovation wird nach Peiffer<sup>70</sup> der Prozess der wirtschaftlichen Verwertung von Technologie und Technik bezeichnet. Dieser endet mit der Markteinführung des Produktes oder mit der produktionstechnischen Realisierung des technischen Verfahrens.

Das oben skizzierte uneinheitliche Begriffsverständnis macht an dieser Stelle eine für diese Arbeit geltende Definition erforderlich. Zusammengefasst soll unter den Begriffen Theorie, Technologie, Technik und Innovation folgendes verstanden werden (siehe Abbildung 5):

Die Theorie bildet das erklärende Fundament für die Technologie. Technologie ist das transferierbare Wissen, das zur Lösung praktischer Probleme verwendet werden kann und dient als Bindeglied zwischen Theorie und Praxis. Die konkrete Anwendung der Technologie zur Problemlösung wird als Technik, in Abhängigkeit ihres Neuheitsgrades als Invention, bezeichnet. Eine am Markt wirtschaftlich erfolgreich eingeführte neue Technik ist dann eine Innovation.

---

<sup>63</sup> vgl. Wolfrum, 1994, S. 7

<sup>64</sup> vgl. Beeler, 1998, S. 597

<sup>65</sup> vgl. Krampe, 1981, S. 384 ff.

<sup>66</sup> vgl. Wildemann, 1987, S. 6 f.

<sup>67</sup> vgl. Bullinger, 2002, S. 16

<sup>68</sup> vgl. Bullinger, 2002, S. 13-16

<sup>69</sup> vgl. Brockhoff, 1999, S. 35 ff.

<sup>70</sup> vgl. Peiffer, 1992, S. 42

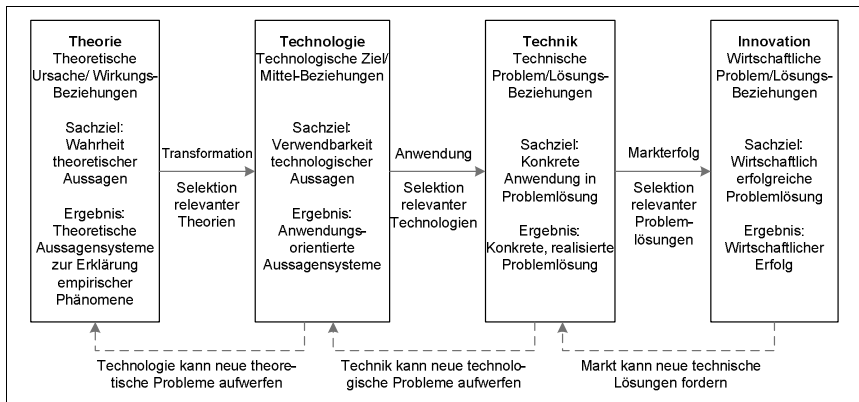


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Theorie, Technologie, Technik und Innovation<sup>71</sup>

Der Prozess zur regelmäßigen Generierung von Innovationen wird in der Literatur u.a. als Innovationsprozess bezeichnet. Eine für diese Arbeit sinnvolle Definition des Innovationsprozesses liefert Täger<sup>72</sup>, der sich explizit auf Technologien bezieht. Er bezeichnet in einer funktional sachlogischen Betrachtung die Schaffung und Nutzung von technischem Wissen ganz allgemein als Innovationsprozess und definiert acht Teilprozesse, die zwar als Phasen beschrieben sind, aber nicht unbedingt zeitlich aufeinander folgen müssen. In Abbildung 6 sind weitere grundlegende Ansätze aufgeführt. Für diese Arbeit besonders interessant sind neben dem Ansatz von Täger auch der Ansatz von Brandenburg<sup>73</sup>, der mit seiner Arbeit einen Beitrag zum Roadmapping liefert sowie der Ansatz von Bullinger<sup>74</sup>, der explizit den Technologietransfer als Teil des Innovationsprozesses nennt.

Für ein im weiteren Verlauf hilfreiches einheitliches Verständnis, soll in Anlehnung an Täger, Brandenburg und Bullinger in dieser Arbeit unter Innovationsprozess der gesamte Prozess von der Analyse, Zielbildung, Ideenfindung, Produktentwicklung und Markteinführung über die Nutzung bis zur Rücknahme vom Markt, verstanden werden. Der Innovationsprozess hat das Ziel, für das Unternehmen neue Technologien in Form von technischem Wissen in neue Produkte und Prozesse zu transferieren, um eine erfolgreiche Position am Markt zu halten oder auszubauen.

<sup>71</sup> Eigene Darstellung; Erweiterung in Anlehnung an Specht, G., 1996, S. 14

<sup>72</sup> vgl. Täger, 1984, S. 49

<sup>73</sup> vgl. Brandenburg, 2002, S. 50 ff.

<sup>74</sup> vgl. Bullinger, 2002, S. 111, zitiert bei Sabisch, 1991

Autor	Prozessphasen	Eigenschaften
Täger 1984 <sup>75</sup>	Forschung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagenforschung</li> <li>- Anwendungsforschung</li> </ul> Entwicklung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Technische Entwicklung</li> <li>- Anwendungsentwicklung</li> </ul> Anwendung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Produktion</li> <li>- Einführung in den Verbrauch</li> </ul> Ausreifung <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbesserung der Technik durch Versionen</li> <li>- Verbesserung der Technik durch Varianten</li> </ul>	funktional-sachlogische Betrachtung, teilweise parallele Prozessphasen, technologieorientierte Betrachtung
Erlenspiel 1995 <sup>76</sup>	Produktplanung Produktdefinition Entwicklung und Konstruktion Produktion	weitgehend paralleler Prozess, alle am Prozess beteiligten sollen eng und unmittelbar zusammenarbeiten
Spath 2001 <sup>77</sup>	Produktstrategieplanung Produktideengenerierung und -selektion Ermittlung der Produktanforderungen Technische Konzeption Marketingkonzeptentwicklung Wirtschaftlichkeitsanalyse Produktentwicklung und -test Produktionsplanung Fertigung des Produktes Produkteinführung Wirtschaftlichkeitsüberprüfung	methodisch unterstützter zyklischer Prozess
Brandenburg 2002 <sup>78</sup>	Zielbildung Zukunftsanalyse Ideenfindung Ideenbewertung Ideendetaillierung Konzeptbewertung Umsetzungsplanung	Fokus auf frühe Phase der Produktentstehung, Roadmap-Aspekte
Brockhoff 1999 <sup>79</sup>	Forschung und Entwicklung Markteinführung Marktdurchsetzung Konkurrenz durch Nachahmung	Fokus auf marktgetriebenen Innovationsprozess
Bullinger 2002 <sup>80</sup>	Analyse von Markt- und Technologieentwicklung Strategieentwicklung Ideenfindung Ideenbewertung und -auswahl Produkt- und Programmplanung FuE-Prozess, Technologietransfer Produktionseinführung Markteinführung Diffusion	Berücksichtigung von technology push und market pull, Integration des Technologietransfers

Abbildung 6: Gegenüberstellung verschiedener Ansätze zum Innovationsprozess

## 2.2 Strategisches Technologiemanagement

In der Literatur wird häufig auf die ursprüngliche Verwendung des Begriffes Strategie im militärischen<sup>81</sup> und die Übertragung auf den wirtschaftlichen Bereich verwiesen.<sup>82</sup>

<sup>75</sup> vgl. Täger, 1984, S. 49

<sup>76</sup> vgl. Erlenspiel, 1995, S. 120 ff.; in Anlehnung an VDI 2221 (vgl. VDI 2221, 1993, S. 26)

<sup>77</sup> vgl. Spath, 2001, S. 48 ff.

<sup>78</sup> vgl. Brandenburg, 2002, S. 50 ff.

<sup>79</sup> vgl. Brockhoff, 1999, S. 38

<sup>80</sup> vgl. Bullinger, 2002, S. 111, zitiert bei Sabisch, 1991

<sup>81</sup> Anm.: So sollen sich schon vor 2400 Jahren bei Sun Tzu *The Art of War* Hinweise auf einen

Clausewitz<sup>83</sup> verstand in einem militärischen Sinne unter Strategie das Setzen von Zielen, die Erstellung eines Planes und die Ableitung von Maßnahmen und damit übergeordnete Entscheidungen bezüglich einer allgemeinen Entwicklungsrichtung des Heeres, im Gegensatz zu den taktischen Maßnahmen, die das Verhalten der Truppe im Feld, das Gefecht, beeinflussen.<sup>84</sup>

Entscheidungen des Managements, die aus einer übergeordneten Perspektive die grundsätzliche Ausrichtung eines Unternehmens bestimmen, sind also strategisch. Durch sie werden die zukünftige Position des Unternehmens im Markt und die Ausgestaltung seiner Ressourcenbasis mit dem Ziel bestimmt, Wettbewerbsvorteile zu erlangen und so den langfristigen Erfolg des Unternehmens zu sichern.<sup>85</sup> Strategien können dabei sowohl geplant als auch intuitiv sein.<sup>86</sup> Ersteres, die geplante Entwicklung von Strategien im Rahmen eines strategischen Managements, ist Fokus dieser Arbeit.

In der Literatur werden verschiedene Ansätze zum strategischen Management in Erweiterung des klassischen Managementverständnisses diskutiert.<sup>87</sup> Ewald<sup>88</sup> entwickelt ein für diese Arbeit wichtiges Verständnis, denn er sieht das strategische Management als einen iterativen Prozess, der zu Beginn die Phase „strategische Früherkennung“ und auch die Phasen „Programmevaluierung“ und „strategische Kontrolle“ beinhaltet, was der eingangs formulierten Problemstellung einer ganzheitlichen Unterstützung des Managements, von der Planung bis zur Kontrolle, entgegenkommt (siehe Abbildung 7).

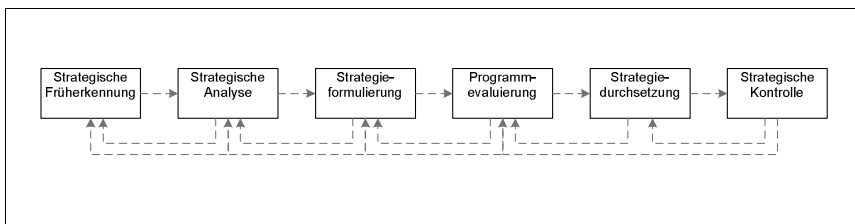


Abbildung 7: Rekursiver Prozess des strategischen Managements<sup>89</sup>

## 2.2.1 Aufgaben des strategischen Technologiemanagements

Um eine höhere Technologieorientierung in tkmU zu erreichen, muss sich das strategische Technologiemanagement in Anlehnung an Wolfrum im Wesentlichen mit den folgenden fünf Fragen auseinandersetzen<sup>90</sup>:

- Welches ist die für das Unternehmen richtige Technologie?<sup>91</sup>

---

„Director of Strategic Planning“ gefunden haben. Etymologisch leitet sich der Begriff Strategie (griech. strategós = Feldherr) aus den Wörtern „Herr“ (griech. stratós) und „führen“ (griech. agein) ab und bedeutet die Kunst der Heerführung (vgl. Sun Tzu, 1971; erwähnt bei Mintzberg, 1995, S. 8)

<sup>82</sup> vgl. Wildemann, 1987, S. 19 ff.; Bullinger, 1994, S. 130

<sup>83</sup> vgl. Marvedel, 1980, S. 178

<sup>84</sup> vgl. Bullinger, 1994, S. 130

<sup>85</sup> vgl. Hungenberg, 2000, S. 6

<sup>86</sup> vgl. Mintzberg, 1995, S. 29 ff.

<sup>87</sup> vgl. Servatius, 1985, S. 58 ff.; Porter, 1980, S. 35 ff.; Bleicher, 2004, S. 40

<sup>88</sup> vgl. Ewald, 1989, S. 21 ff.

<sup>89</sup> vgl. Ewald, 1989, S. 21

<sup>90</sup> In Anlehnung an Wolfrum, 1994, S. 81 ff.

<sup>91</sup> nach Porter, 1989, S. 261, handelt es sich bei der „richtigen“ Technologie um solche Technologien,

- Wo soll die Technologie eingesetzt werden?
- Welche Position bzgl. der technologischen Leistungsfähigkeit soll angestrebt werden, eine Führer- oder eine Folgerposition?<sup>92</sup>
- Wann ist der richtige Zeitpunkt, in die Technologie zu investieren?<sup>93</sup>
- Wie soll das technologiebezogene Know-how aufgebaut oder beschafft werden?<sup>94</sup>

Entsprechend dieser Fragestellungen lassen sich nachfolgend die Aufgaben eines strategischen Technologiemanagements abgeleitet aus den in der Literatur diskutierten Ansätzen formulieren:<sup>95</sup>

#### **Frühaufklärung:**

- Technologien in anderen Branchen ermitteln, die potenziell relevant sind oder werden<sup>96</sup>
- Prognose der zukünftigen Entwicklung der relevanten Umwelt bzw. relevanter (Schlüssel-)Technologien und die Ableitung von sich daraus ergebenden möglichen Chancen und Risiken für das Unternehmen<sup>98</sup>

#### **Strategische Analyse:**

- Erfassung der den Innovationsprozess beeinflussenden Faktoren aus der Umwelt und Anpassung der Unternehmung an diese Umwelteinflüsse<sup>99</sup>
- Beurteilung der gegenwärtigen technologischen Stärken und Schwächen des Unternehmens und seiner Geschäftsfelder<sup>100</sup>

#### **Strategieformulierung:**

- Entwicklung und Anpassung der Ziele sowie Umsetzung dieser in Pläne und Maßnahmen<sup>101</sup>, u.a. um spezifische im Vergleich zu den Konkurrenten größere Kompetenzen in relevanten Technologiefeldern zu schaffen und wirksam werden zu lassen<sup>102</sup> sowie dauerhafte und zukünftige strategische Erfolgspositionen aufzubauen.<sup>103</sup>

#### **Strategieevaluierung:**

- Abstimmung mit den Unternehmenszielen und -strategien<sup>104</sup>
- Entscheidung, Auswahl der Alternativen<sup>105</sup>

#### **Strategiedurchsetzung:**

- Implementierung<sup>106</sup>, Realisierung der getroffenen Entscheidungen mit Hilfe

die für Wettbewerbsvorteile und Branchenstruktur am wichtigsten sind

<sup>92</sup> vgl. auch Porter, 1989, S. 234

<sup>93</sup> vgl. Wildemann, 1987, S. 5

<sup>94</sup> Dazu gehört nach Porter, 1989, S. 262, auch die Abschätzung der notwendigen Kapazitäten und der möglichen Veränderungskosten.

<sup>95</sup> in Anlehnung an Ewald, 1989, S. 46; die zwei Phasen „strategische Analyse“ und „Strategieformulierung“ lassen sich auch unter dem Begriff „Strategieplanung“ zusammenfassen (vgl. hierzu Bullinger, 1999, S. 6-16)

<sup>96</sup> vgl. Porter, 1989, S. 261

<sup>97</sup> vgl. Porter, 1989, S. 261

<sup>98</sup> vgl. Ulrich, 1984, S. 234 f.; Ewald, 1989, S. 46 ff.

<sup>99</sup> vgl. Gabler, 2001, Technologiemanagement

<sup>100</sup> vgl. Wolfrum, 1994, S. 81; Ulrich, 1984, S. 234

<sup>101</sup> vgl. Ulrich, 1984, S. 235

<sup>102</sup> vgl. Wolfrum, 1994, S. 84 ff.

<sup>103</sup> vgl. Wolfrum, 1994, S. 80 f.

<sup>104</sup> vgl. Gabler, 2001, Technologiemanagement

<sup>105</sup> vgl. Schierenbeck, 2000, S. 87



führungs- und organisationspezifischer Instrumente<sup>107</sup>

- Koordination von Leistungsprozessen<sup>108</sup> (Personal, Informations-, Betriebs-, Finanzmittel und Leistungsprogramm) innerhalb der Bereiche (Planung und Controlling, Marketing, FuE, Produktion und Logistik) und zwischen ihnen<sup>109</sup>

#### **Strategische Kontrolle:**

- Prämissen-, Ergebnis- und Prozesskontrolle anhand eines Soll/Ist-Vergleichs<sup>110</sup>
- Abweichungsanalyse und Rückkopplungen in die vorgelagerten Prozessphasen<sup>111</sup>

Das strategische Technologiemanagement in technologieorientierten kmU gibt den Rahmen für diese Arbeit und wird deshalb entsprechend der vorangegangenen Diskussion nachfolgend verstanden als

... die Planung, Umsetzung und Kontrolle aller langfristigen und zielgerichteten Aktivitäten zur Erkennung, Einführung und Verwendung von Technologien, um zukünftige Erfolgspotenziale für die Unternehmung zu sichern oder zu schaffen.

## **2.2.2 Methoden des strategischen Technologiemanagements**

Im Rahmen des strategischen Technologiemanagements kommen heute überwiegend Portfolio- und Roadmap-Konzepte zum Einsatz.<sup>112</sup> Diese werden im Folgenden dargestellt und anschließend bezüglich der Anforderungen an die zu entwickelnde Lösung bewertet.

### **2.2.2.1 Technologie-Portfolio**

Das Technologie-Portfolio hat zum Ziel, Technologien unter zwei verschiedenen Perspektiven zu bewerten und transparent darzustellen. Es verknüpft eine unternehmensneutrale Bewertung (z.B. Technologieattraktivität) mit einer durch das Unternehmen beeinflussbaren Bewertung (z.B. Ressourcenstärke). Beide Bewertungsperspektiven spannen eine Fläche auf, das Portfolio, innerhalb derer die bewerteten Technologien dargestellt werden. Ihre Position auf dem Portfolio ergibt sich aus der Summe mehrerer Einzelbewertungen je Achse (siehe Abbildung 8). Die Kriterien sind dabei z.B.:<sup>113</sup>

Technologieattraktivität:

- Marktakzeptanz
- Anwendungsbreite
- Weiterentwicklungspotenzial
- Kompatibilität

Ressourcenstärke:

- Technisch-qualitativer Beherrschungsgrad
- Potenziale

---

<sup>106</sup> vgl. Wolfrum, 1994, S. 81 f.

<sup>107</sup> vgl. Schierenbeck, 2000, S. 89

<sup>108</sup> vgl. Schierenbeck, 2000, S. 181

<sup>109</sup> vgl. Gabler, 2001, Technologiemanagement

<sup>110</sup> vgl. Schierenbeck, 2000, S. 89

<sup>111</sup> vgl. Schierenbeck, 2000, S. 89

<sup>112</sup> vgl. Kühn, 2000, S. 45 ff.

<sup>113</sup> vgl. Pfeiffer, 1989, S. 485 ff.

- Reaktionsgeschwindigkeit
- Patente, Lizenzen

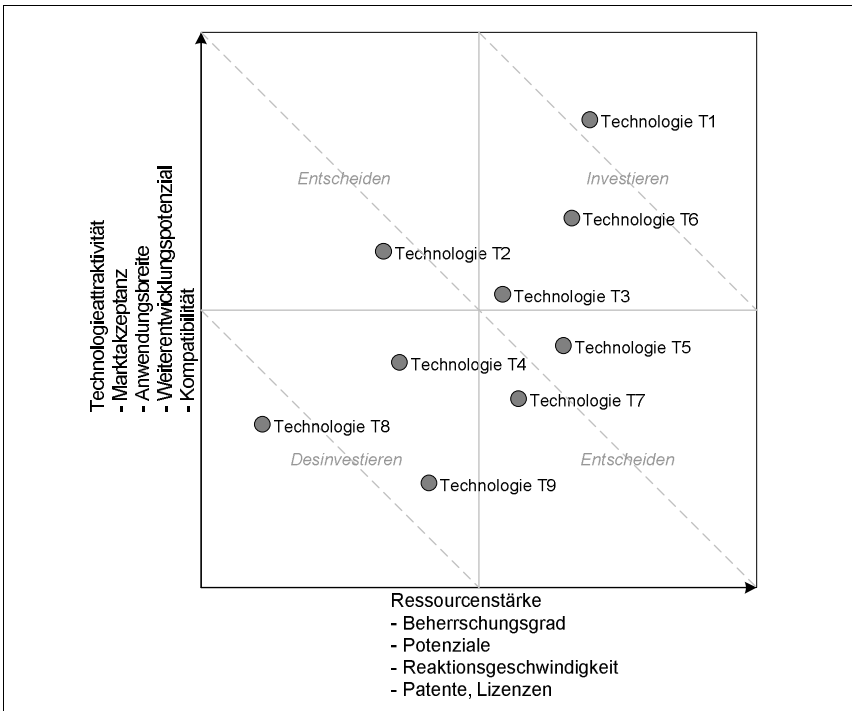


Abbildung 8: Technologie-Portfolio nach Pfeiffer<sup>114</sup>

Die Erstellung eines Technologie-Portfolios lässt sich in die folgende Schritte gliedern:

- Auflistung relevanter Technologien
- Bewertung der Technologien
- Positionierung der Technologien im Portfolio
- Transformation des Portfolios
- Ableitung von Maßnahmen

### 2.2.2.2 Technologie-Roadmapping

Der Einsatz von Technologie-Roadmaps im Rahmen des strategischen Technologiemanagements ist heute weit verbreitet.<sup>115</sup> Aufgrund seiner wachsenden Beliebtheit sowie der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten hat sich eine Reihe von

<sup>114</sup> vgl. Pfeiffer, 1989, S. 485 ff.

<sup>115</sup> vgl. Barker, 1995, S. 21 ff.; Groenveld, 1997, S. 48 ff; Galvin, 1998, S. 803; Günther, 2002, S. 73 f.; Farrukh, 2003, S. 7 ff.; Bucher, 2003, S. 149 ff.; Begemann, 2004, S. 70 ff.; Möhrle, 2005a, S. 7; Laube, 2005a; Laube, 2005b

unterschiedlichen Ansätzen zum Technologie-Roadmapping herauskristallisiert.<sup>116</sup> Diese können nach ihrem Anwendungsfall unterschieden werden:<sup>117</sup>

- *TRIZ-basiertes Technologie-Roadmapping*: Beschreibung der zeitlichen Entwicklung ausgewählter Technologien
- *Branchenorientiertes Technologie-Roadmapping*: Beschreibung der zeitlichen Entwicklung von Märkten bzw. Branchen und relevanten Technologien
- *Produkt-Technologie-Roadmapping*: Unternehmensspezifische Beschreibung der zeitlichen Entwicklung von Produkten und Technologien
- *Integriertes Produkt- und Produktionstechnologie-Roadmapping/Technologiekalender*: Unternehmensspezifische Beschreibung der zeitlichen Entwicklung von Marktanforderungen, Produkten, (Produkt- und Produktions-) Technologien u.a.

Mit Technologie-Roadmapping wird der Prozess der Erstellung und Aktualisierung einer Technologie-Roadmap bezeichnet.<sup>118</sup> Die Technologie-Roadmap bildet eine grafische Repräsentation von Technologien und ihren Verknüpfungen über der Zeit und folgt damit der Metapher einer Straßenkarte (siehe Abbildung 9).<sup>119</sup> In der Literatur wird neben den Technologie-Roadmaps auch vom Technologiekalender nach Westkämper<sup>120</sup> gesprochen. Im Folgenden wird der Begriff Technologie-Roadmap als Oberbegriff für die verschiedenen Ansätze zum Technologie-Roadmapping und zum Technologiekalender verwendet.

Technologie-Roadmapping tritt in unterschiedlichen Formen auf. Phaal hat diesbezüglich eine Studie durchgeführt, anhand dessen er Kriterien zur Charakterisierung formuliert hat.<sup>121</sup> Phaal definiert acht Typen von Technologie-Roadmaps entsprechend ihrer Zielsetzung:<sup>122</sup> Produktplanung, Leistungsfähigkeitsplanung, Strategische Planung, Langfristige Planung, „Wissens-Planung“, Programm-Planung, Prozessplanung und Integrationsplanung. Daneben differenziert er acht verschiedene Arten der Visualisierung:<sup>123</sup> Text, Tabellen, Graphen, bildhafte Repräsentation, Balken, Ablaufdiagramme, multiple layer<sup>124</sup> und single layer. Technologie-Roadmaps lassen sich allerdings nicht immer eindeutig in die oben beschriebenen Kategorien einordnen. Sie werden häufig in hybrider Form angewendet, d.h. sie können sich aus Elementen mehrerer Typen im Sinne der Visualisierungsart und der Zielsetzung zusammensetzen.

---

<sup>116</sup> vgl. Laube, 2005a, S. 317

<sup>117</sup> in Anlehnung an Kappel, 2001, S. 40

<sup>118</sup> vgl. Specht, D., 2000, S. 43

<sup>119</sup> vgl. Möhrle, 2005a, S. 1 ff.

<sup>120</sup> vgl. Westkämper, 1986, S. 143-182; Westkämper, 1989, S. 298 f.; Westkämper, 1995, S. 467 ff.; Westkämper, 1999a, S. 10; Westkämper, 2003, S. 285 ff.

<sup>121</sup> Anm.: In der Studie wurden 2000 technische Leiter der herstellenden Industrie in Großbritannien befragt. Anhand von etwa 40 zur Verfügung gestellten Technologie-Roadmaps hat Phaal Klassifizierungskriterien erarbeitet (vgl. Phaal, 2000, S. 1 ff.)

<sup>122</sup> vgl. Phaal, 2004, S. 11 ff.

<sup>123</sup> vgl. Phaal, 2004, S. 14 f.

<sup>124</sup> Anm.: Dieses am weitesten verbreitete Technologie-Roadmap Format umfasst mehrere Ebenen (Layer). Dies sind zum Beispiel die Ebenen Markt, Produkt und Technologie. Innerhalb jeder Ebene wird die zeitliche Entwicklung bzw. Abfolge von Objekten untersucht. Außerdem werden die Interdependenzen innerhalb einer Ebene und Ebenen-übergreifend zwischen den Objekten der einzelnen Ebenen dargestellt. Dies hilft z.B. bei der Integration von Technologien in Produkte und Dienstleistungen sowie bei der Verknüpfung von Produkten mit Produktionstechnologien.



auf einer gewissen Systematik. Er entwickelte deshalb verallgemeinerte Modelle zum Leiten der Lösungsfindung, welche in allen technischen Anwendungsgebieten Gültigkeit haben sollen. Er verfasste u.a. acht abstrakt formulierte Entwicklungsgesetze und vierzig konkrete Erfindungsverfahren technischer Systeme. Aus den Entwicklungsgesetzen und den Erfindungsverfahren wurden so genannte Entwicklungsmuster technischer Systeme entwickelt. Diese Entwicklungsmuster technischer Systeme lassen sich für die Technologieprognose innerhalb des TRIZ-basierten Technologie-Roadmappings einsetzen.<sup>129</sup>

#### **2.2.2.4 Branchenorientiertes Technologie-Roadmapping**

Branchenorientiertes Technologie-Roadmapping fokussiert auf die technologischen Entwicklungen relevanter Technologien einer Branche, wobei auch nur ein Technologiefeld Untersuchungsgegenstand sein kann (z.B. Halbleitertechnologie<sup>130</sup>, Nanotechnologie<sup>131</sup>). Das branchenorientierte Technologie-Roadmapping ist vor allem in den USA<sup>132</sup>, Kanada<sup>133</sup> und Asien<sup>134</sup> weit verbreitet. Dabei werden gezielt für einzelne Branchen zukünftige Entwicklungen des Marktes und Anforderungen an die technologische Entwicklung beschrieben. Solche Roadmaps sind häufig über das Internet frei zugänglich<sup>135</sup>. Die verwendeten Methoden und Verfahren sind dagegen kaum beschrieben.<sup>136</sup>

Das branchenorientierten Technologie-Roadmapping gliedert sich in die folgenden Schritte:

- Priorisierung und Auswahl des Untersuchungsfeldes
- Beschreibung von Anforderungen an zukünftige Produkte
- Bewertung der Anwendungshäufigkeit und des Nutzenpotenzials
- Diskussion möglicher technischer Lösungen
- Ableitung der Technologie-Roadmap

Die Zusammenarbeit von Produktherstellern und Produkthanwendern<sup>137</sup> bietet auf Herstellerseite die Möglichkeit, zielgerichtet Produkte zu entwickeln, die genau auf die Bedürfnisse der Anwender passen. Damit können Entwicklungskompetenzen in den

---

von über 40.000 Patenten fand er heraus, dass unabhängig vom Wissenschaftszweig oder von der Branche abstrahierte Problemstellungen und deren Lösungen sich wiederholen. Außerdem stellte er fest, dass die Fortentwicklung technischer Systeme nach bestimmten Tendenzen verläuft.

<sup>129</sup> vgl. Möhrle, 2005b, S. 193

<sup>130</sup> vgl. <http://www.itrs.net/>

<sup>131</sup> vgl. <http://www.nanoroad.net>

<sup>132</sup> Überblick über Technologie-Roadmaps in den USA: U.S. Department of Energy: <http://www.eere.energy.gov>

<sup>133</sup> Überblick über Technologie-Roadmaps in Kanada: Industry Canada: <http://strategis.ic.gc.ca>

<sup>134</sup> vgl. Lee, 2005, S. 567 ff.; Holmes, 2005, S. 349 ff.; Überblick über asiatische und internationale Technologie-Roadmaps: Korea Institute of Science and Technology: <http://kric.kist.re.kr/pages/Future%20Technology/techroadmap/>

<sup>135</sup> siehe Fußnoten Nr. 132, 133, 134

<sup>136</sup> Eine Beschreibung zur Vorgehensweise findet sich im Abschlussbericht „Roadmap Prozess-Sensorik 2015“. In dem gemeinsamen Projekt der Organisationen NAMUR (Interessensgemeinschaft Prozessleittechnik der chemischen und pharmazeutischen Industrie) und GMA (VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik) wurde 2005 vom Fraunhofer-Institut Produktionstechnik und Automatisierung eine „Roadmap Prozess-Sensorik 2015“ erarbeitet, an der sich führende Unternehmen der chemischen Industrie und der Automatisierungstechnik beteiligten. (vgl. Abele, 2005a, S. 1 ff.; Abele, 2005b, 36 ff.)

<sup>137</sup> Anm.: Produkthanwender meint in diesem Zusammenhang nicht den Endverbraucher, sondern ebenfalls einen Produkthersteller, der allerdings innerhalb der Zulieferkette Kunde des vorher genannten Produktherstellers ist.

Herstellerunternehmen strategisch-langfristig mit einer hohen Sicherheit aufgebaut werden. Den Anwendern wird demgegenüber eine langfristige Vorschau auf kommende Produkte und Lösungen zur Verfügung gestellt, die ebenfalls zu einer Erhöhung der Planungssicherheit und damit zu einem möglichen Wettbewerbsvorteil führt.

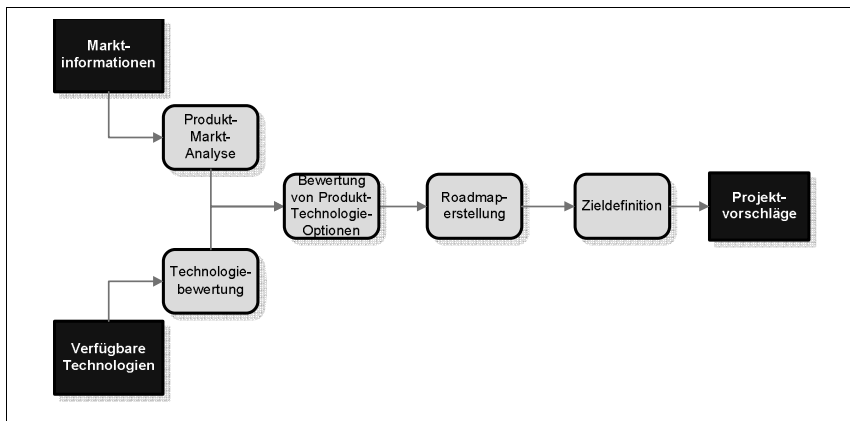
### 2.2.2.5 Produkt-Technologie-Roadmapping

Produkt-Technologie-Roadmapping wird im Gegensatz zu den zuvor vorgestellten Technologie-Roadmapping-Ansätzen von einzelnen Unternehmen angewendet und dazu spezifisch an deren Anforderungen angepasst.<sup>138</sup> Es bringt eine Technologiesicht als Gegenpol zu der in den Unternehmen vorherrschenden Markt- und Produktsicht in die strategische Planung ein. Die erarbeiteten Produkt-Technologie-Roadmaps fungieren damit quasi als Schnittstelle zwischen technology push und market pull.<sup>139</sup>

Zum Produkt-Technologie-Roadmapping sollen im Folgenden zwei verbreitete Ansätze vorgestellt werden, die eine hohe Relevanz für die Lösung der in Kapitel 1.1.4 formulierten Problemstellung aufweisen: das generische Technologie-Roadmapping nach EIRMA und T-Plan nach Phaal.<sup>140</sup>

#### Generisches Technologie-Roadmapping nach EIRMA

Die European Industrial Research Management Association (EIRMA)<sup>141</sup> schlägt eine generische Technologie-Roadmap vor. Zahlreiche Autoren<sup>142</sup> orientieren sich mit ihren Vorgehensweisen an den Vorschlägen der EIRMA. Als die fünf wesentlichen Elemente einer Technologie-Roadmap werden von der EIRMA Zeit, Ergebnisse, Technologien, Fähigkeiten/ Know-how und Ressourcen gesehen. Im Ansatz der EIRMA wird darüber hinaus erwähnt, wie das Technologie-Roadmapping in die strategische Technologieplanung eingebunden werden kann (siehe Abbildung 10).



<sup>138</sup> vgl. Groenveld, 1997, S. 48 ff.

<sup>139</sup> vgl. Specht, D., 2005, S. 151

<sup>140</sup> Weitere Ansätze u.a. bei: Groenveld, 1997, S. 48 ff.; Farrokhzad, 2005, S. 297 ff.; Specht, D., 2005, S. 141 ff.

<sup>141</sup> vgl. EIRMA, 1997

<sup>142</sup> siehe u.a. bei Kostoff, 2001, S. 137; Bucher, 2002, S. 26 f.; Farrukh, 2003, S. 6; Lee, 2005, S. 569; Laube, 2005a, S. 319

Abbildung 10: Prinzipielle Roadmap-Integration nach EIRMA<sup>143</sup>

### **T-Plan nach Phaal**

Von Phaal wurde an der University of Cambridge "T-Plan" entwickelt, ein Ansatz zur schnellen Einführung von Technologie-Roadmapping in Unternehmen.<sup>144</sup> T-Plan wird im Rahmen von vier halbtägigen Workshops durchgeführt (siehe Abbildung 11). Die ersten drei Workshops fokussieren auf die drei Ebenen der T-Plan Technologie-Roadmap: Markt, Produkt und Technologie. Im letzten Workshop werden abschließend die Ebenen miteinander verknüpft.

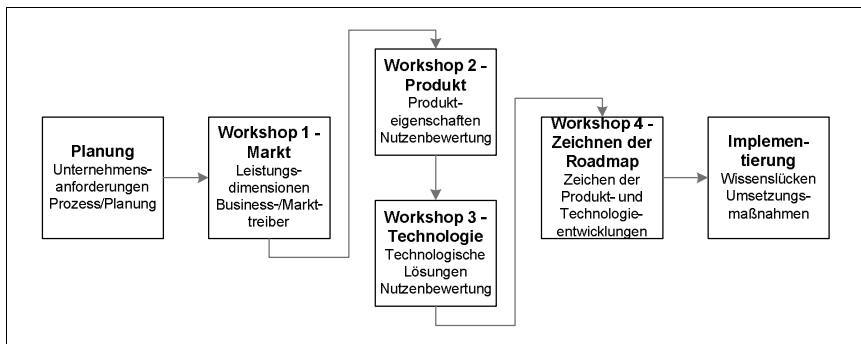


Abbildung 11: Fast-Start Technology Roadmapping (T-Plan) nach Phaal<sup>145</sup>

### **2.2.2.6 Integriertes Produkt- und Produktionstechnologie-Roadmapping/ Technologiekalender**

Die Ausweitung des Verständnisses von Technologie-Roadmaps auf den Produktionsbereich macht zunächst eine Definition des Begriffes Produktion erforderlich. Unter Produktion soll im Folgenden das Herstellen oder Verändern von Sachgütern mit Hilfe anderer Sachgüter oder Dienstleistungen verstanden werden.<sup>146</sup> Dabei wird weiterhin nur die industrielle Produktion verstanden, also bedient sich der Herstellungs- oder Veränderungsprozess der Verfahren der Stoffumwandlung, Stoffumformung oder Energieumwandlung.

#### **Technologiekalender**

Der Technologiekalender wurde ursprünglich von Westkämper als eine Art zeitlicher Vorgehensplan zur Unterstützung der strategischen Investitionsplanung entwickelt und 1986 erstmalig veröffentlicht.<sup>147</sup> Westkämper erkannte, dass es notwendig ist, neue Produktionskonzepte langfristig mit einer abgestimmten Produktionsstrategie zu planen und dass die Produkt- und Prozessentwicklung vorausschauend harmonisiert werden muss.<sup>148</sup>

<sup>143</sup> vgl. EIRMA, 1997, S. 24

<sup>144</sup> vgl. Phaal, 2001, S. iii ff.

<sup>145</sup> vgl. Phaal, 2004, S. 6

<sup>146</sup> vgl. Frese, 1996, S. 462

<sup>147</sup> vgl. Westkämper, 1986, S. 143-182; Der Technologiekalender wurde erstmalig auf einer internen Arbeitskreissitzung „Strategische Investitionsplanung für neue Technologien in der Produktion“ am 11. und 12.6.1985 in den Arbeitsunterlagen, S. 52 bis 63, vorgestellt.

<sup>148</sup> vgl. Schmitz, 1996, S. 26

Das Konzept des Technologiekalenders von Westkämper wurde im Laufe der Jahre von verschiedenen Seiten aufgegriffen und weiterentwickelt. In den neueren Ansätzen von Schuh und Eversheim dient der Technologiekalender überwiegend dazu, die Programmplanung, neue Technologien und neue Fertigungskonzepte aufeinander abzustimmen.<sup>149</sup>

### ***Integriertes Produkt- und Produktionstechnologie-Roadmapping***

Das Integrierte Produkt- und Produktionstechnologie-Roadmapping nach Laube und Abele ist vergleichbar mit dem Vorschlag der EIRMA (European Industrial Research Management Association)<sup>150</sup> zum Technologie-Roadmapping. Historisch gesehen bildet der Technologiekalender die Basis für das später von Laube und Abele weiter entwickelte Konzept des Produkt- und Produktionstechnologie-Roadmapping.<sup>151</sup> Der Ansatz stellt ein Vorgehensmodell dar, welches insbesondere die Aspekte der erstmaligen Einführung von Technologie-Roadmaps in Unternehmen berücksichtigt.

Als primäre Zielsetzung sollen alle technologiebezogenen Projekte identifiziert und visualisiert werden, die für die Entwicklung der für die zukünftigen Produkte notwendigen technologischen Kompetenzen erforderlich sind, sowohl produkt- als auch produktionseitig.<sup>152</sup> Dabei wird auf Ziele und Aktivitäten mit technologischem Bezug sowie der Verknüpfung der Aktivitäten fokussiert. Zukünftige technologische Entwicklungstendenzen werden gleichermaßen berücksichtigt wie zukünftige Kundenanforderungen, wodurch bei diesem Ansatz besonders der Marktbezug verdeutlicht wird.

Im Anschluss an die Erstellung der Technologie-Roadmap soll ein Prozess der kontinuierlichen Pflege und zyklischen Überarbeitung die Aktualität der Technologie-Roadmap sicherstellen.<sup>153</sup>

#### **2.2.2.7 Zusammenfassung**

Eine Gegenüberstellung der unternehmensspezifischen Technologie-Roadmap-/Technologiekalender-Ansätze geben die Abbildung 12 und Abbildung 13. Darin werden die Eigenschaften (Bezeichnung, Art, Ebenen, Darstellung), die Zielsetzung, die Vernetzung und die geeigneten Aspekte zur Lösung der eingangs formulierten Problemstellung gegenübergestellt.

---

<sup>149</sup> vgl. Eversheim, 1993, S. 79; Hedrich, 1995, S. 77; Schuh, 1992, S. 32; Eversheim, 2000, S. 10; Brandenburg, 2002, S. 27 ff.; Eversheim, 2002, S. 22; Behrens, 2003a, Fußnote 89 auf S. 39; Anm.: In neueren Publikationen wird die Weiterentwicklung des Technologiekalenders von Eversheim als InnovationRoadmap-Methodik bezeichnet: vgl. Eversheim, 2003, S. 27 ff.; Gausemeier, 2004, S. 158

<sup>150</sup> vgl. EIRMA, 1997

<sup>151</sup> Anm.: Auch von Fiebig wurde ein Ansatz zur Synchronisation von Fabrik- und Technologieplanung entwickelt, der auf dem Produkt-Technologie-Roadmapping nach Specht und Behrens basiert; vgl. Fiebig, 2004, S. 82 ff.

<sup>152</sup> vgl. Günther, 2002, S. 73

<sup>153</sup> vgl. Laube, 2003b, S. 72



Autor	Eigenschaften	Zielsetzung	Vernetzung	Geeignete Aspekte zur Lösung der Problemstellung
Westkämper 1986 <sup>154</sup> ; Wildemann 1987 <sup>155</sup>	Technologiekalender Multi-Layer-Roadmap n Ebenen Meilensteine/ Kennzahlen Maßnahmen/ Projekte	Synchronisierung von Produkt- und Produktionsentwicklung, Unterstützung der strategischen Investitionsplanung	Produktions- programm, Produktions- technologien, Kapazitäts- entwicklung	Betrachtung u. a. von Produktions- technologien
Schuh 1992 <sup>156</sup> ; Eversheim 1993 <sup>157</sup>	Technologiekalender Multi-Layer-Roadmap 2 Ebenen Meilensteine	Planung der Einführung neuer Produktions- technologien	Produkte und Produktions- technologien	
Burgstahler 1997 <sup>158</sup>	Technologiekalender Multi-Layer-Roadmap 3+ Ebenen Meilensteine	Synchronisation von Produkt- und Produktionsentwicklung	Produktprogramm, Produkt- und Produktions- technologien, Mittelbedarf	
EIRMA 1997 <sup>159</sup>	Technology Roadmap n Multi-Layer- Roadmaps 5 Ebenen Meilensteine Maßnahmen	Ableiten und Beschreiben der Unternehmensstrategie sowie der notwendigen Verknüpfungen und Maßnahmen	Externe Einflüsse, Meilensteine, Technologie, Wissenschaft, Fähigkeiten, Know- how, Ressourcen	Ebenenansatz; Integration in strategische Technologie- planung
Specht 2000 <sup>160</sup> ; Behrens 2003 <sup>161</sup>	Produkt- und Technologie-Roadmap n Single-Layer- Roadmaps je 1 Ebene Meilensteine	Prognose von Entwicklungspfaden von Produkten, Dienstleistungen und Technologien	Produkte und Technologien	
Phaal 2001 <sup>162</sup>	T-Plan Multi-Layer-Roadmap 3+ Ebenen Meilensteine Maßnahmen/ Projekte	Unterstützung und Kommunikation der strategischen Planung sowie Verknüpfung von Marktchancen und Produkt-/Technologie- entwicklungen	Markttreiber, Produkte und Technologien	Wenig Ressourcenbedarf

Abbildung 12: Gegenüberstellung von Technologie-Roadmap-Ansätzen (Teil 1)

<sup>154</sup> vgl. Westkämper, 1986, S. 143-182; Westkämper, 1989, S. 298 f.; Westkämper, 1995, S. 467 ff.; Westkämper, 1999a, S. 10; Westkämper, 2003, S. 285 ff.; Anm.: Der Technologiekalender wurde erstmalig von Westkämper auf einer internen Arbeitskreissitzung „Strategische Investitionsplanung für neue Technologien in der Produktion“ am 11. und 12.6.1985 in den Arbeitsunterlagen, S. 52 bis 63, vorgestellt.

<sup>155</sup> vgl. Wildemann, 1987, S. 59 ff.; Wildemann, 1997, S. 552 ff. (hier: Verknüpfung von Technologie- und Struktursektor)

<sup>156</sup> vgl. Schuh, 1992, S. 31 ff.

<sup>157</sup> vgl. Eversheim, 1993, S. 78 ff.; Eversheim, 2000, S. 9 ff.; Eversheim, 2002, S. 22 ff.; Eversheim, 2003, S. 223 ff.

<sup>158</sup> vgl. Burgstahler, 1997, S. 3 ff.

<sup>159</sup> vgl. EIRMA, 1997, S. 5 ff.

<sup>160</sup> vgl. Specht, D., 2000, S. 42 ff.; Specht, D., 2005, S. 141 ff.

<sup>161</sup> vgl. Behrens, 2003a, S. 55 ff.; Behrens, 2003b, S. 8 ff.

<sup>162</sup> vgl. Phaal, 2001, S. iii ff.; Phaal, 2003, S. 52 ff.; Farrukh, 2003, S. 2 ff.; Phaal, 2004, S. 5 ff.;

Autor	Eigenschaften	Zielsetzung	Vernetzung	Geeignete Aspekte zur Lösung der Problemstellung
Brandenburg 2002 <sup>163</sup>	InnovationRoadMap Multi-Layer-Roadmap 2 Ebenen Maßnahmen	Planung technologischer Produktinnovationen mittels Zukunftsprojektionen	Markt und Technologie	Steuerelemente
Möhrle 2002 <sup>164</sup>	TRIZ-basiertes TR Single-Layer-Roadmap 1 Ebene Meilensteine	Verknüpfung von Marktbedürfnissen mit Technologiepotenzialen auf der Basis von TRIZ <sup>165</sup>	Produkte und Technologien	
Laube 2002 <sup>166</sup> ; Abele 2002 <sup>167</sup>	Technologie-Roadmap Multi-Layer-Roadmap n Ebenen Meilensteine Maßnahmen/ Projekte	Rechtzeitige Einführung von Technologien unter Berücksichtigung von Marktanforderungen, Unternehmens- und Produktstrategie	Markt, Produkte, Produkt- und Produktions- technologien und Projekte	Unterstützung des Managements; Kommunikations- unterstützung

Abbildung 13: Gegenüberstellung von Technologie-Roadmap-Ansätzen (Teil 2)

### 2.2.3 Bewertung der Methoden des strategischen Technologiemanagements

Nachfolgend werden das Technologie-Portfolio und die unterschiedlichen Ansätze zum Technologie-Roadmapping hinsichtlich ihrer Erfüllung der eingangs formulierten priorisierten Anforderungen bewertet (siehe Abbildung 14).

Das TRIZ-basierte Technologie-Roadmapping bietet keine offensichtliche Möglichkeit in das strategische Technologiemanagement von tkmU integriert zu werden. Es unterstützt weder die Kommunikation ausreichend noch ist eine Prozessintegration vorgesehen.

Das branchenorientierte Technologie-Roadmapping ist besonders wegen des sehr hohen Ressourcenbedarfs für tkmU ungeeignet. Allerdings werden Instrumente zur Technologiefrühaufklärung eingesetzt, die für die Eignung des Einsatzes in der zu entwickelnden Methodik zu untersuchen sind.

Das Produkt-Technologie-Roadmapping und das integrierte Produkt- und Produktionstechnologie-Roadmapping sind für den Einsatz in Unternehmen konzipiert. Die meisten dieser Ansätze zur Implementierung des Technologie-Roadmapping erfordern allerdings einen hohen Aufwand. Um für tkmU anwendbar zu sein, ist deshalb ein Konzept notwendig, das mit wenig Ressourcenbedarf auskommt. Einen Ansatz hierfür liefert das T-Plan Konzept nach Phaal.

Die Kommunikation wird von den meisten unternehmensspezifischen Ansätzen zumindest durch die Erarbeitung der Technologie-Roadmaps unterstützt.

Die Technologiekalender-Ansätze zeigen einen flexiblen Einsatz der Methode. Dennoch bleibt ein wesentlicher Nachteil. Durch die teilweise Beschränkung auf zwei Ebenen ist der

<sup>163</sup> vgl. Brandenburg, 2002, S. 5 ff.

<sup>164</sup> vgl. Möhrle, 2005b, S. 185 ff.

<sup>165</sup> TRIZ: Russische Abkürzung für „Theorie des erfinderischen Problemlösens“; zur detaillierten Beschreibung der Methode TRIZ siehe Altschuller, 1998

<sup>166</sup> vgl. Günther, 2002, S. 73 f.; Laube, 2003a; Laube, 2003b; Laube, 2004b; Begemann, 2004, S. 70 ff.; Laube, 2005a; Laube, 2005b; Laube, 2006a; Laube, 2007

<sup>167</sup> vgl. Abele, 2002; Abele, 2005a; Abele, 2005b; Abele, 2005c; Abele, 2006a

Einsatz des Technologiekalenders auf die wenig komplexe Verknüpfung von zwei Bereichen (Produkt-Technologie, Produkt-Produktionstechnologie oder Markt-Produkt) begrenzt. Der ursprüngliche Ansatz von Westkämper lies dagegen mehrere Ebenen zu. Die Technologie-Roadmap-Ansätze sehen mindestens drei Ebenen vor. Sie sind aber strukturell durchaus auf mehr Ebenen, sofern nicht schon so konzipiert, ausweitbar.

Ebenso wie in neueren Veröffentlichungen von Eversheim zum Technologiekalender<sup>168</sup> besitzt die InnovationRoadMap nach Brandenburg<sup>169</sup> rudimentäre Elemente zur Operationalisierung. So können den Maßnahmen in der Technologiepotenzial-Ebene Prioritäten wie Umsetzen, Prüfen oder Wiedervorlage zugeteilt werden, die so ein Controlling der InnovationRoadMap ermöglichen sollen.<sup>170</sup> Für die effektive Unterstützung des Managements in den Aufgaben Planung, Durchführung und Kontrolle ist dies jedoch nicht ausreichend, da z.B. keine Verantwortlichen bestimmt werden.

Eine Integration in die Prozesse des strategischen Technologiemanagements ist bei dem Ansatz der EIRMA zwar erwähnt, ausführlich wird dies aber nur bei Laube<sup>171</sup> und Abele<sup>172</sup> beschrieben.

---

<sup>168</sup> vgl. Eversheim, 2002, S. 23

<sup>169</sup> vgl. Brandenburg, 2002, S. 112 ff.

<sup>170</sup> vgl. Brandenburg, 2002, S. 112; Die Prioritäten wurden von Schmitz ausführlich hergeleitet: vgl. dazu Schmitz, 1996, S. 80 ff.

<sup>171</sup> vgl. Laube, 2002

<sup>172</sup> vgl. Abele, 2006b

Methode		Technologie-Portfolio	TRIZ-basiertes Technologie-Roadmapping	Branchenorientiertes Technologie-Roadmapping	Generisches Produkt-/Technologie-Roadmapping nach EIRMA	T-Plan nach Phaal	Technologiekalender	Integriertes Produkt- und Produktionstechnologie-Roadmapping
		Anforderung	Priorisierung	Methoden zur Unterstützung des strategischen Technologiemanagements				
Integration von Markt- und Technologiesicht	mittel	1		1	2	2	2	2
Transparente Bereitstellung strategischen Wissens über technologische Entwicklungen	mittel		2	2	2	2	2	2
geringe Komplexität	hoch	2	1		1	1	1	1
geringer Aufwand	hoch	2	1		1	2	1	1
Unterstützung der Kommunikation zwischen verschiedenen Unternehmensbereichen	mittel	2			1	2	2	2
Abstimmung von Produkt- und Technologieplanung	hoch		1		2	2	2	2
Flexibler Prozess	mittel	2	2	1	1	1	2	2
Integration in vorhandene Prozesse des strategischen Technologiemanagements	hoch	2			1	1	1	2
methodische Unterstützung des Technologietransfers	hoch							
Unterstützung des Managements bei der strategischen Planung	mittel	2	1	1	2	2	2	2
Unterstützung des Managements bei der operativen Umsetzung	mittel						1	2
Unterstützung des Managements bei der Kontrolle	mittel						1	2
<b>Summe</b>		<b>75</b>	<b>42</b>	<b>15</b>	<b>69</b>	<b>81</b>	<b>81</b>	<b>96</b>
<b>Agenda:</b> Bewertungsmatrix: 2=Anforderung erfüllt; 1=Anforderung teilweise erfüllt; leer=Anforderung nicht erfüllt Priorisierung: hoch=Faktor'9'; mittel=Faktor'3'; niedrig=Faktor'1'								

Abbildung 14: Bewertung der Methoden des strategischen Technologiemanagements

### 2.3 Technologiefrühaufklärung

Technologische Veränderungen spielen im Wettbewerb eine wichtige Rolle. Deshalb ist es für Unternehmen von besonderer Bedeutung, die Richtung technologischer Entwicklungen zu erkennen und zu prognostizieren. Ansoff<sup>173</sup> spricht in diesem Zusammenhang von Gefahren durch strategische Überraschungen und sieht für Unternehmen nur zwei Reaktionsmöglichkeiten:

1. Entwicklung eines *effektiven reaktiven Krisenmanagements*, um schnell und effizient auf plötzliche Diskontinuitäten reagieren zu können.
2. *Behandlung eines Problems bevor es auftritt* (Früherkennung strategischer Diskontinuitäten), um die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten strategischer Überraschungen zu minimieren (präventives Krisenmanagement).

<sup>173</sup> vgl. Ansoff, 1976, S. 131

Im oben beschriebenen zweiten Fall sind Informationen über zukünftige technologische Entwicklungen wesentlich für die strategische Planung, da sie nicht nur dazu beitragen, Chancen und Risiken von Produktfeldern aufzudecken, sondern auch bei der Formulierung von Strategien im Produktionsbereich unterstützen (z.B. durch Anzeigen möglicher Substitutionstechnologien oder Entwicklungen von Verfahren).<sup>174</sup> Zu diesem Zwecke sind in den letzten Jahren so genannte Frühaufklärungssysteme entwickelt worden, mit deren Hilfe technologische Prognosen<sup>175</sup> erarbeitet werden.

Frühaufklärungssysteme lassen sich nach strategischen und operativen Merkmalen unterscheiden. Nach Härtel lässt sich vereinfacht sagen, dass die operative Frühaufklärung darauf abzielt, jeweils als zielführend identifizierte Maßnahmen umzusetzen, also richtig zu handeln, während die strategische Frühaufklärung zur Aufgabe hat, langfristige Ziele zu formulieren, also das Richtige zu tun.<sup>176</sup>

Unter operativen Gesichtspunkten sollen Frühaufklärungssysteme demnach Verfahren und Methoden für die entsprechenden Identifikations-, Beobachtungs- und Bewertungsmechanismen zur Verfügung stellen.<sup>177</sup> Im Gegensatz dazu sollen strategische Frühaufklärungssysteme frühzeitig technische Potenziale und Bedrohungen innerhalb des naturwissenschaftlich-technischen Umfeldes des Unternehmens identifizieren.<sup>178</sup> Diese beobachtbaren Signale sind dabei eher qualitativ und meist schlecht strukturiert.

Der Schwerpunkt der strategischen Frühaufklärung liegt auf dem Umgang mit Diskontinuitäten und so genannten schwachen Signalen<sup>179</sup>. Diese schwachen Signale sind z.B. Informationen aus dem Unternehmensumfeld, die Hinweise auf Innovationen, Diskontinuitäten oder Bedürfnisse darstellen, sich auf vage und unrealistisch klingende Ideen beziehen oder schleichende Veränderungen betreffen und oft keine eindeutige Interpretation erlauben.<sup>180</sup> Eine Herausforderung an die Mitarbeiter im Rahmen der strategischen Frühaufklärung besteht deshalb unter anderem darin, andere Mitarbeiter von ihrer Interpretation der Informationen zu überzeugen, da es ja kaum Erfahrungswerte gibt, die diese Interpretation unterstützen.<sup>181</sup>

Es gibt nicht das eine Konzept der (Technologie-)Frühaufklärung und damit auch keine einheitliche Definition<sup>182</sup>. Aufgrund der vielen unterschiedlichen Varianten, die je nach Verwendungszweck angepasst werden müssen,<sup>183</sup> wird nachfolgend kurz auf relevante Ansätze eingegangen.

Die Entwicklung der Frühaufklärungssysteme<sup>184</sup> begann mit der Entwicklung erster Frühwarnsysteme, über Früherkennungs- und Frühaufklärungssysteme bis hin zu Frühnavigationssystemen (siehe Abbildung 15).

---

<sup>174</sup> vgl. Schröder, 1996, S. 2016

<sup>175</sup> Anm.: Der Begriff der technologischen Prognose meint die Voraussage der technologischen Entwicklung sowie deren weiteren Auswirkungen auf die Gesellschaft und die Unternehmen. (vgl. Gabler, 2001, technologische Voraussage)

<sup>176</sup> vgl. Härtel, 2002, S. 14

<sup>177</sup> vgl. Peiffer, 1992, S. 102

<sup>178</sup> vgl. Peiffer, 1992, S. 102

<sup>179</sup> vgl. Ansoff, 1976, S. 129 ff.

<sup>180</sup> vgl. Simon, 1986, S. 18 f.

<sup>181</sup> vgl. Krystek, 1993, S. 11 ff.

<sup>182</sup> vgl. Reger, 2001, S. 75

<sup>183</sup> vgl. Krampe, 1981, Fußnote S. 287; Aguilar, 1967; Ansoff, 1976; Klausmann, 1983; Krystek, 1993; Hammer, 1998; Zinser, 2000; Schröder, 2003

<sup>184</sup> Anm.: Im weiteren Verlauf wird aufgrund der weiten Verbreitung des Begriffes von Frühaufklärungssystemen als Oberbegriff gesprochen.

Künftige Ereignisse systematisch vorwegzudenken verbreitete sich in den sechziger Jahren als Reaktion auf den neuen kybernetischen Managementansatz<sup>185</sup>, der Management als eine kontinuierliche Regelungsaufgabe zwischen geplantem Soll- und tatsächlichem Ist-Zustand sieht. Ausgelöst durch die erste Ölkrise 1973<sup>186</sup>, die veränderten weltwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und zunehmende Anzeichen für mögliche weitere Krisen wurde im Verlauf der siebziger Jahre verstärkt versucht, Frühwarnsysteme auf die Unternehmenswelt zu übertragen.<sup>187</sup>

Einer der entscheidenden Impulse dazu ging durch die Entwicklung des Konzeptes der „schwachen Signale“ („weak signals“) von Ansoff<sup>188</sup> aus, das darauf basiert, dass kein von Menschen angestoßenes Ereignis unvorhergesehen eintritt. Ansoff nimmt an, dass sich Trendbrüche, so genannte Diskontinuitäten, in wirtschaftlichen, politischen, sozialen und auch technischen Bereichen schon lange vor ihrem Eintreten durch schwer beschreibbare und unscharfe Informationen andeuten (z.B. durch Berichte in Zeitungen, neue Patentanmeldungen, Vorträge auf Tagungen).

Im Unterschied zu einer allgemeinen Frühaufklärung kann eine spezielle *Technologiefrühaufklärung* allerdings von Gesetzmäßigkeiten in der Entwicklung von Technologien ausgehen. „Schwache Signale“ sind hier eher selten, denn technologische Entwicklungen kündigen sich schon äußerst frühzeitig in Form von Forschungsprojekten, öffentlichen Programmen, Veröffentlichungen oder Patenten an.

Der langfristige Charakter der strategischen Technologiefrühaufklärung äußert sich u.a. darin, dass, entsprechend den Anforderungen dieser Arbeit, eine strategische Technologiefrühaufklärung in das strategische Technologiemanagement des Unternehmens integriert sein und ermöglichen muss, langfristig angelegte Reaktionen abzuleiten.<sup>189</sup>

Die vielfältigen Ansätze machen für den weiteren Verlauf dieser Arbeit eine einheitliche Definition erforderlich. Die strategische Technologiefrühaufklärung soll wie folgt verstanden werden:

*Mit strategischer Technologiefrühaufklärung wird der dynamische strategische Prozess teilweise parallel ablaufender Phasen sowohl zur ungerichteten als auch zur gerichteten Suche und Erkennung von für das Unternehmen relevanter Technologien und ihrer Entwicklungen bezeichnet. Mit ihr wird das Ziel verfolgt, frühzeitig und rechtzeitig geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die identifizierten Technologien in das Unternehmen geeignet zu transferieren.*

---

<sup>185</sup> zum Thema Management-Kybernetik vgl. Wiener, 1963; Forrester, 1969; Beer, 1992; Malik, 1996; Fischer, 1994; Vester, 1999

<sup>186</sup> vgl. Müller-Merbach, 1977, S. 419 ff.

<sup>187</sup> vgl. Klausmann, 1983, S. 39

<sup>188</sup> vgl. Ansoff, 1976, S. 129 ff.

<sup>189</sup> vgl. Zinser, 2000, S. 61 ff.

<b>Autor</b>	<b>Frühaufklärungssystem</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>Eigenschaften</b>
Aguilar 1967 <sup>190</sup>	Frühwarnsystem	Integration systematisch kontrollierter Überwachung der Unternehmensumwelt in die Unternehmensstrategie	Kennzahlen- und hochrechnungsbasiert, operativ, kausal
Ansoff 1976 <sup>191</sup>	Frühwarnsystem	Erkennung von Bedrohungen anhand schwacher Signale	Kennzahlen- und hochrechnungsbasiert, operativ, kausal
Hahn 1979 <sup>192</sup>	Früherkennungssystem	Erkennung von Bedrohungen und Chancen	Indikatorbasiert, eher operativ, kausal
Rieser 1980 <sup>193</sup>	Früherkennungssystem	Erkennung von Bedrohungen und Chancen	Indikatorbasiert, eher operativ, kausal
Krystek 1999 <sup>194</sup>	Frühaufklärungssystem	Erkennung von Bedrohungen und Chancen sowie Initiierung von Maßnahmen	Indikatorbasiert, eher strategisch, kausal
Härtel 2002 <sup>195</sup>	Frühaufklärungssystem	Erkennung von Bedrohungen und Chancen mit Hilfe von Scanning und Monitoring <sup>196</sup> sowie Initiierung von Maßnahmen	Indikatorbasiert, strategisch, kausal, dynamisch-zyklischer Prozess
Schröder 2000 <sup>197</sup>	Technologiefrühaufklärungssystem	Erkennung von Bedrohungen und Chancen sowie Initiierung von Maßnahmen	Indikatorbasiert, eher strategisch, kausal, rekursiver Prozess
Reger 2001 <sup>198</sup>	Technologiefrühaufklärungssystem	Erkennung von Bedrohungen und Chancen sowie Initiierung von Maßnahmen	Indikatorbasiert, strategisch, kausal, Schnittstellen zur strategischen Planung
Zinser 2000 <sup>199</sup>	Frühnavigationssystem	Erkennung von Bedrohungen und Chancen sowie Initiierung von Maßnahmen für alternative Entwicklungsverläufe	ganzheitlich, systemorientiert, Verknüpfung mit Szenariotechnik, in die strategische Planung integriert

Abbildung 15: Entwicklung der Frühaufklärungssysteme

### 2.3.1 Methoden zur Technologiefrühaufklärung

Eine wesentliche Voraussetzung für die strategische Planung ist es, sich ein Bild der möglichen Technologieentwicklung zu machen. Hierzu ist eine Vielzahl von Methoden unternehmensspezifisch einsetzbar.<sup>200</sup> Geschka ermittelte in einer breit angelegten Studie über 50 Methoden, die für die Technologiefrühaufklärung oder für Technologievorhersagen eingesetzt werden können.<sup>201</sup> In der Literatur wird sich nur auf wenige in der Praxis zur

<sup>190</sup> vgl. Aguilar, 1967

<sup>191</sup> vgl. Ansoff, 1976, S. 129 ff.

<sup>192</sup> vgl. Hahn, 1979, S. 76 ff.

<sup>193</sup> vgl. Rieser, 1980, S. 27 ff.

<sup>194</sup> vgl. Krystek, 1999, S. 178 ff.

<sup>195</sup> vgl. Härtel, 2002, S. 36 ff.

<sup>196</sup> vgl. Härtel, 2002, S. 36; Müller-Stevens, 1988, S. 26

<sup>197</sup> vgl. Schröder, 2000, S. 119 ff.

<sup>198</sup> vgl. Reger, 2001, S. 79 ff.

<sup>199</sup> vgl. Zinser, 2000, S. 61 ff.

<sup>200</sup> vgl. Härtel, 2002, S. 43

<sup>201</sup> vgl. Geschka, 1995, S. 630 ff.

Anwendung kommende Methoden konzentriert.<sup>202</sup> Diese werden im Folgenden erläutert.

Ein wichtiger Bereich der für die Technologiefürhauflklärung nutzbarer Methoden sind die Prognosemethoden<sup>203</sup>. Die in dieser Arbeit interessierenden technologischen Prognosemethoden umfassen alle Verfahren, die Aussagen über die zukünftige Entwicklung von Wissenschaft und Technik generieren.<sup>204</sup> Dass gerade tkMU eine Vielzahl von Methoden zur Technologiefürhauflklärung einsetzen, wie einige Autoren in der Literatur darlegen<sup>205</sup>, wird durch Studien nicht belegt. So zeigt eine Studie von Lichtenthaler zum Einsatz von Methoden in der Technologiefürhauflklärung<sup>206</sup>, dass viele Methoden in der Praxis nicht genutzt werden. Die Delphi-Methode werde z.B. von den Unternehmen abgelehnt, da eine unzureichende Genauigkeit befürchtet und eine zu starke Konsensorientierung unterstellt werde. S-Kurven-Analysen würden nicht genutzt, da u.a. der technologische Wandel unzureichend abgebildet werde. Dagegen kommen Expertenbefragungen, Patent- und Publikationsanalysen (Bibliometrie) sowie die Szenariotechnik häufig zum Einsatz (siehe Abbildung 16).<sup>207</sup> Die erst mit der Entwicklung des Internets mögliche Internetrecherche wurde von Lichtenthaler nicht betrachtet, muss aber heute zu den Methoden der Technologiefürhauflklärung hinzugezählt werden.

Methode	Nutzung
Publikationsanalysen	●●
Patentanalysen	●●●
S-Kurvenanalysen	○
Delphi-Studien	○
Expertenbefragung	●●●
Szenarioanalysen	●●●
Agenda: ●●●=häufig genutzt ●●=manchmal genutzt ●=kaum genutzt ○=nicht genutzt	

Abbildung 16: Einsatz von Methoden in der Technologiefürhauflklärung<sup>208</sup>

### 2.3.1.1 Expertenbefragung

Das Ziel der Expertenbefragung ist es, qualitativ hochwertige Aussagen zu zukünftigen technologischen Entwicklungen zu erhalten, die aufgrund der Expertise der Befragten nicht weiter validiert werden müssen. Experten sind Sachverständige auf ihrem Gebiet, sie kennen den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung und sind auf Grund ihres Erfahrungsschatzes in der Lage, aussagekräftige Zukunftsprojektionen zu erstellen.

<sup>202</sup> vgl. Möhrle, 2000, S. 20 f.; Härtel, 2002, S. 43 ff.; Geschka, 1995, S. 630 ff.

<sup>203</sup> Anm.: Ein weitaus größeres Problem als die Wahl der Prognosemethode stellt der Anwender, auch Prognostiker, dar, der allgemein menschlichen kognitiven Beschränkungen unterliegt; vgl. Rieser, 1980, S. 165 ff.

<sup>204</sup> vgl. Wolfrum, 1994, S. 151

<sup>205</sup> vgl. Reger, 2001, 83; Bürgel, 2002, S. 40 f.

<sup>206</sup> vgl. Lichtenthaler, 2005, 70 f.

<sup>207</sup> Anm.: Die vom Verfasser durchgeführte Studie bestätigt dies und nennt daneben noch die Trendanalyse als häufig eingesetzte Methode, die sich allerdings der Bibliometrie, der Patentanalysen und der Internetrecherchen bedient. Zur Szenariotechnik antworteten zwar 56% der Befragten, die Methode einzusetzen, allerdings nur 16% der Befragten setzten sie häufig ein; Zum Vergleich: 70% setzten die Trendanalyse ein, 34% häufig, 68% setzten Patentanalysen ein, 29% häufig;

<sup>208</sup> Auszug aus Lichtenthaler, 2005, S. 71



Das Vorgehen bei der Expertenbefragung gliedert sich in die folgenden vier Schritte.<sup>209</sup>

- Konzeption des Fragebogens bzw. des Interview-Leitfadens
- Auswahl der Experten
- Durchführung der Befragung
- Zusammenfassung der Ergebnisse

Expertenbefragungen sind einstufig oder mehrstufig möglich. Die mehrstufige Befragung mehrerer Experten mit Ergebnis-Feedback wird auch als Delphi-Methode bezeichnet, die, wie oben ausgeführt, von tkmU kaum eingesetzt wird. Die einfachste Form der Expertenbefragung ist die schriftliche Befragung per versendeten Fragebogen. Allerdings muss hierbei eine Vielzahl an Experten angeschrieben werden, da die Rücklaufquote zwischen 10% und 80% schwanken kann.<sup>210</sup> Effizienter ist das persönliche Experteninterview. Dabei werden ausgesuchte Experten in einem persönlichen Gespräch nach ihrer Meinung zu zukünftigen technologischen Entwicklungen befragt.<sup>211</sup>

Der Aufwand für die einstufige Expertenbefragung ist insbesondere abhängig von der Zahl der Befragten, der Befragungshäufigkeit, dem Umfang und der Art der Informationen, die den Experten zur Verfügung gestellt werden und von dem Umfang und der Art der Zusammenfassung der individuellen Vorhersagen.<sup>212</sup> Beim effizienteren Experteninterview brauchen zwar nur wenige identifizierte Experten befragt werden. Es steht dem jedoch ein erhöhter Aufwand zur Durchführung gegenüber (Experten finden und anschreiben, Termine vereinbaren, zum Experten reisen, Interviews durchführen).

### **2.3.1.2 Patentanalysen**

Patentanalysen können einerseits zur Analyse des Standes der Technik und der Entwicklung der Technik eingesetzt werden. Andererseits ermöglichen sie es, die Technologiepolitik von Wettbewerbern zu untersuchen. Sie eignen sich darüber hinaus aber auch als Basis für eine Technologieprognose.<sup>213</sup>

Aus der Vielfalt an Zwecken und Aufgaben, für die Patentanalysen durchgeführt werden, seien nachfolgend drei relevante Beispiele aufgeführt:<sup>214</sup>

- *Hinweise auf die Dynamik der Technologieentwicklung*: Entwicklung der Zahl der Anmelder und Anmeldungen in einer Patentklasse; Analyse der Zeitabstände von durch Querverweise miteinander verbundenen Patentschriften;
- *Hinweise auf strukturelle Veränderungen im Technologiebereich*: Vergleich der Zahl der Anmelder und Anmeldungen verschiedener Patentklassen; Analyse von Mehrfachklassifizierungen;
- *Hinweise auf Wettbewerbsstrategien*: Analyse der wechselseitigen Verweise zwischen Wettbewerbern; Analyse der Patentportfolios der Wettbewerber;

Die Patentanalyse gliedert sich in die folgenden acht Schritte.<sup>215</sup>

- Identifikation relevanter Technologien und Technologiegebiete

---

<sup>209</sup> in Anlehnung an Geschka, 1995, S. 631

<sup>210</sup> vgl. Wilk, 1986, S. 187

<sup>211</sup> Anm.: Zur Unterstützung des Interviews bietet es sich an, vorher einfache Internetrecherchen durchzuführen und die gefundenen Ergebnisse von den Experten kommentieren zu lassen. Die vom Verfasser gemachten Erfahrungen aus zahlreichen Projekten zeigen eine deutliche Effizienzsteigerung bei diesem Vorgehen.

<sup>212</sup> vgl. Schröder, 1996, S. 2018

<sup>213</sup> vgl. Schröder, 1999, S. 1036

<sup>214</sup> vgl. Schröder, 1999, S. 1036 f.

<sup>215</sup> vgl. Wolfrum, 1994, S. 144 ff.

- Festlegung der Stichwörter / Patenklassifikation
- Ermittlung sicherer Stichwörter
- Definition von geeigneten Kennzahlen
- Stichproben-Recherche
- Überarbeitung der Stichwörter / Patentklassen
- Hauptrecherche
- Auswertung der Ergebnisse

Die Entscheidungsfähigkeit über die Relevanz der gefundenen Patente setzt ein hohes Technologieverständnis voraus. Der notwendige Einsatz von kaum entbehrlichem technisch-wissenschaftlich ausgebildetem Personal zur Durchführung und Interpretation aussagefähiger Patentrecherchen ist besonders für tkmU problematisch.<sup>216</sup> Um dieser Problematik zu begegnen, wird häufig der Auftrag zur Durchführung einer Patentrecherche an Externe vergeben, was wiederum eine präzise Formulierung der Aufgabenstellung erforderlich macht. Die inhaltliche Interpretation wird zusätzlich dadurch erschwert, dass in den Patentschriften das für die Anwendung benötigte Know-how nicht enthalten ist und auch nicht durch einfachen Nachbau erworben werden kann.

### **2.3.1.3 Bibliometrie**

Mit Hilfe der Bibliometrie<sup>217</sup> erhält man Auskunft über den Stand der Grundlagen- und Anwendungsforschung durch eine Analyse der für das fokussierte Technologiefeld relevanten wissenschaftlichen Literatur. Auch mögliche zukünftige Komplementär- oder Substitutionstechnologien können durch Querverweise zu anderen wissenschaftlichen Disziplinen erkannt werden.<sup>218</sup>

Zur Durchführung der Bibliometrie werden drei Schritte durchlaufen:

- Auswahl des Bibliometrie-Methode
- Durchführung der Recherche
- Konsistenzprüfung und Auswertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Bibliometrie sind zwar relativ leicht zu interpretieren und weisen einen hohen Prognosegehalt auf, sind aber aufgrund der durchschnittlich um 15 Monate nach der Erstellung verzögerten öffentlichen Verfügbarkeit der Literatur für eine Frühaufklärung problematisch.<sup>219</sup> Der Aufwand zur Durchführung der Bibliometrie ist ähnlich der Patentanalyse äußerst hoch und deshalb für tkmU alleine kaum leistbar.

### **2.3.1.4 Internetrecherche**

Die rasante Entwicklung des Internets in den letzten Jahren ermöglicht heute eine weitere Recherche-Methode, die Internetrecherche. Mit Hilfe der Suche nach frei zugänglichen Informationen über so genannte Suchmaschinen (z.B. Google, AltaVista) oder der Suche in kostenpflichtigen Datenbanken lässt sich heute eine Fülle an Informationen schnell und einfach finden. Das Vorgehen gliedert sich dabei in die folgenden Schritte:

- Definition von Suchkriterien
- Auswahl der Informationsquellen (Internet, Datenbanken, etc.)
- Durchführung der Suche

---

<sup>216</sup> vgl. Wolfrum, 1994, S. 149

<sup>217</sup> Anm.: Mögliche Methoden der Bibliometrie sind die Publikationsanalyse, die Zitations- und die Co-Zitationsanalyse. Zur weiteren Darstellung der Methoden wird auf die vertiefende Literatur verwiesen: z.B. Ball, 2005

<sup>218</sup> vgl. Wolfrum, 1994, S. 142 vgl.

<sup>219</sup> vgl. Wolfrum, 1994, S. 142

- Zusammenfassung der Ergebnisse

Aufgrund der vielen Informationen kommt dabei der geeigneten Definition der Suchkriterien und der intelligenten Zusammenfassung der Ergebnisse eine besondere Bedeutung zu. Von Vorteil ist, dass für die Durchführung der Internetrecherche kaum methodisches Know-how benötigt wird.

### **2.3.1.5 Szenariotechnik**

Mit Hilfe von Zukunftsszenarien können Marktsignale und Trends erfasst und in den strategischen Planungsprozess eingebracht werden.<sup>220</sup> Prinzipiell werden Szenarien dadurch erstellt, dass ein Untersuchungsfeld durch so genannte Einflussfaktoren beschrieben, diese in die Zukunft projiziert und anschließend wieder zu konsistenten Zukunftsbildern zusammengesetzt werden.<sup>221</sup>

Die Kommunikation wird durch die Szenariotechnik unterstützt, da die Zukunftsszenarien durch Bilder und Grafiken visualisiert werden können. Der Aufwand für die Anwendung der Szenariotechnik ist jedoch sehr hoch, da für eine fundierte Generierung der Zukunftsszenarien auf andere Prognosemethoden, wie die Patentanalyse und die Bibliometrie, zurückgegriffen werden muss. Die Durchführung erfordert dazu ein hohes methodisches Know-how, über das tkmU in der Regel nicht verfügen. Bezüglich der Prozessintegration liefert Zinser<sup>222</sup> einen Ansatz zur Verknüpfung der Szenariotechnik mit der Technologiefrühaufklärung. Einen Ansatz für die Verknüpfung von Szenariotechnik und Roadmapping liefert Specht.<sup>223</sup> Beide Ansätze sind aufgrund des hohen erforderlichen Aufwands und des erforderlichen Know-hows für tkmU allerdings nur schwer anwendbar.

### **2.3.2 Bewertung der Methoden zur Technologiefrühaufklärung**

Bis auf die Internetrecherche genügt keine der oben beschriebenen Methoden den Anforderungen an eine für tkmU geeignete Technologiefrühaufklärung. Neben den erforderlichen Ressourcen aufgrund des hohen Aufwands für die Anwendung der Methoden trägt ebenso die erforderliche methodische Kompetenz, vor allem bei der Szenariotechnik, dazu bei, die Methoden als für tkmU ungeeignet zu bewerten. Auch bezüglich der geforderten Prozessintegration sind in der Literatur zu den oben beschriebenen Methoden keine adäquaten Lösungen zu finden. Darüber hinaus wird nicht aufgezeigt, wie die Ergebnisse der Technologiefrühaufklärung im Unternehmen transparent gemacht werden können. Für die Lösungsfindung entsprechend der in Kapitel 1.2 definierten Anforderungen kann deshalb für die Technologiefrühaufklärung nur die Internetrecherche und eingeschränkt die Expertenbefragung in Betracht kommen (siehe Abbildung 17).

---

<sup>220</sup> vgl. Laube, 2002, S. 46; Fink, 2000, S. 34

<sup>221</sup> vgl. Laube, 2004a, S. 56 ff.

<sup>222</sup> vgl. Zinser, 2000

<sup>223</sup> vgl. Specht, D., 2004, S. 95 ff.

Methode		Expertenbefragung	Patentanalysen	Bibliometrie	Internetrecherche	Szenariotechnik	
							Anforderung
	Integration von Markt- und Technologiesicht	mittel					2
	Transparente Bereitstellung strategischen Wissens über technologische Entwicklungen	mittel	1	1	1	1	1
	geringe Komplexität	hoch	1			2	
	geringer Aufwand	hoch	1	1	1	2	
	Unterstützung der Kommunikation zwischen verschiedenen Unternehmensbereichen	mittel					1
	Abstimmung von Produkt- und Technologieplanung	hoch					
	Flexibler Prozess	mittel	2	2	2	2	1
	Integration in vorhandene Prozesse des strategischen Technologiemanagements	hoch	1	1	1	1	1
	methodische Unterstützung des Technologietransfers	hoch					
	Unterstützung des Managements bei der strategischen Planung	mittel	1	1	1	1	2
	Unterstützung des Managements bei der operativen Umsetzung	mittel					
	Unterstützung des Managements bei der Kontrolle	mittel					
	<b>Summe</b>		<b>39</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>57</b>	<b>30</b>
<i>Agenda:</i>							
<i>Bewertungsmatrix: 2=Anforderung erfüllt; 1=Anforderung teilweise erfüllt; leer=Anforderung nicht erfüllt</i>							
<i>Priorisierung: hoch=Factor'9'; mittel=Factor'3'; niedrig=Factor'1'</i>							

Abbildung 17: Bewertung der Methoden der Technologierühaufklärung<sup>224</sup>

## 2.4 Technologietransfer

In den letzten drei Jahrzehnten wurde in den Industrieländern verstärkt darüber diskutiert, wie ein effizienter Technologietransfer zwischen öffentlichen Forschungseinrichtungen und Unternehmen gestaltet werden soll.<sup>225</sup> Es hat sich seither eine Vielzahl von Technologietransferformen entwickelt. Löhn<sup>226</sup> teilt den Technologietransfer in vier Gruppen ein:

- *Informationstransfer*: Die Bereitstellung allgemeiner und fachbezogener Informationen, überwiegend in Form von Publikationen und Vorträgen.
- *Verstärkertransfer*: Der Empfänger bewegt sich bereits in Richtung eines konkreten Projektes, z.B. Unternehmensneugründung. Der Technologietransfer geschieht

<sup>224</sup> Auszug aus Lichtenthaler, 2005, S. 71

<sup>225</sup> vgl. Reinhard, 2001a, S. 14

<sup>226</sup> vgl. Löhn, 2000, S. 49 ff.

durch Förderprogramme, Arbeitskreise, Technologie- und Betreuungszentren.

- *Vorwettbewerblicher Technologietransfer*: Durchführung von Entwicklungen, die nicht einzelnen Unternehmen sondern ganzen Branchen zugänglich sind; zu diesen Transfereinrichtungen gehören Universitäten und Fachhochschulen, die Institute der Fraunhofer Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. und so genannte den Fraunhofer-Instituten ähnliche An-Institute.
- *Wettbewerblicher Technologietransfer*: Zugänglichmachung von Technologie-Quellen nach den Regeln des Marktes; Teilweise sind hierbei Institutionen des vorwettbewerblichen Transfers beteiligt.

Entsprechend der Aufgabenstellung wird in dieser Arbeit auf den wettbewerblichen Technologietransfer fokussiert.

Eine genauere Beschreibung und weitergehende Klassifizierung der unterschiedlichen Erscheinungsformen des Technologietransfers gibt Hofstetter<sup>227</sup> in Anlehnung an Corsten<sup>228</sup>. Nachfolgend werden für diese Arbeit wichtige Klassifizierungen vorgestellt:<sup>229</sup>

#### *Imitativer, adoptiver und innovativer Technologietransfer:*<sup>230</sup>

Beim imitativen Technologietransfer findet eine reine Übertragung der Technologie ohne Änderungen statt. Im Gegensatz dazu erfolgt beim adaptiven Technologietransfer eine Anpassung an die spezifischen Anforderungen des Technologienehmers. Wenn es beim Technologienehmer infolge der Übertragung zu einer Problemlösung kommt, die eine Innovation oder sogar die Entwicklung einer neuen Technologie auslöst, so spricht man vom innovativen Technologietransfer.

#### *Direkter und indirekter Technologietransfer:*<sup>231</sup>

Der direkte Technologietransfer stellt die einfachste Form des Technologietransfers dar. Technologiegeber und -nehmer stehen unmittelbar in Beziehung zueinander. Auch wenn wissenschaftsnahe oder wirtschaftsnahe Transfermittler an ihrer jeweiligen institutionellen Seite Unterstützung anbieten, kann man noch von direktem Technologietransfer sprechen, da keine dritte Organisation am Transfer beteiligt ist<sup>232</sup>.

Erfolgt der Technologietransfer unter Zuhilfenahme eines Intermediären<sup>233</sup> (auch: Transfermittele<sup>234</sup>, Transfervermittler<sup>235</sup>), Technologiegeber und -nehmer also nur mittelbar in Beziehung zueinander stehen, spricht man von indirektem Technologietransfer. Der Intermediär vermittelt zwischen Angebot und Nachfrage, z.B. durch kommerzielle Verwertung von Forschungsergebnissen.<sup>236</sup> Solche Intermediäre sind z.B. Technologietransferinstitutionen wie Technologietransfer-Büros, -Agenturen und -Netzwerke sowie Technologie- und Gründerzentren.<sup>237</sup> In der Rolle des Promoters<sup>238</sup>

---

<sup>227</sup> vgl. Hofstetter, 1990, S. 22 ff.

<sup>228</sup> vgl. Corsten, 1982, S. 28 ff.

<sup>229</sup> Ergänzt um die Perspektive technologiegetriebener vs. bedarfsgetriebener Technologietransfer nach Geschka, 1996, S. 2013

<sup>230</sup> Anm.: Corsten zitiert hier Geschka, 1996, in der Ausgabe von 1979, Sp. 1918

<sup>231</sup> Anm.: Die Unterscheidung in direkten und indirekten Technologietransfer geht auf Rupp zurück (vgl. Rupp, 1976, S. 32)

<sup>232</sup> vgl. Czarnitzki, 2001, S. 40

<sup>233</sup> vgl. Czarnitzki, 2001, S. 40 ff.

<sup>234</sup> vgl. Walter 2003, S. 18 ff.

<sup>235</sup> vgl. Hofstetter, 1990, S. 377 ff.

<sup>236</sup> vgl. Czarnitzki, 2001, S. 41

<sup>237</sup> Anm.: Darüber hinaus lassen sich sowohl forschungsnahe Institutionen, z.B. Transfereinrichtungen

schaft ein Intermediär regelmäßig die Voraussetzungen für den Kontakt zwischen Technologiegebern und -nehmern, z.B. durch die Organisation von Messen, Tagungen und Konferenzen sowie Aus- und Weiterbildungen für kmU und Wissenschaftler.

#### *Technologiegetriebener und bedarfsgetriebener Technologietransfer.<sup>239</sup>*

Unter technologiegetriebenem Technologietransfer versteht man den Transfer bereits vorliegender technologischer Erkenntnisse aus der Forschung in die Unternehmen. Man spricht dann auch von „technology-push“<sup>240</sup>. „Demand-pull“ bezeichnet dagegen den bedarfsgetriebenen Technologietransfer, bei dem zunächst von einem Problem beim Technologienehmer ausgegangen wird und daraufhin das Angebot nach technologischen Lösungsansätzen durchsucht wird<sup>241</sup>.

#### *Technologietransfer durch Personaltransfer:*

Da Technologietransfer immer auch mit dem Transfer von Wissen verbunden ist<sup>242</sup>, spielt der Personaltransfer eine zentrale Rolle beim Technologietransfer<sup>243</sup>, da hier das besonders wichtige implizite Wissen<sup>244</sup> Gegenstand des Transfers ist. Er ist zugleich die direkteste und wirkungsvollste<sup>245</sup> Form des Technologietransfers. Der Personaltransfer kann durch Einstellung eines Wissenschaftlers bei einem Unternehmen oder auch durch zeitlich limitiertes „Ausleihen“ von Know-how-Trägern geschehen.

Der Technologietransferprozess wird in der Literatur überwiegend durch Phasenmodelle beschrieben.<sup>246</sup> Corsten<sup>247</sup> hat verschiedene Phasenmodelle gegenübergestellt, analysiert und vier Phasen herausgearbeitet: Suche, Verhandlung, Realisation und Nutzung. Dieser und weitere Ansätze sind in Abbildung 18 gegenübergestellt. Es sind darin diejenigen Eigenschaften und Besonderheiten herausgestellt, die bei der Beschreibung eines geeigneten Technologietransfer-Prozesses hilfreich sind.

Bei den in Abbildung 18 dargestellten Ansätzen wird überwiegend auf die Probleme von kmU beim Technologietransfer eingegangen und Empfehlungen an die Politik ausgesprochen. Lösungsansätze, vor allem methodisch unterstützte, sind dagegen nicht beschrieben. Dies macht noch einmal deutlich, dass hier ein besonderes Defizit vorhanden ist.

---

an Universitäten, Fachhochschulen, Helmholtz-Zentren, Max-Planck-Institute, Institute der Fraunhofer Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. und Großforschungseinrichtungen, als auch wirtschaftsnahe Institutionen, z.B. Handwerkskammern, Verbände und Industrie- und Handelskammern, als Intermediäre begreifen. Vgl. zu einer ausführlichen Diskussion der Aufgaben dieser Technologiemitler Betz, 1997, S. 42 ff.

<sup>238</sup> vgl. Schmoch, 2000b, S. 412 f.

<sup>239</sup> vgl. Geschka, 1996, S. 2013

<sup>240</sup> vgl. Laube, 2005a, S. 334

<sup>241</sup> vgl. Geschka, 1996, S. 2013

<sup>242</sup> vgl. Schmoch, 2000b, S. 423

<sup>243</sup> vgl. Burns, 1969, S. 21

<sup>244</sup> Anm.: Albino versteht den Technologie- und Wissenstransfer als einen Kommunikationsprozess zwischen Individuen, inklusive den damit verbundenen Kodifizierungs- und Interpretationsprozessen mit Hilfe menschlicher Kognition (vgl. Albino, 2004, S. 584 ff.)

<sup>245</sup> vgl. Pleschak, 2003, S. 11 f.

<sup>246</sup> vgl. Chakrabarti, 1976; Corsten, 1982; Schmeisser, 1984; Hofstetter, 1990; Schmoch, 1996; Geschka, 1996; Czarnitzki, 2001; Walter, 2003

<sup>247</sup> vgl. Corsten, 1982, S. 183-207

Autor	Prozessphasen	Eigenschaften/ Besonderheiten	Methodische Unterstützung
Chakrabarti 1976 <sup>248</sup>	Identifikation/ Formulierung des Transferproblems Suche problemrelevanter Informationen Verarbeitung zu alternativen Lösungen Implementierung ausgewählter Problemlösung	problemlösungsorientierte Sicht	keine
Corsten 1982 <sup>249</sup>	Suche Verhandlung Realisation Nutzung	sequentieller, planvoller, zeitlich limitierter und freiwilliger Prozess	keine
Schmeisser 1984 <sup>250</sup>	keine Phasen beschrieben	systemorientierter Prozess	keine
Hofstetter 1990 <sup>251</sup>	Suche Verhandlung Realisation Nutzung	sequentieller Prozess, mehrdimensionale Betrachtung mit Hilfe des Technologietransfer-Würfels mit den Achsen Transferphasen, Transferelemente und Innovationsphasen, Fokussierung auf technologieorientierte kmU	keine
Schmoch 1996 <sup>252</sup>	keine Phasen, dafür Transfermechanismen	teilweise paralleler Prozess, Interaktionsmodell des Innovationsprozesses, beiderseitiger Nutzen auf Technologiegeber- und Nehmerseite notwendig, Übertragung überwiegend impliziten Wissens	keine
Geschka 1996 <sup>253</sup>	Suche Verhandlung Planung Wissensübertragung Wissensintegration	Planung des Transferprozesses	keine
Czarnitzki 2001 <sup>254</sup>	keine Phasen beschrieben	Einsatz von Intermediären	keine
Walter 2003 <sup>255</sup>	Auswahl des Transferpartners Informationsbeschaffung Koordination der Zusammenarbeit Erzielen von Verhandlungsergebnissen Bereitstellung von Ressourcen Technologieanpassung	Schlüsselaktivitäten anstelle eines Transferprozesses, Einsatz von Transfermittlern	keine

Abbildung 18: Gegenüberstellung verschiedener Ansätze zum Technologietransfer

Der Technologietransfer wird in der Regel zwischen zwei Transferpartnern vollzogen. Die Transferpartner sind der Technologiegeber und der Technologienehmer. Als Technologiegeber werden überwiegend FuE-Institutionen, sozusagen die Quelle einer zu transferierenden Technologie, betrachtet. Diese werden z.B. durch Universitäten,

<sup>248</sup> vgl. Chakrabarti, 1976, S. 21

<sup>249</sup> vgl. Corsten, 1982, S. 11 ff.

<sup>250</sup> vgl. Schmeisser, 1984, S. 212

<sup>251</sup> vgl. Hofstetter, 1990, S. 103 ff.

<sup>252</sup> vgl. Schmoch, 1996, S. 6 ff.

<sup>253</sup> vgl. Geschka, 1996, S. 2017 f.

<sup>254</sup> vgl. Czarnitzki, 2001, S. 40 ff.

<sup>255</sup> vgl. Walter, 2003, S. 93 ff.

Fachhochschulen, Helmholtz-Zentren, Max-Planck-Institute, Institute der Fraunhofer Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. und Großforschungseinrichtungen repräsentiert. Ebenfalls als Technologiegeber können FuE-Einrichtungen der Wirtschaft in Form von unternehmensinterner FuE oder industriellen Forschungsgemeinschaften fungieren.

In dieser Arbeit ist der Technologietransfer das zentrale Element und bedarf eines für diese Arbeit einheitlichen Verständnisses. In Erweiterung der weit verbreiteten Definition von Corsten<sup>256</sup> durch Teile von Hofstetter<sup>257</sup> und Schmeisser<sup>258</sup> lässt sich eine dem Fokus und der Problemstellung dieser Arbeit gerecht werdende Definition des interorganisationalen Technologietransfers geben:

Interorganisationaler Technologietransfer bedeutet die planvolle, methodisch unterstützte Übertragung naturwissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse von öffentlich geförderten Forschungseinrichtungen oder anderen technologiegebenden Institutionen und Unternehmen zu technologieorientierten kleinen und mittleren Unternehmen (tkmU). Diese Erkenntnisse umfassen sowohl implizites als auch explizites also anwendbares Wissen über Eigenschaften, Einsatzbedingungen und Einsatzbereiche der Technik.

Die Analyse des Standes der Technik zeigt noch einmal deutlich, dass es an einer methodischen Unterstützung des Technologietransfers fehlt.

## **2.5 Zwischenfazit und Ableitung des Entwicklungsbedarfs**

Die vorangegangene Analyse des aktuellen Standes der Technik hat gezeigt, dass ein Defizit an methodischer Unterstützung für den Technologietransfer vorliegt. Bezüglich einer langfristigen Gestaltung des Technologietransfers liegen nur unzureichende Ansätze vor. Der Technologietransfer muss hierzu entsprechend gestaltet und in das strategische Technologiemanagement integriert werden.

Weiterhin wurde aufgezeigt, dass die Technologiefrühaufklärung besonders aufgrund des hohen Ressourcenbedarfs für tkmU mit den vorhandenen Konzepten kaum realisierbar ist. Hier besteht besonders Handlungsbedarf bezüglich einer ressourcenschonenden Anpassung der Konzepte. Darüber hinaus muss die Technologiefrühaufklärung in das strategische Technologiemanagement integriert werden, um wirksam in tkmU verankert zu werden.

Als Basis der zu entwickelnden Lösung wird das integrierte Produkt- und Produktionstechnologie-Roadmapping herangezogen. Das Technologie-Roadmapping ist geeignet, die methodische Unterstützung für den Technologietransfer zu leisten, muss dafür allerdings entsprechend angepasst und weiterentwickelt werden. Neben einer Anpassung und Erweiterung des Technologie-Roadmapping muss ebenfalls dessen Integration in das strategische Technologiemanagement geleistet werden, um so die geforderte Prozessintegration von Technologiefrühaufklärung und Technologietransfer in das strategische Technologiemanagement zu erreichen.

Der Entwicklungsbedarf lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Technologiefrühaufklärung muss entsprechend den Anforderungen an die Methodik angepasst und für tkmU handhabbar gestaltet werden.

---

<sup>256</sup> vgl. Corsten, 1982, S. 11

<sup>257</sup> vgl. Hofstetter, 1990, S. 1 f.

<sup>258</sup> vgl. Schmeisser, 1984, S. 212



- Der Technologietransfer muss entsprechend den Anforderungen an die Methodik gestaltet und konzeptionell erweitert werden.
- Die Methode Technologie-Roadmapping muss an die Anforderungen angepasst und weiterentwickelt werden. Ergänzende Methodenbausteine müssen integriert werden.
- Alle drei Aspekte, Technologiefrühaufklärung, Technologietransfer und Technologie-Roadmapping, müssen zusammengeführt und in ein Gesamtkonzept integriert werden.

### 3 Konzeption der Methodik

In diesem Kapitel wird das Grundkonzept für die Methodik erarbeitet. Zur Beschreibung einer Methodik gehört einerseits die Ablauforganisation, also die Regelung, welche Aufgabe in welcher zeitlichen Folge zu bearbeiten ist. Andererseits beschreibt die Aufbauorganisation, wie sich die Methode strukturell in einen übergeordneten Kontext eingliedert. Die Konzeption der Methodik gliedert sich in die Schritte systemorientierte Analyse, Modellierung der Aufbaustruktur und Modellierung der Ablaufstruktur. Die Vorgehensweise ist in Abbildung 19 dargestellt.

Konzeption der Methodik	
Inhalt	
Kapitel 3.1: Systemische Analyse	Systemorientierte Analyse des Untersuchungsgegenstandes und Einführung des Technologietransfer-Management-Modells
Kapitel 3.2: Modellierung der Aufbaustruktur	Modellierung der Aufbaustruktur anhand der Beschreibung der wesentlichen Elemente und ihrer hierarchisch-statischen Verknüpfungen
Kapitel 3.3: Modellierung der Ablaufstruktur	Modellierung der Ablaufstruktur mit Hilfe der Methode „Ereignisgesteuerte Prozesskette“
Kapitel 3.4: Zwischenfazit	Zusammenfassung des Grundkonzeptes der Methodik und Zwischenfazit

Abbildung 19: Vorgehensweise zur Konzeption der Methodik

#### 3.1 Systemische Analyse des Technologietransfer-Managements

Sollen, wie in den folgenden Kapiteln, komplexe Zusammenhänge innerhalb eines Systems beschrieben, analysiert oder gestaltet werden, so kann das systemorientierte Denken herangezogen werden.<sup>259</sup> Nach Baetge bezeichnet man ein System allgemein als „... eine Menge von Elementen, zwischen denen Beziehungen bestehen. Elemente, die der Menge nicht angehören, bilden das so genannte Umsystem.“<sup>260</sup>

Um das System zu modellieren, wird zunächst das betrachtete System in seine Elemente zerlegt. Daran anschließend werden Modellelemente gebildet und diese schließlich zu einem Gesamtmodell zusammengefasst. Das betrachtete System kann dabei Teil eines umfassenderen Supersystems sein und selbst wieder Systemteile umfassen, die als Subsysteme bezeichnet werden können.<sup>261</sup>

In Unternehmen existieren komplexe und vielfältige sowohl statische als auch dynamische Zusammenhänge. Zur Entwicklung von Systemen ist es deshalb sinnvoll, abstrakte Modelle der wesentlichen Zusammenhänge sowie deren Abbildung mit Hilfe einer formalisierten Sprache zu entwickeln. Hierzu werden in der Literatur eine Vielzahl unterschiedlicher Techniken und Methoden diskutiert, die genutzt werden, um solche sowohl statischen

<sup>259</sup> vgl. Habermehl, 1999, S. 25

<sup>260</sup> vgl. Baetge, 1996, S. 1944

<sup>261</sup> vgl. Brandenburg, 2002, S. 38

(Aufbaustruktur) als auch dynamischen (Ablaufstruktur) Strukturen zu modellieren.<sup>262</sup>

Wenn zeitliche und sachlogische Abfolgen von Prozessschritten oder -phasen betrachtet werden, wird sinnvoller Weise eine prozessorientierte Modellierung herangezogen.<sup>263</sup> Prozesse bezeichnen dabei in sich relativ geschlossene zusammengehörige Einheiten von Operationenabfolgen. Das Prozessmodell wiederum beschreibt die hierarchischen Strukturen und zeitlich-logischen Beziehungen der Prozesse eines Systems.<sup>264</sup>

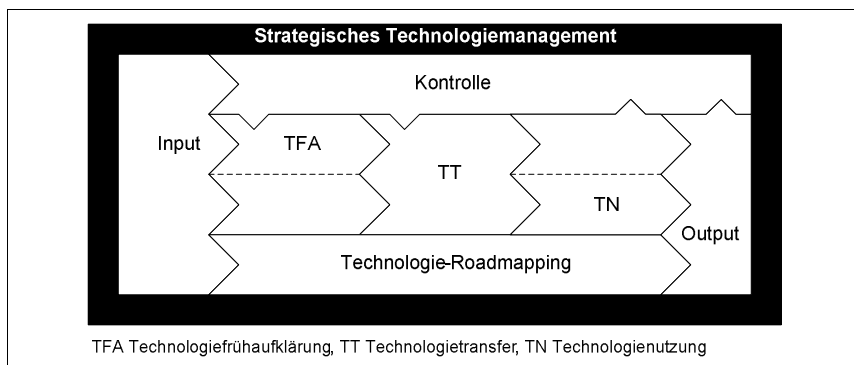


Abbildung 20: Systemmodell des Technologietransfer-Managements

Die Subsysteme „Technologiefürhaufklärung“, „Technologietransfer“, „Technologienutzung“ und „Technologie-Roadmapping“ bilden entsprechend einer systemorientierten Modellierung das System „Technologietransfer-Management“, welches wiederum ein Teilsystem des übergeordneten Supersystems „Strategisches Technologiemanagement“ ist.

Als Input sind sowohl technologische und marktliche Entwicklungen als auch Vorgaben aus dem Unternehmen selbst zu sehen. Der Output beinhaltet die Reaktion auf die äußeren Entwicklungen und inneren Vorgaben in Form einer Teil-Technologiestrategie als Teil einer Gesamt-Technologiestrategie des Unternehmens. Die Technologiestrategie mündet letztlich in Produkten, in denen Produkttechnologien umgesetzt und zu deren Herstellung Produktionstechnologien notwendig sind. Die hierarchisch-statischen und zeitlich-dynamischen Zusammenhänge werden nachfolgend als „Technologietransfer-Management-Modell“ bezeichnet und sind in Abbildung 20 dargestellt.

### 3.2 Modellierung der Aufbaustruktur

In diesem Kapitel soll die statische und sachbezogene Strukturierung der Methodik und damit die Aufbaustruktur entwickelt werden.<sup>265</sup> Die Aufbaustruktur beinhaltet die Verknüpfung der organisatorischen Grundelemente zu einer organisatorischen Struktur sowie den Beziehungszusammenhang zwischen diesen Elementen.<sup>266</sup> Da die strukturabhängige Anzahl der in einer Darstellung überschaubaren Elemente nicht zu hoch sein soll, wird für große

<sup>262</sup> vgl. Specker, 2005, S. 17; Keller, 2000, S. 55

<sup>263</sup> vgl. Specker, 2005, S. 53 ff.

<sup>264</sup> vgl. Specker, 2005, S. 53 ff.; Keller, 1994, S. 39

<sup>265</sup> vgl. Corsten, 1999, S. 249 f.

<sup>266</sup> vgl. Keller, 2000, S. 94

Systeme eine hierarchische Gliederung gewählt.<sup>267</sup> Diese setzt sich aus dem Supersystem, dem fokussierten System, dessen Subsysteme und deren Elemente zusammen (siehe Abbildung 21).

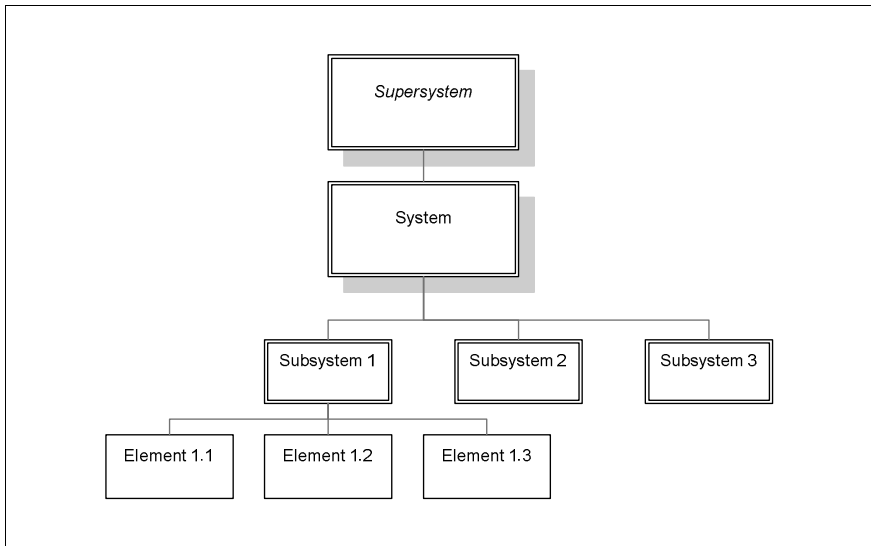


Abbildung 21: Hierarchisches Aufbaustrukturmodell

Zur Modellierung der Aufbaustruktur werden in den folgenden Kapiteln die in den Subsystemen enthaltenen Elemente detailliert beschrieben und anschließend in das Aufbaustrukturmodell integriert. Diese Elemente sind u.a.:

Objekte:

*Als Objekte werden die mit dem Technologietransfer im Zusammenhang stehenden Technologien entsprechend der Definition in Kapitel 2.1 bezeichnet. Technologien umfassen danach sowohl das transferierbare technologische Wissen, das zur Lösung praktischer Probleme verwendet werden kann, als auch dessen physische Ausprägung.*

**Prozesse:**

*Die zeitlichen und sachlogischen Abfolgen einzelner Aktivitäten (Prozessschritte), werden als Prozesse bezeichnet. Diese sind über input/output-Beziehungen miteinander verknüpft.*

**Methode(n):**

*Als Methode wird das planmäßige Vorgehen bezeichnet, welches zu reproduzierbaren Ergebnissen führt.*

---

<sup>267</sup> vgl. Bruns, 1991, S. 57

## **Ressourcen:**

*Die in den Prozessen involvierten Personen, finanzielle Mittel und erforderliche Sachgüter werden als Ressourcen bezeichnet.*

### **3.2.1 Aufbau der Technologiefrühaufklärung**

Technologiefrühaufklärungssysteme lassen sich anhand der folgenden vier wesentlichen Elemente beschreiben:

#### **Objekte:**

Die bei der Technologiefrühaufklärung betrachteten Objekte sind die eigentlichen Technologien bzw. das entsprechende Know-how bezüglich einer Technologie entsprechend der Definition in Kapitel 2.1. Technologien verändern sich im Verlauf der Zeit durch Forschungen und Weiterentwicklungen. Diese Veränderungen betreffen hauptsächlich die Parameter Leistungsfähigkeit und Kosten, wobei die Leistungsfähigkeit wiederum anhand einer Vielzahl spezifischer Parameter beschrieben werden kann.

#### **Prozess:**

Der Prozess der Technologiefrühaufklärung lässt sich, wie in Kapitel 2.3 diskutiert, anhand teilweise parallel ablaufender Phasen beschreiben. In Anlehnung an die diskutierten Ansätze und unter Berücksichtigung der Anforderungen an die zu entwickelnde Lösung erfolgt in Kapitel 3.3 eine detaillierte Beschreibung des Prozesses.

#### **Methoden:**

Die einzelnen Phasen der Technologiefrühaufklärung werden durch einzelne Methoden oder Methodenbausteine unterstützt. Diese sind z.B. Prognose- und Recherchemethoden sowie das Technologie-Roadmapping.

## **Ressourcen:**

Zur Durchführung der Technologiefrühaufklärung bedarf es grundsätzlich personeller Ressourcen und finanzieller Mittel. Die Personen, die die Technologiefrühaufklärung durchführen, müssen dabei über entsprechendes Know-how verfügen.

### **3.2.2 Aufbau des Technologietransfers**

Die Qualität und der Erfolg des Technologietransfers sind mittelbar oder unmittelbar abhängig von dessen Elementen. Die zwei wesentlichen Elemente sind das *Transferobjekt* und die *Transferpartner (Ressourcen)*. Weitere Elemente sind das *Transfermedium*, der *Transferprozess* und die *Transfermethode*.

#### **Objekte:**

Die Objekte des Technologietransfers können sowohl materielle Ausprägungen von Produkt- und Prozesstechnologien in Form von Spezialmaschinen, Ausrüstungen und sonstigen Gütern bis zur „schlüsselfertigen Fabrik“<sup>268</sup> sein als auch deren immateriellen Ausprägungen, z.B. technisches Wissen in Form von Patenten, Lizenzen oder Know-how, wobei hier wieder zwischen explizitem und implizitem Wissen, so genanntem tacit

---

<sup>268</sup> vgl. Gabler, 2001, Technologietransfer

knowledge<sup>269</sup>, unterschieden werden muss. In dieser Arbeit werden im Rahmen des Technologietransfers unter Technologien alle Forschungs- und Entwicklungsergebnisse verstanden, die in Form von anwendbarem Wissen, Verfahren, Techniken und Methoden sowie materiellen Ausprägungen zur Lösung von Problemen beitragen können.<sup>270</sup>

#### **Prozess:**

In der Literatur wird überwiegend einheitlich die Meinung vertreten, dass der Technologietransferprozess planvoll vollzogen werden solle. Die Diskussion in Kapitel 2.4 zeigte, dass eine einheitliche Definition des Prozesses fehlt. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Ansätze und den abgeleiteten Anforderungen wird in Kapitel 3.3 eine detaillierte Beschreibung des Technologietransferprozesses gegeben.

#### **Methode:**

Entsprechend der Analyse in Kapitel 2.2.2 soll das Technologie-Roadmapping als Methodik für den Technologietransfer weiterentwickelt und angepasst werden.

#### **Ressourcen:**

Als Ressourcen werden die am Transferprozess beteiligten Transferpartner betrachtet.

#### **Medium:**

Der eigentliche Technologietransfer wird durch so genannte Transfermedien unterstützt. Als Transfermedien können im einfachsten Fall Dokumente, Publikationen (z.B. Fachbücher, Fachzeitschriften, Forschungs- und Untersuchungsberichte, Publikationen im Internet) und auch Gegenstände (z.B. Produkte, Ausstellungsstücke, Maschinen und Anlagen) dienen. Formlose Interaktionen (z.B. Vortrag oder Gespräch bzw. Gesprächsrunde) oder formale Interaktionen (z.B. Workshops) dienen ebenfalls als Transfermedium in einem weiteren Sinne. Aber auch Lizenzen, gemeinsame Projekte oder Personen können als Transfermedium bezeichnet werden.<sup>271</sup>

### **3.2.3 Aufbau der Technologienutzung**

Nach dem Technologietransfer folgt die Nutzung der Technologie. Im Technologie nutzenden Unternehmen lassen sich verschiedene Elemente der Technologienutzung identifizieren. Dies sind die *Objekte*, also die genutzten Technologien, der Technologienutzungs-*Prozess* sowie die verwendeten *Methoden*. Darüber hinaus sind die vorhandenen *Ressourcen* zu sehen, die sich in zwei Personengruppen im Zusammenhang mit der Technologienutzung unterteilen lassen, *Know-how-Träger* und *Technologieanwender*.

#### **Objekte:**

Die Objekte bei der Technologienutzung sind alle transferierten Technologien, die beim Technologienehmer genutzt werden, also sowohl Produkt- als auch Produktionstechnologien.

---

<sup>269</sup> vgl. Arora, 1994, S. 523-532

<sup>270</sup> in Anlehnung an Walter, 2003, S. 17

<sup>271</sup> vgl. Schefczyk, 2002, S. 381

### **Prozess:**

Der Prozess der Technologienutzung ist im Falle einer Produkttechnologie Teil des Produktentwicklungsprozesses<sup>272</sup>. Im Falle einer Produktionstechnologie ist er Teil des Produktionsprozesses. Aus dem Technologienutzungs-Prozess entstehen Erkenntnisse über die Anwendung der Technologie, die gegebenenfalls eine Anpassung der Technologie erfordert. Die Anpassung kann je nach Anforderung sowohl auf Technologiegeber- als auch auf Technologienehmerseite erfolgen.

### **Methoden:**

Bei der Technologienutzung kommen unterschiedlichste Methoden zum Einsatz. Im Falle der Produktentwicklung sind dies überwiegend Konstruktions- und Entwicklungsmethoden, im Falle der Produktionstechnologie entsprechende Fertigungsverfahren und -methoden.

### **Ressourcen:**

*Technologieanwender:* Der Technologieanwender ist der Produktentwickler, der die neue Technologie bei der Entwicklung und Konstruktion eines Produktes berücksichtigt. In der Produktion kann der Technologieanwender ein Maschinenbediener, ein Techniker oder ein Arbeiter sein.

*Know-how-Träger:* Der Know-how-Träger kann identisch mit dem Technologieanwender sein. Er kann aber auch eine beratende Funktion ausüben und dem Technologieanwender bei Fragen zur Seite stehen. Aus Effizienzgründen kann es sinnvoll sein, einige wenige Know-how-Träger vorzuziehen, die viele Technologieanwender beraten, da für den Erwerb und den Erhalt spezifischen Know-hows ein erheblicher Aufwand erforderlich sein kann.

## **3.2.4 Aufbau des Technologie-Roadmapping**

Das Technologie-Roadmapping lässt sich als eigenes System mit eigenen Elementen beschreiben. Es setzt sich aus den Elementen *Objekte*, *Prozess*, *Methoden*, *Ressourcen*, *Struktur* und *Inhalte* zusammen.

### **Objekte:**

Bei den Objekten des Technologie-Roadmapping handelt es sich, wie beim Technologietransfer, sowohl um materielle Ausprägungen von Produkt- und Prozesstechnologien als auch deren immateriellen Ausprägungen wie technisches Wissen.

### **Prozess:**

Das Technologie-Roadmapping soll entsprechend der Zielsetzung dieser Arbeit sowohl die Technologieförderung und den Technologietransfer als auch die Technologienutzung unterstützen. Die entsprechenden Prozesse spiegeln sich im Technologie-Roadmapping-Prozess wieder.

---

<sup>272</sup> zur Beschreibung von Produktentwicklungsprozessen wird auf die Literatur verwiesen: vgl. Täger, 1984, S. 49 ff.; Erlenspiel, 1995, S. 120 ff.; Spath, 2001, S. 45 ff.; Sabisch, zitiert in Bullinger, 2002, S. 111; VDI 2221, 1993

**Methoden:**

Das Technologie-Roadmapping ist eine Methodik, die mehrere Methoden umfasst. Diese sind z.B. Prognosemethoden, Methoden zur Durchführung von Workshops sowie Methoden zur Visualisierung.

**Ressourcen:**

Als Ressourcen für das Technologie-Roadmapping werden die beteiligten Personen bezeichnet. Diese sind der für das Technologie-Roadmapping Verantwortliche, das an der Erstellung der Technologie-Roadmap beteiligte Team und die Nutzer der Technologie-Roadmap. Die beteiligten Personen rekrutieren sich aus unterschiedlichen Verantwortungsbereichen des Unternehmens. So kann z.B. schon aufgrund der Zusammensetzung des Teams eine bereichsübergreifende Kommunikation geschaffen werden.

**Struktur:**

Eine Technologie-Roadmap besteht aus verschiedenen miteinander verknüpften Ebenen. Anzahl und Art der Ebenen sowie die darin enthaltenen Maßnahmen und / oder Meilensteine bestimmen die Struktur der Technologie-Roadmap. Die Struktur hat einerseits Einfluss auf den Erstellungsprozess, andererseits bestimmt sie maßgeblich die Visualisierung.

Auf Basis des in Kapitel 1.2 zusammengefassten Entwicklungsbedarfs wird für die jeweils unternehmensspezifisch anzupassende Struktur ein **4-Ebenen-Modell** als Grundkonzept verwendet. Die Technologie-Roadmap setzt sich dabei aus den vier Ebenen *Markt- und Strategie-Ebene, Technologie-Ebene, Produkt-Ebene* und *Produktions-Ebene* zusammen (siehe Abbildung 22).

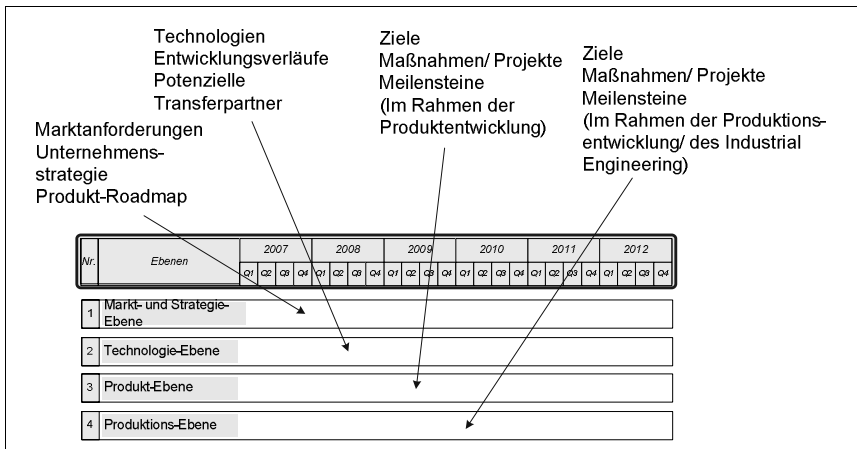


Abbildung 22: 4-Ebenen-Modell als Grundkonzept der Technologie-Roadmap<sup>273</sup>

<sup>273</sup> vgl. Laube, 2006c, S. 283



## **Inhalte:**

Neben den erwähnten Maßnahmen und Meilensteinen mit den zugehörigen Zeitinformationen enthält eine Technologie-Roadmap weitere Inhalte, die z.B. in Form einer Tabelle hinterlegt sind. Diese Inhalte können Verantwortliche, Abhängigkeiten, Steuerinformationen, Budgets, Technologiebeschreibungen, Transferpartner usw. sein. Dies kann jedoch nicht allgemeingültig bestimmt werden. Die Art und der Umfang der möglichen Inhalte müssen angepasst an die jeweilige Situation des Unternehmens spezifisch festgelegt werden. Eine Mindestanforderung bezüglich der Inhalte gibt den Rahmen für die unternehmensspezifische Gestaltung wie folgt vor:

**Allgemein:** allgemeine Inhalte, die in jeder Zeile der Technologie-Roadmap benötigt werden;

- *Nummer:* Fortlaufende Nummerierung der Zeilen in der Technologie-Roadmap; dient der eindeutigen Identifizierung jeder Zeile;
- *Name:* steht für unterschiedlichste Informationen und dient der Kennzeichnung der jeweiligen Zeile; kann strategische Ziele, Produktbereiche und Produkte, Technologien und Parameterausprägungen, Aktivitäten und Meilensteine, etc. bezeichnen;
- *Anfang:* kennzeichnet das Anfangsdatum einer Aktivität; bei Meilensteinen ist das Anfangs- gleich dem Enddatum.
- *Ende:* kennzeichnet das Enddatum einer Aktivität oder eines Meilensteins (siehe *Anfang*);

**Markt- und Strategie-Ebene:** spezifische, den Markt und die Unternehmensstrategie betreffende Inhalte;

- *Ziel:* sowohl allgemeine strategische Ziele des Unternehmens als auch Meilensteine der Produktplanung;
- *Produktbereich:* bezeichnet im Rahmen einer Strukturierung eine übergeordnete Gruppe von Produkten;
- *Produkt:* Produktbezeichnung;
- *Produktionsbereich:* bezeichnet im Rahmen einer Strukturierung eine übergeordnete Gruppe von Produktionseinheiten;
- *Produktionseinheit:* Stufe im Produktionsprozess oder Produktionsverfahren;
- *Funktion:* die im Produkt bereitgestellte und mit Hilfe einer Produktionstechnologie hergestellte Funktion;

**Technologie-Ebene:**

- *Technologiebereich:* bezeichnet im Rahmen einer Strukturierung eine übergeordnete Gruppe von Technologien;
- *Technologie:* sowohl Produkt- als auch Produktionstechnologien; eine Produkttechnologie stellt eine Funktion im Produkt bereit, eine Produktionstechnologie ermöglicht die Funktion;

- *Funktion*: die im Produkt bereitgestellte und mit Hilfe einer Produktionstechnologie hergestellte Funktion;
- *Parameter*: dient der detaillierteren Beschreibung der Technologie;
- *Ausprägung*: die Ausprägung eines Parameters; ist veränderlich über der Zeit;
- *Trend*: aktuelle Entwicklungen; weist in die Zukunft und ermöglicht eine Abschätzung der möglichen zeitlichen Veränderung der Parameter einer Technologie
- *Quelle*: Datenursprung, aus dem Aussagen bezüglich des Standes der Technik, aktueller Trends und prognostizierter Entwicklungen entnommen wurden;
- *Technologiegeber*: mögliche Transferpartner; Key-Player<sup>274</sup>;
- *Bewertung*: Transferpotenzial, (Technologieattraktivität und Transferoption), Transfereignung (Absorptionsfähigkeit und Transfervorteil)

#### **Produkt-Ebene:**

- *Ziel*: sowohl allgemeine strategische Ziele des Unternehmens als auch Meilensteine der Produktplanung;
- *Produktbereich*: bezeichnet im Rahmen einer Strukturierung eine übergeordnete Gruppe von Produkten;
- *Produkt*: Produktbezeichnung;
- *Funktion*: die im Produkt bereitgestellte und mit Hilfe einer Produktionstechnologie hergestellte Funktion;
- *Aktivität*: Für die Zielerreichung erforderliche Maßnahme oder Meilenstein
- *Verantwortlich*: für die Aktivität oder den Meilenstein verantwortliche Person aus dem Unternehmen; muss nicht identisch mit demjenigen sein, der mit der Aktivität betraut wird;

#### **Produktions-Ebene:**

- *Ziel*: sowohl allgemeine strategische Ziele des Unternehmens als auch Meilensteine der Produktplanung;
- *Produktionsbereich*: bezeichnet im Rahmen einer Strukturierung eine übergeordnete Gruppe von Produktionseinheiten;
- *Produktionseinheit*: Stufe im Produktionsprozess oder Produktionsverfahren;
- *Funktion*: die im Produkt bereitgestellte und mit Hilfe einer Produktionstechnologie hergestellte Funktion;
- *Aktivität*: Für die Zielerreichung erforderliche Maßnahme oder Meilenstein

---

<sup>274</sup> Anm.: Als Key-Player bezeichnet man die wichtigsten Akteure am Markt, hier: die wichtigsten Technologiegeber (Unternehmen, Forschungsinstitute, etc.)

- *Verantwortlich*: für die Aktivität oder den Meilenstein verantwortliche Person aus dem Unternehmen; muss nicht identisch mit demjenigen sein, der mit der Aktivität betraut wird;

Die Inhalte werden, wie in Abbildung 23 dargestellt, in Form einer Tabelle in der Technologie-Roadmap hinterlegt.

Nr.	Name	Anfang	Ende	Ziel	Produktbereich	Produkt	Produktionsbereich	Produktionseinheit	Funktion	Technologiebereich	Technologie	Parameter	Ausprägung	Trend	Quelle	Technologiegeber	Transferpotenzial	Transfereignung	Aktivität	Verantwortlich	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
...																					
n																					

Abbildung 23: Tabelle zur Ablage der Inhalte der Technologie-Roadmap

### 3.2.5 Zusammenfassung des Aufbaustrukturmodells

Bei den verschiedenen Elementen sowohl der Technologierühaufklärung, des Technologietransfers und der Technologienutzung als auch des Technologie-Roadmapping lassen sich gemeinsame Elemente identifizieren (siehe Abbildung 24). So sind die Objekte der Technologierühaufklärung gleich den Objekten des Technologie-Roadmapping. Die Objekte des Technologietransfers und der Technologienutzung sind eine Teilmenge davon. Die Prozesse der Technologierühaufklärung, des Technologietransfers und der Technologienutzung ergeben zusammengefasst den Prozess des Technologietransfer-Managements, der wiederum vom Prozess des Technologie-Roadmappings unterstützt wird. Die einzelnen Methoden werden in einer Methodik zur Unterstützung des Technologietransfers entsprechend der Zielsetzung dieser Arbeit integriert. Die Ressourcen sind die verschiedenen in den Prozess involvierten Personen.

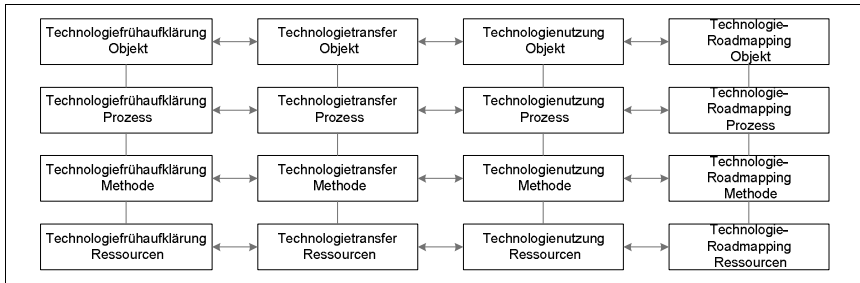


Abbildung 24: Entsprechungen der Elemente der Technologiefürhaufklärung, des Technologietransfers, der Technolgienutzung und des Technologie-Roadmapping

Aufgrund der oben beschriebenen Gemeinsamkeiten lässt sich, wie in Abbildung 25 dargestellt, ein vereinfachtes systemorientiertes Modell der Aufbaustruktur des Technologietransfer-Managements skizzieren.

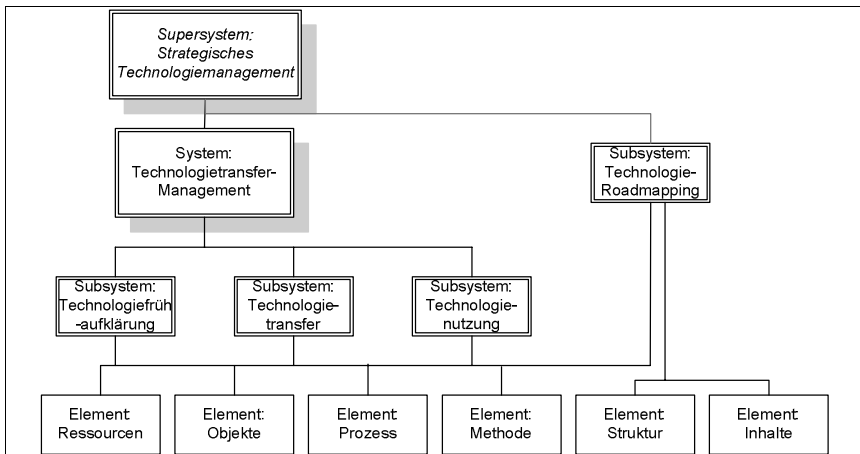


Abbildung 25: Hierarchisches Aufbaustrukturmodell des Technologietransfer-Managements

### 3.3 Modellierung der Ablaufstruktur

Zur Modellierung zeitlicher Beziehungen in dynamischen Systemen werden zunächst die statische Struktur des Systems (wie in Kapitel 3.2 geschehen) und anschließend die dynamischen Aspekte und ihre Relationen untersucht.<sup>275</sup> In diesem Kapitel werden die dynamisch-zeitbezogenen Strukturen als Ablaufstruktur modelliert.<sup>276</sup>

Zeitlich-logische Beziehungen von Prozessen eines Systems lassen sich mit Hilfe der Modellierungsmethode „Ereignisgesteuerte Prozesskette“ (EPK) modellieren.<sup>277</sup>

<sup>275</sup> vgl. Keller, 2000, S. 107

<sup>276</sup> vgl. Corsten, 1999, S. 249 f.

<sup>277</sup> vgl. Keller, 1994, S. 38 ff.

Abbildung 26 zeigt die standardisierten Symbole der EPK-Methode und deren Definitionen. Die Grundelemente der EPK sind:

- Ereignis (Wann soll etwas gemacht werden?)
- Funktion (Was soll gemacht werden?)
- Organisatorische Einheit (Wer soll etwas machen?)
- Informationsobjekt (Welche Informationen sind erforderlich?)

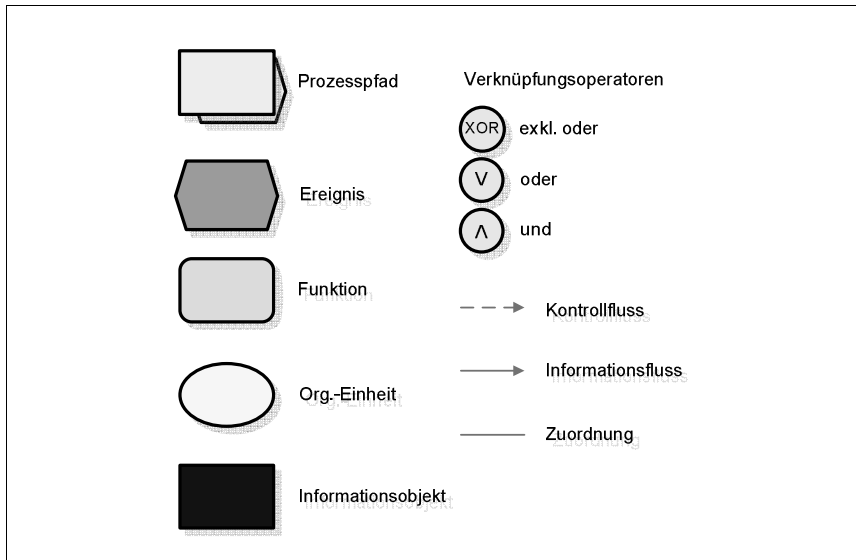


Abbildung 26: Grundelemente der EPK-Methode

Das Ereignis steuert den Prozessablauf, indem es eine Funktion auslöst. Jede Funktion erzeugt wiederum mindestens ein Ereignis. Die beiden Grundobjekte Ereignisse und Funktionen werden mit einer gestrichelten Linie, dem so genannten Kontrollfluss, miteinander verbunden. Mit Hilfe von Verknüpfungsoperatoren lässt sich eine zusammengehörende Prozessabfolge darstellen und Lücken in der Durchgängigkeit erkennen.

Entsprechend der Problemstellung dieser Arbeit und den daraus abgeleiteten Anforderungen an die Technologierühaufklärung und den Technologietransfer werden nachfolgend die einzelnen Prozessphasen bzw. Subprozesse grob skizziert und in Kapitel 1 weiter detailliert.

Die Zielsetzung der Technologierühaufklärung ist es, für den Technologietransfer erforderliche Informationen zu liefern. Diese sind:

- relevante Technologien
- Entwicklungsverläufe dieser Technologien
- mögliche Transferpartner

Um die Zielsetzung zu erreichen, werden definierte Teilziele und Bewertungskriterien benötigt, die aus der Unternehmensstrategie, aus vorhandenen Kompetenzen, vorhandenen und/oder geplanten Produkten und Produktionsverfahren abgeleitet werden. Um den Technologietransfer langfristig planen zu können, müssen darüber hinaus

Entwicklungsverläufe der relevanten Technologien prognostiziert werden. Bei der Recherche werden neben den Entwicklungsverläufen relevanter Technologien mögliche Transferpartner identifiziert. Die Zusammenhänge verdeutlicht Abbildung 27.

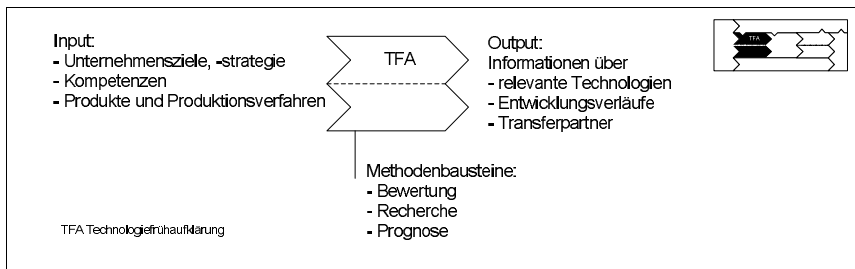


Abbildung 27: Input-Output-Beziehung der Technologiefrühaufklärung

Zur Erreichung der vorher formulierten Zielsetzung werden für die Technologiefrühaufklärung in Anlehnung an Härtel folgende Subprozesse definiert:

- **Zielbildung:** Bestimmung relevanter Technologien; Festlegung von Warnsignalen in Form von Indikatoren; Ableitung spezifischer Ziele für den Technologietransfer aus der Unternehmens- bzw. Technologiestrategie
- **Ortung:** Recherchieren des Standes der Technik; Ermittlung von Trends; sowohl zweckfreie<sup>278</sup> als auch gerichtete Suche und Wahrnehmung von Diskontinuitäten und Trendbrüchen, u.a. über schwache Signale, also zum Zeitpunkt ihres noch unstrukturierten Entstehens (Scanning), durch so genannte Beobachter; Entscheidung über weitere tiefer gehende Beobachtung (Monitoring) der erkannten Signale; Durchführung des Monitorings
- **Prognose:** Abschätzung der langfristigen Entwicklung und Diffusion relevanter Technologien sowie deren Auswirkungen
- **Bewertung des Transferpotenzials:** Bewertung der strategischen Bedeutung und Dringlichkeit; Ableitung von Maßnahmen und Reaktionsstrategien in Verbindung mit dem strategischen Technologiemanagement; Anstoß des Technologietransfers

Die Zielsetzung für den Technologietransfer ist es, Technologien und Know-how in das eigene Unternehmen zu transferieren, um innovative Produkte zu generieren. Dazu müssen der Transfer langfristig geplant werden und geeignete Transferpartner ausgewählt werden. Mit diesen müssen Verhandlungen geführt werden, um die Rahmenbedingungen für den Transfer zu klären. Schließlich muss die Durchführung des Transfers geeignet koordiniert werden. Die hierzu notwendigen Informationen liefert die Technologiefrühaufklärung. Die Zusammenhänge verdeutlicht Abbildung 28.

<sup>278</sup> vgl. Kirsch, 1983, S. 231

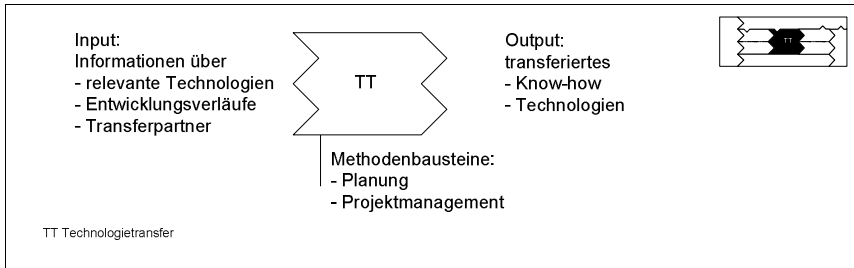


Abbildung 28: Input-Output-Beziehung des Technologietransfers

Zur Erreichung der oben formulierten Zielsetzung für den Technologietransfer werden in Anlehnung an Hofstetter folgende Subprozesse definiert:

- *Technologietransferplanung:* Ableitung eines planvollen Vorgehens, realistischer Projektablaufe und -aufwendungen zur Durchführung des Technologietransfers
- *Auswahl des Technologietransfer-Partners:* Auswahl eines oder mehrerer konkreter möglicher Transferpartner und Kontaktaufnahme
- *Verhandlungen:* Entwicklung eines angemessenen Bewusstseins von Leistung und Gegenleistung und Aufzeigen des gemeinsamen Nutzens der Zusammenarbeit; Klärung von Rahmenbedingungen und Aufstellung von Regeln für die Zusammenarbeit
- *Durchführung:* Abstimmung, Koordination und Durchführung der Transferaktivitäten; Übergang zur Nutzungsphase

Der Technologienutzungsprozess ist Teil des Produktentwicklungsprozesses oder Teil des Produktionsprozesses, je nachdem welcher Art die betrachtete Technologie ist, Produkt- oder Produktionstechnologie. Da diese Prozesse nicht Gegenstand der Betrachtung in dieser Arbeit sind, wird deshalb verallgemeinert von der Technologienutzung gesprochen.

- *Technologienutzung:* Nutzung der transferierten Technologie im Rahmen der Produktentwicklung oder der Produktion

Die Zusammenhänge sind in Abbildung 29 verdeutlicht.

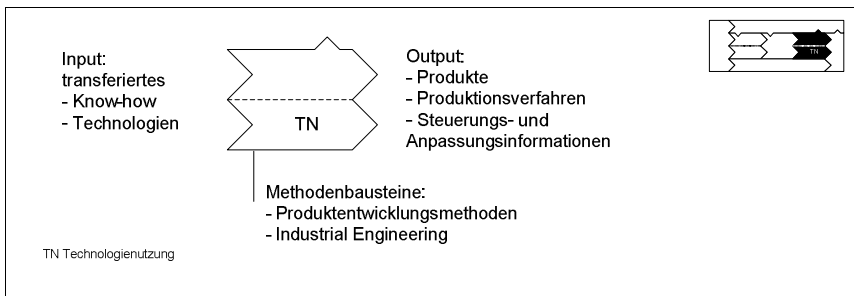


Abbildung 29: Input-Output-Beziehung der Technologienutzung

Die Verknüpfung der Prozesse lässt sich anhand der **Input-Output-Verknüpfungen** darstellen. Dazu liefert der jeweils vorgelagerte Prozess alle notwendigen Eingangsinformationen für den Folgeprozess (siehe Abbildung 30).

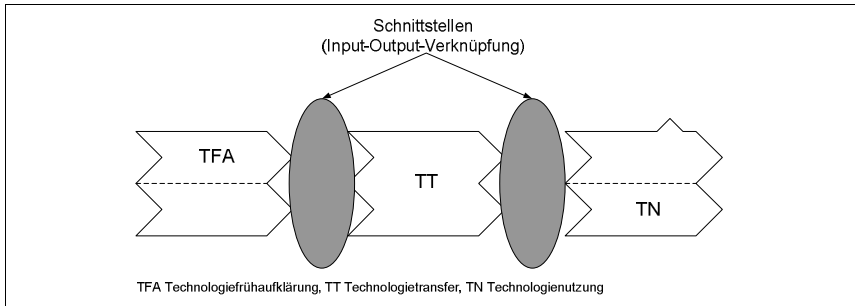


Abbildung 30: Input-Output-Verknüpfung von Technologiefrühaufklärung, Technologietransfer und Technologienutzung

Parallel zur Technologienutzung stellt ein Kontroll-Prozess sicher, dass alle Aktivitäten wie geplant umgesetzt werden. Als Datenbasis dient dazu wiederum die Technologie-Roadmap.

Wie der gesamte Prozess des Technologietransfer-Managements in den Prozess des strategischen Technologiemanagements, bestehend in Anlehnung an Ewald aus den Subprozessen *Strategische Analyse*, *Strategieformulierung*, *Strategiedurchsetzung* und *Strategische Kontrolle*, integriert ist, verdeutlicht das **Prozessintegrationsmodell** in Abbildung 31.



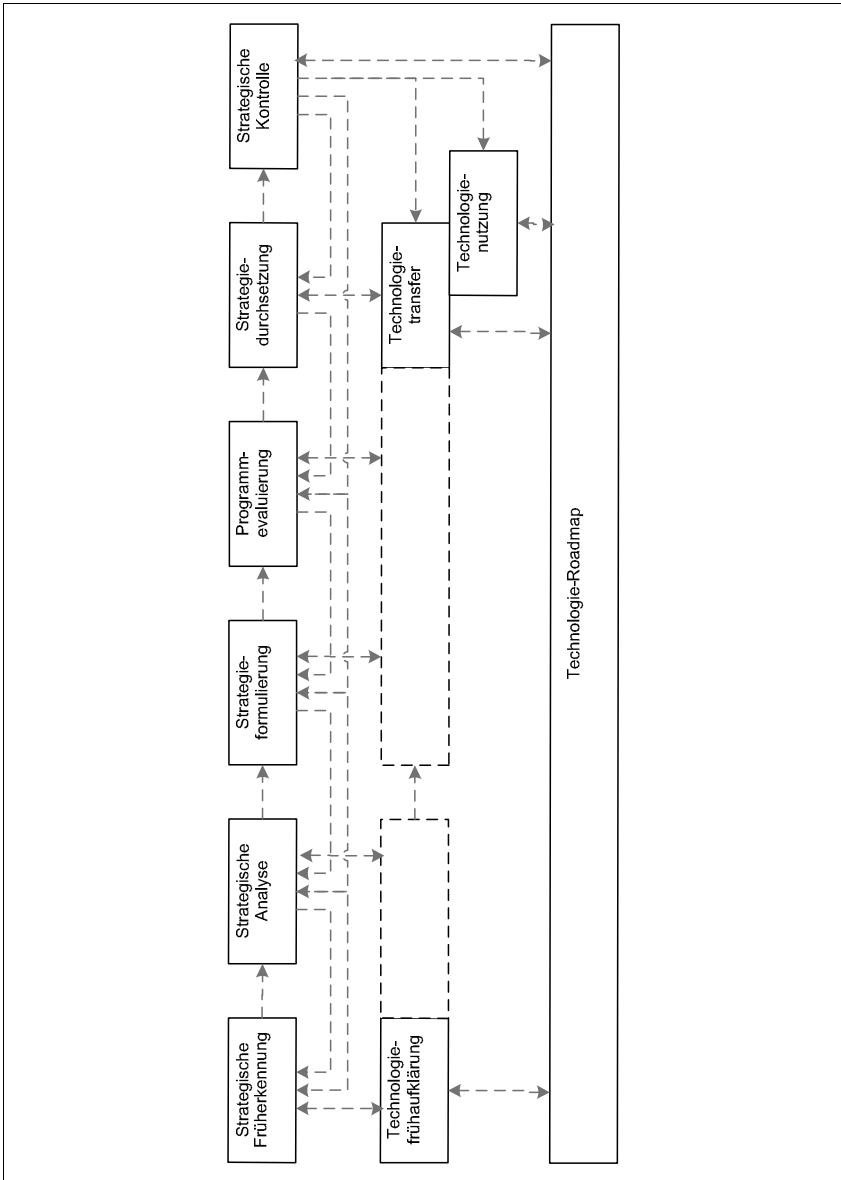


Abbildung 31: Prozessintegrationsmodell

### 3.4 Zwischenfazit: Grundkonzept der Methodik

Basierend auf einer systemischen Analyse wurde zunächst ein der Problemstellung aus Kapitel 1.1.4 und den daraus abgeleiteten Anforderungen gerecht werdendes **Modell des Technologietransfer-Managements** entworfen und abgegrenzt. Zu dessen Beschreibung wurden daraufhin das **Aufbaustrukturmodell** und das **Prozessintegrationsmodell** entwickelt.

Im **Aufbaustrukturmodell** ist die hierarchisch-statische Struktur **systemorientiert** dargestellt. Darin gliedert sich das System „Technologietransfer-Management“ in seine Subsysteme „Technologiefrühaufklärung“, „Technologietransfer“ und „Technologienutzung“ und deren Elemente sowie das System „Technologie-Roadmapping“. Eine Betrachtung der einzelnen Elemente der Subsysteme und des Technologie-Roadmapping zeigte eine Übereinstimmung der Elemente „Objekte“, „Prozess“ und „Methode“ sowie die teilweise Übereinstimmung des Elementes „Ressource“, womit eine **Integration der Subsysteme** sichergestellt werden konnte.

Die Ablaufstruktur der Methodik bildet den **zentralen Baustein dieser Arbeit**. Es wurde ein **Ablaufstrukturmodell** mit den Subprozessen Zielbildung, Ortung, Prognose, Bewertung, Technologietransferplanung, Auswahl des Technologietransfer-Partners, Verhandlungen, Durchführung und Technologienutzung entwickelt. Dieses bildet die Grundlage für die nachfolgende Detaillierung der Methodik.

Bei der Detaillierung der Methodik werden zunächst die einzelnen Subprozesse weiter beschrieben. Dabei wird u.a. auf den Stand der Technik verwiesen. Notwendige Weiterentwicklungen bekannter Konzepte und Verfahren oder Neuentwicklungen werden an der jeweiligen Stelle im Prozessablauf eingeführt und beschrieben.

## 4 Detaillierung der Methodik für den interorganisationalen Technologietransfer

Den zentralen Rahmen für die Methodik bildet die Ablaufstruktur, die durch das Prozessmodell repräsentiert wird. Bei der Gestaltung des Technologietransfer-Management-Systems ist weiterhin zu unterscheiden in

- Aufgaben, die im Rahmen der Konzeption und des Aufbaus des Technologietransfer-Managements durchzuführen sind und
- Aufgaben, die beim Betrieb des Technologietransfer-Management-Systems laufend und wiederholt anfallen und dessen Prozesse in die Prozesse des strategischen Technologiemanagements integriert sind.<sup>279</sup>

Um dem Anspruch einer für tkmU praxisgerechten Methodikanwendung gerecht zu werden, soll in diesem Kapitel zunächst das Prozessmodell für den kontinuierlichen Betrieb detailliert werden. Dazu wird u.a. auf existierende Methoden verwiesen, die in den vorangegangenen Kapiteln diskutiert wurden.

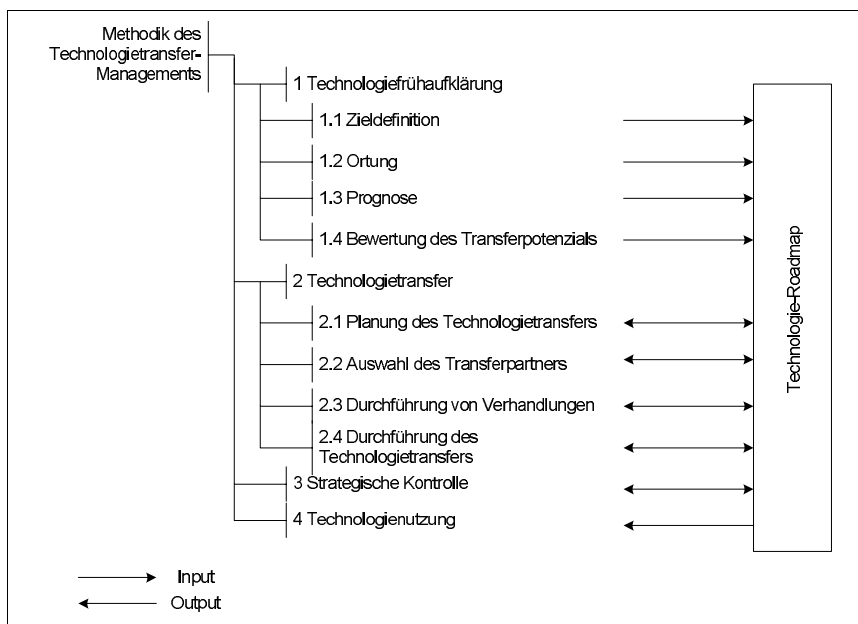


Abbildung 32: Methodikbaum

Parallel zur Detaillierung der Prozesse wird die Methodik prozessorientiert mit Hilfe der EPK-Methode modelliert. Die Kapitelüberschriften entsprechen dabei den Hierarchieebenen des in Abbildung 32 skizzierten Methodikbaums. Zu jedem Subprozess veranschaulicht eine

<sup>279</sup> vgl. zur Wechselwirkung von Systemgestaltung und Systembetrieb: Hammer, 1998, S. 242 ff.

Grafik die Input-Output-Beziehungen zur Technologie-Roadmap (siehe Abbildung 33). Im Anschluss an die detaillierte Modellierung des Prozesses im Systembetrieb wird in Kapitel 4.6 auf die Besonderheiten, die bei der Konzeption und beim Aufbau des Technologietransfer-Managements zu beachten sind, eingegangen und ein Vorgehensmodell zur erstmaligen Einführung der Technologie-Roadmap in tkmU entwickelt.

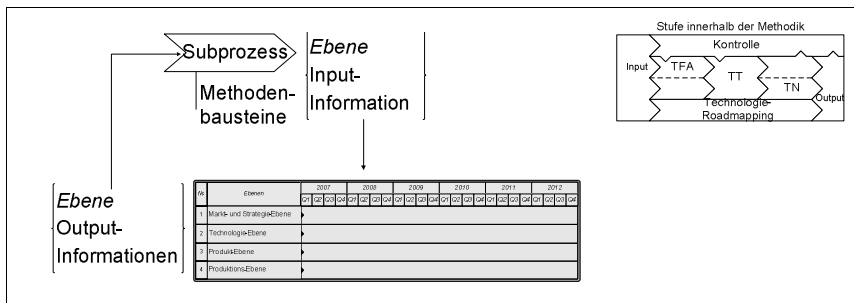


Abbildung 33: Darstellung von Input-Output-Beziehungen der Subprozesse zur Technologie-Roadmap

## 4.1 Prozessmodell der Technologiefrühaufklärung

Der Prozess der Technologiefrühaufklärung besteht aus Subprozessen, die entsprechend der EPK-Modellierung als eine Aneinanderreihung von Ereignissen und Funktionen modelliert werden können, wobei mit den Funktionen Ein- und Ausgangsinformationen verknüpft werden. Der Prozess der Technologiefrühaufklärung besteht aus den Subprozessen Zieldefinition, Ordnung, Prognose und Bewertung des Transferpotenzials, die im Folgenden detailliert werden.

### 4.1.1 Zieldefinition

Der Auslöser für die Technologiefrühaufklärung ist der Beginn eines jährlich wiederkehrenden Makrozyklus. Dieser orientiert sich üblicherweise an der Jahresplanung des Unternehmens. Als Input für den ersten Prozessschritt, die Definition von Zielen, dient die Unternehmensstrategie mit technologiebezogenen Aspekten, die in tkmU als vorhanden vorausgesetzt werden kann.

Die Zieldefinition setzt sich aus folgenden Prozessschritten zusammen:

- Ableitung von Zielen für die Technologiefrühaufklärung und für den Technologietransfer aus der Unternehmensstrategie
- Definition des Fokus der weiteren Betrachtungen anhand einer Produkt-Roadmap
- Entwicklung eines Funktionsbaums
- Bestimmung von Indikatoren
- Hinzufügen der Ziele und der Produkt-Roadmap zu der Markt- und Strategie-Ebene (siehe Abbildung 34)
- Hinzufügen des Funktionsbaums und der Indikatoren zu der Technologie-Ebene (siehe Abbildung 35)

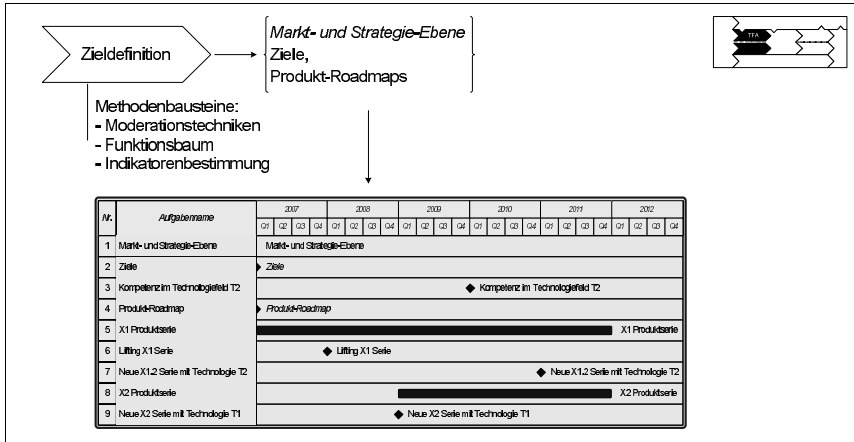


Abbildung 34: Abbildung von Zielen und der Produkt-Roadmap in der Markt- und Strategie-Ebene der Technologie-Roadmap

**Entwicklung des Funktionsbaums**

Zur Herleitung relevanter Technologien dient ein Funktionsbaum. Darin sind den Produkten Produktfunktionen und diesen wiederum Technologien (Produkt- und Produktionstechnologien) sowie Parameter zugeordnet (siehe Abbildung 35, priorisierte Elemente sind fett hervorgehoben). Bevor bei der Erarbeitung jeweils auf die nächsttiefere Ebene übergangen wird, werden die Produkte, Funktionen und Technologien priorisiert (z.B. anhand ihrer strategischen Bedeutung, ihres Anteils an der Wertschöpfung oder ihres Anteils an der Zufriedenstellung der Kundenbedürfnisse), um so die Konzentration auf die wesentlichen Technologien und Parameter sicherzustellen.

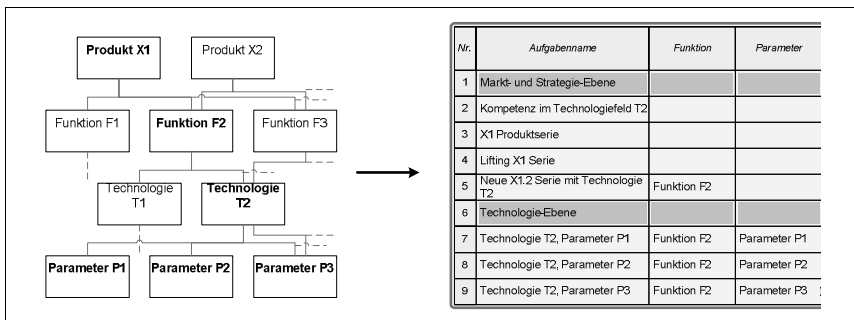


Abbildung 35: Funktionsbaum zur Herleitung von Technologien und Parametern

**Bestimmung von Indikatoren**

Für die spätere Ortung werden zu den ausgewählten Technologien Parameter bestimmt, die als Indikatoren genutzt werden können. Diese Indikatoren sollen u.a. folgenden Kriterien

genügen.<sup>280</sup>

- Eindeutigkeit: Eine mögliche Fehlinterpretation des Indikators muss weitgehend ausgeschlossen sein
- Vollständigkeit: Die Technologie muss möglichst in allen für den Einsatz relevanten Parametern vollständig beschrieben werden können
- Verfügbarkeit: Der Parameter muss gemessen werden können bzw. seine Ausprägung muss recherchierbar sein
- Wirtschaftlichkeit: Der Aufwand für die Recherche muss bezüglich des Aufwand-/Nutzen-Verhältnisses wirtschaftlich vertretbar sein
- Dynamik: Die Parameter müssen zeitlich veränderlich sein, um für die Technologiefrühaufklärung nutzbar zu sein

Die oben ermittelten Funktionen werden den Produkten auf der Markt- und Strategie-Ebene zugeordnet. Sie dienen u.a. als Verknüpfungselement zu den Technologien und Parametern, die auf der Technologie-Ebene der Technologie-Roadmap abgelegt werden (siehe Abbildung 35).

#### 4.1.2 Ordnung

Der Subprozess Ordnung umfasst die Aufgaben Recherche des aktuellen Standes der Technik, Ermittlung aktueller Trends, Erkennen von Warnsignalen (Scanning), Beobachtung relevanter Technologien (Monitoring) und Ableitung von Maßnahmen.

##### **Stand der Technik**

Um den Stand der Technik darzustellen, werden zunächst alle relevanten Informationen zusammengetragen, die mit verhältnismäßig geringem Aufwand zu beschaffen sind. Es sind dies vornehmlich Informationen aus dem Internet sowie aus Literatur- und Patentdatenbanken. Zur Recherche des aktuellen Standes der Technik und aktueller Trends können darüber hinaus interne Datenquellen (z.B. Außendienstberichte, Einkaufsberichte, Zukunftswerkshop) und externe Datenquellen (z.B. amtliche Quellen, Verbände und Organisationen, Netzwerke, Veröffentlichungen von Forschungsinstituten, Wirtschaftspresse, Fachpresse, Bücher, Firmenveröffentlichungen (siehe Kapitel 2.3.1.3), Literatur- und Patentdatenbanken (siehe Kapitel 2.3.1.2), Suchmaschinen (siehe Kapitel 2.3.1.4) und so genannte Informations-Broker<sup>281</sup> sowie Experten (siehe Kapitel 2.3.1.1)) herangezogen werden.<sup>282</sup>

Anhand von Parametern  $p_1$  bis  $p_n$ , die die relevanten Technologien beschreiben (z.B. Reichweite einer Funktechnologie, Kosten für den Chip, in dem die Technologie implementiert ist, Baugröße eines Akkus bei gleich bleibender Kapazität) kann die Leistungsfähigkeit einer Technologie  $L(T)$  bestimmt werden. Es ergibt sich dann

---

<sup>280</sup> In Erweiterung von Krystek, 1999, S. 179

<sup>281</sup> Anm.: Als Informations-Broker werden Personen oder Institutionen bezeichnet, die geschäftsmäßig Informationen aus den oben genannten Quellen zusammentragen, bewerten und aufbereiten und diese Unternehmen zur Verfügung stellen (vgl. Broker, 2005).

<sup>282</sup> vgl. Klopp, 1999, S. 56

$$L(T) = [L(p_1); L(p_2); \dots L(p_n)]$$

Mit Hilfe dieser Informationen kann man sich eine grundlegende Vorstellung über den aktuellen Entwicklungsstand einer Technologie machen. Bei der Recherche z.B. laufender Projekte kann darüber hinaus ermittelt werden, welche aktuellen Aktivitäten zur Weiterentwicklung der Technologie stattfinden. Die Ergebnisse werden in die Technologie-Ebene der Technologie-Roadmap eingetragen.

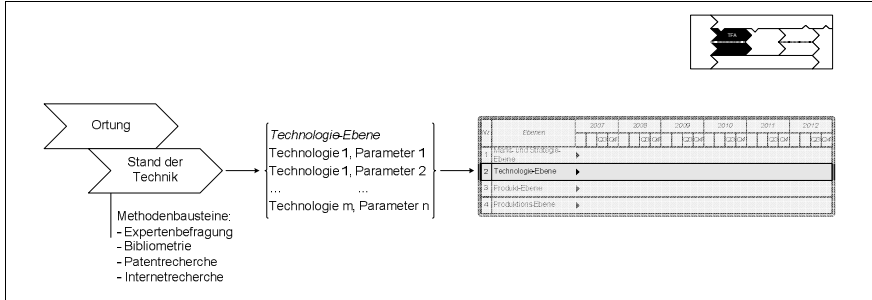


Abbildung 36: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Ortung: Stand der Technik“

### Trendermittlung

Der Trend  $T_t$  gibt an, in welche Richtung und mit welcher Geschwindigkeit bzw. Dynamik sich die Leistungsfähigkeit einer Technologie zum momentanen Zeitpunkt  $t$  entwickelt. Der lineare Trend eines Parameters  $p$  lässt sich dann darstellen als

$$T_t(p) = (L_t(p) - L_{t-1}(p)) / (t - (t-1)) = L'_t(p)$$

Will man den Trend genauer mit Hilfe einer quadratischen Funktion beschreiben, so ergibt sich der Trend aus der ersten Ableitung der Funktion der aktuellen Leistungsfähigkeit. Dazu muss zunächst das Gleichungssystem mit den drei Unbekannten  $a$ ,  $b$  und  $c$  gelöst werden.

$$L_t(p) = at^2 + bt + c$$

$$L_{t-1}(p) = a(t-1)^2 + b(t-1) + c$$

$$L_{t-2}(p) = a(t-2)^2 + b(t-2) + c$$

Die erste Ableitung und damit der aktuelle Trend lauten dann

$$L'_t(p) = 2at + b$$

Neben den so ermittelten quantitativen sind durchaus auch qualitative Beschreibungen des aktuellen Trends zulässig. Die Trends werden ebenfalls in der Technologie-Ebene der Technologie-Roadmap abgebildet.

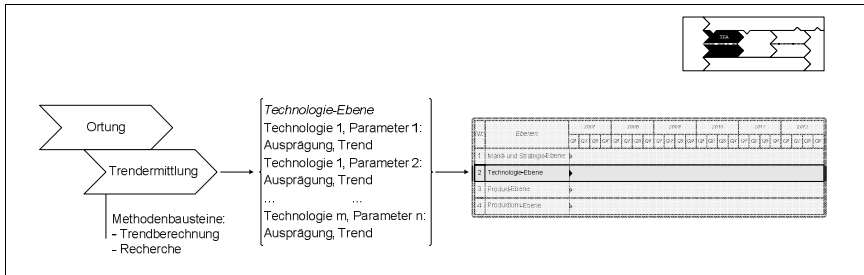


Abbildung 37: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Ortung: Trendermittlung“

### Scanning

Die Suche lässt sich sowohl in zweckfreie<sup>283</sup> (Scanning) als auch gerichtete Suche (Monitoring) und Wahrnehmung überraschender Diskontinuitäten und Trendbrüche unterteilen.

Aufgrund des für tkmU wenig praktikablen Ansatzes des kontinuierlichen Einsatzes qualifizierten Personals bei der Erkennung von Warnsignalen, dem Scanning, werden so genannte Scouts<sup>284</sup> (auch: Beobachter oder Informanten) eingesetzt. Als Scouts können z.B. Vertriebsmitarbeiter fungieren, die bei entsprechender Vertriebsstruktur regelmäßig Informationen aus den weltweiten Technologiezentren zusammentragen, vorbewerten und aufbereitet dem Technologiemanagement zur Verfügung stellen. Auch externe Personen und Institutionen stellen solche Trendreports zur Verfügung.<sup>285</sup>

### Monitoring

Das vertiefende und dauerhafte Beobachten der Entwicklung einer Technologie wird Monitoring<sup>286</sup> genannt. Wurde z.B. ein Forschungsinstitut identifiziert, das sich mit einer bestimmten Technologie beschäftigt, so ist dies regelmäßig zu beobachten. Dies geschieht z.B. dadurch, dass Kontakte zu einzelnen Wissenschaftlern geknüpft werden, Tagungen regelmäßig besucht oder die Hauszeitschrift des Instituts abonniert werden.

Wird ein Zeitpunkt erreicht, für den in einem vorigen Makrozyklus eine bestimmte Leistungsfähigkeit einer Technologie bzw. ihrer inhärenten Parameter prognostiziert wurde, so kann aus einem Vergleich zwischen Soll- und Ist-Wert eine Warnfunktion abgeleitet werden. Hierzu muss vorab (im vorigen Makrozyklus innerhalb der Aufgabe *Prognose*) eine zulässige Abweichung  $\epsilon_{Soll}$  von der prognostizierten Leistungsfähigkeit der Technologie definiert werden. Es ergibt sich

$$\epsilon_{Ist} = L_{Soll}(p) - L_{Ist}(p)$$

Die Warnfunktion wird nun erfüllt wenn

$$|\epsilon_{Ist}| > \epsilon_{Soll}$$

<sup>283</sup> vgl. Kirsch, 1983, S. 231

<sup>284</sup> vgl. Metzger, 2005, S. 48

<sup>285</sup> vgl. Ahn, 2000, S. 34 ff.; Metzger, 2005, S. 48 f.

<sup>286</sup> vgl. Krystek, 1993, S. 176



wobei ein positives  $\epsilon_{\text{Ist}}$  eher auf eine Chance hinweist, ein negatives  $\epsilon_{\text{Ist}}$  eher vor einem Risiko warnt. In Abbildung 38 weicht der tatsächliche Entwicklungsverlauf stärker als die zulässige Abweichung vom prognostizierten Entwicklungsverlauf ab. Dies bedeutet, dass die Technologie sich schneller entwickelt als angenommen und geplante Aktivitäten vorgezogen werden müssen.

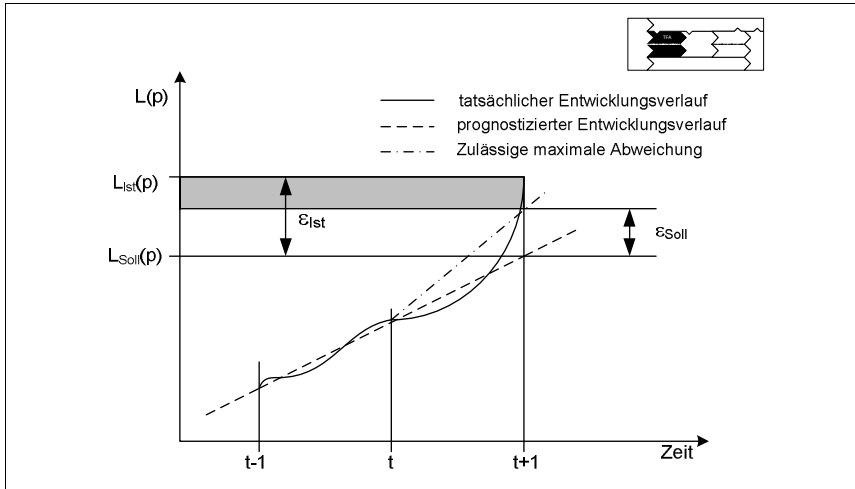


Abbildung 38: Abweichung tatsächlicher von prognostizierten Entwicklungsverläufen

Die erkannten Entwicklungen werden anschließend bewertet und Reaktionsstrategien abgeleitet. Je nachdem, ob es sich bei der betrachteten Technologie um eine Produkt- oder Produktionstechnologie handelt, werden die Reaktionsstrategien in die Produkt- oder Produktions-Ebene der Technologie-Roadmap eingetragen. Nachdem der Stand der Technik ermittelt wurde, folgt der Subprozess der Prognose.

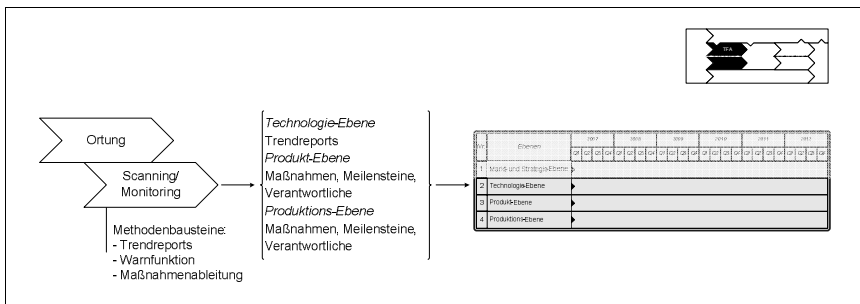


Abbildung 39: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Ortung: Scanning / Monitoring“

Die Ortung wird komplett innerhalb des Makrozyklus durchgeführt. Darüber hinaus wird das Scanning in einem Mikrozyklus mehrmals innerhalb des Makrozyklus, z.B. einmal im Quartal, durchgeführt, um bei schnellen technologischen Veränderungen aktuelle Chancen und Risiken frühzeitig zu entdecken.

### 4.1.3 Prognose

Auf Basis der aktuellen Trends  $T_t(p)$  werden in diesem Subprozess die identifizierten Parameter in die Zukunft projiziert und damit eine Soll-Vorstellung von der zukünftigen Leistungsfähigkeit einer Technologie  $L_{t+1}(T)$  und des zeitlichen Verlaufs dieser Entwicklung erarbeitet. Da sich die Leistungsfähigkeit einer Technologie aus den einzelnen Leistungsfähigkeiten relevanter Parameter zusammensetzt, ergibt sich als lineare Projektion

$$L_{t+1}(p) = T_t(p) * \Delta t = T_t(p) * [(t+1) - t]$$

Für eine quadratische Projektion ergibt sich

$$L_{t+1}(p) = a(t+1)^2 + b(t+1) + c$$

und

$$L_{t+1}(T) = [L_{t+1}(p_1); L_{t+1}(p_2); \dots L_{t+1}(p_n)]$$

Die ermittelten quantitativen aber auch qualitativen Prognosen werden anschließend nebst Informationen über mögliche zukünftige Technologiegeber in der Technologie-Ebene der Technologie-Roadmap hinterlegt (siehe Abbildung 40).

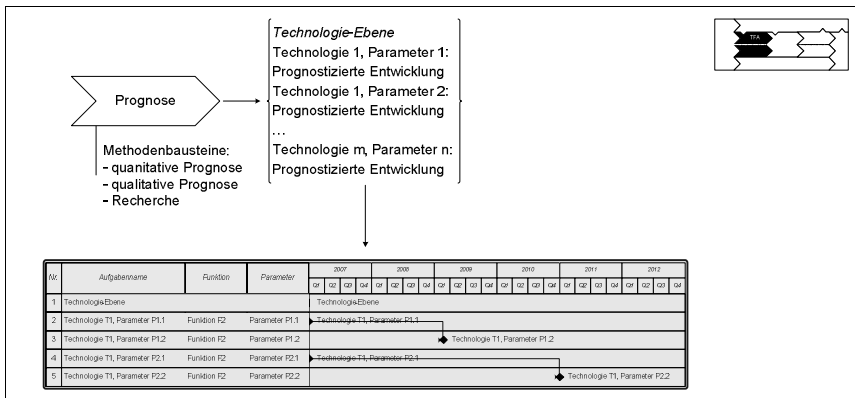


Abbildung 40: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Prognose“

Um bei einem späteren Monitoring entsprechende Warnfunktionen realisieren zu können, müssen in einem weiteren Schritt Toleranzgrenzen  $\epsilon_{Soll}$  festgelegt werden, deren überschreiten eine Warnfunktion auslöst. Problematisch ist dabei die Definition der Toleranzgrenzen. Sind sie zu großzügig ausgelegt, kann dies dazu führen, dass die Warnfunktion wirkungslos wird. Sind sie dagegen zu eng ausgelegt, birgt dies die Gefahr eines tendenziell „falschen Alarms“.

#### 4.1.4 Bewertung des Transferpotenzials

In diesem Subprozess werden die recherchierten Technologien bezüglich ihres Potenzials für den Technologietransfer bewertet. Der Subprozess umfasst dabei die Aufgaben Erstellung des Technologietransferportfolios und Ableitung von Maßnahmen.

##### ***Erstellung des Technologietransferportfolios***

Um diejenigen Technologien auszuwählen, die später transferiert werden sollen, werden die Technologien bezüglich ihres Transferpotenzials und ihrer Eignung für den Transfer bewertet und in einem Portfolio, dem Technologietransferportfolio, dargestellt und ausgewertet.

Technologien, die in einer frühen Phase des Technologielebenszyklus stehen<sup>287</sup>, haben bezüglich ihrer Weiterentwicklung noch ein hohes Potenzial und sind somit attraktiver als Technologien, die eher am Ende des Lebenszyklus stehen und voraussichtlich durch andere Technologien verdrängt werden. Andererseits mindert der Umfang des vorhandenen Patentschutzes bezüglich einer Technologie die Attraktivität einer Technologie. Es sind dann diejenigen Technologien für tkmU attraktiver, deren Verwendung im Unternehmen weniger durch Patente eingeschränkt wird. Das Weiterentwicklungspotenzial und die Patentsituation definieren das Kriterium Technologieattraktivität TA(T).

Sind viele potenzielle Technologiegeber vorhanden, erhöht dies die Wahrscheinlichkeit, einen geeigneten Transferpartner zu finden und zu einem erfolgreichen Transfer zu kommen. Zum anderen müssen die Technologien an sich bezüglich ihrer Eignung für den Transfer bewertet werden. Eine hohe Transferierbarkeit zeichnet sich z.B. dadurch aus, dass viel explizites Wissen bezüglich der Technologie vorhanden ist oder dass die Technologie nicht nur im Labormaßstab sondern auch schon in der industriellen Anwendung verfügbar ist. Die Anzahl potenzieller Technologiegeber und die Transferierbarkeit werden im Folgenden als Kriterium Transferoption TO(T) bezeichnet.

Die beiden Kriterien Technologieattraktivität und Transferoption sind unternehmensunabhängige Kriterien und bezeichnen das Transferpotenzials TP(T) einer Technologie.

Mit dem Transfervorteil TV(T) werden alternative Technologien dahingehend bewertet, ob eine Technologie für das Unternehmen besser geeignet ist als eine andere. Es sind dies einerseits diejenigen Technologien, für dessen Transfer mit geringeren Kosten zu rechnen ist, z.B. weil notwendige Investitionen in neue Anlagen bereits getätigt wurden. Andererseits sind diejenigen Technologien für einen Transfer vorteilhafter, für die potenzielle Technologiegeber im näheren Umfeld des Unternehmens liegen, denn für tkmU stellen z.B. andere Sprachen und Kulturen aber auch die mit entfernten Technologiegebern verbundenen Reisetätigkeiten eine Barriere dar.

Die Fähigkeit eine Technologie in das eigene Unternehmen zu transferieren wird als Absorptionsfähigkeit AF(T) bezeichnet. Einerseits sind danach die Technologien für einen Transfer besser geeignet, für die bezüglich ähnlicher Technologien bereits eine intensive FuE-Tätigkeit im Unternehmen stattfindet. Auch kann bezüglich einer Technologie schon rudimentäres Know-how im Unternehmen bestehen.

Die beiden Kriterien Transfervorteil und Absorptionsfähigkeit sind unternehmensabhängige Kriterien und bezeichnen die Transfereignung TE(T) einer Technologie.

Für die Bewertung wird eine fünfstufige Skala von 1 (Kriterium nicht erfüllt) bis 5 (Kriterium

---

<sup>287</sup> vgl. zum Technologielebenszyklus: Gerpott, 1999, S. 114 ff.; Servatius, 1985, S. 112 ff.; Tschirky, 1998, S. 232 ff.

erfüllt), mit den Zwischenstufen 2 (Kriterium kaum erfüllt), 3 (Kriterium teilweise erfüllt) und 4 (Kriterium größtenteils erfüllt) herangezogen. Aufgrund der Bewertungen werden anschließend die Technologien im Portfolio aufgetragen. Die Position der Technologie im Portfolio ergibt sich aus der x- und y-Koordinate. Die Werte auf der x-Achse (Transfereignung TE(T)) und auf der y-Achse (Transferpotential TP(T)) lassen sich aus den gewichteten Summen der Einzelbewertungen berechnen, also

$$TE(T) = g(AF) * AF(T) + g(TV) * TV(T)$$

und

$$TP(T) = g(TA) * TA(T) + g(TO) * TO(T)$$

wobei die Summe der Gewichtungen jeweils 1,0 ergeben muss. Ein Ausschnitt aus einer Bewertungstabelle ist beispielhaft in Abbildung 41 gegeben.

Abbildung 42 zeigt ein Technologietransfer-Portfolio. Technologien, die sich im unteren linken Quadranten befinden, haben weder ein hohes Potenzial noch sind sie besonders geeignet für den Transfer. Es bieten sich hier zwei mögliche Strategien an. Entweder werden solche Technologien zukünftig vernachlässigt und von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen. Oder aber es wird durch geeignete Maßnahmen angestrebt, die Technologie im Portfolio auf die rechte Seite zu bringen, z.B. durch Verbesserung der Absorptionskapazität.

Technologie	TE(T)	AF(T)	g(AF)	TV(T)	g(TV)	TP(T)	TA(T)	g(TA)	TO(T)	g(TO)
Technologie T1	4,0	4	0,55	4	0,45	4,6	4	0,6	5	0,4
Technologie T2	4,6	5	0,55	4	0,45	3,0	3	0,6	3	0,4
...										
Technologie Tm	3,0	3	0,55	3	0,45	2,6	3	0,6	2	0,4

Abbildung 41: Bewertung der Transfereignung und des Transferpotenzials

Technologien, die sich im oberen rechten Quadranten befinden, weisen zum einen ein hohes Transferpotenzial auf und zum anderen sind sie besonders für den Transfer geeignet. Für diese Technologien werden entsprechende Maßnahmen abgeleitet, um den Technologietransfer vorzubereiten und durchzuführen. Bei Technologien die sich im oberen linken oder unteren rechten Quadranten befinden, bieten sich zwei Möglichkeiten an, Vernachlässigung oder Positionsverschiebung mittels geeigneter Maßnahmen.

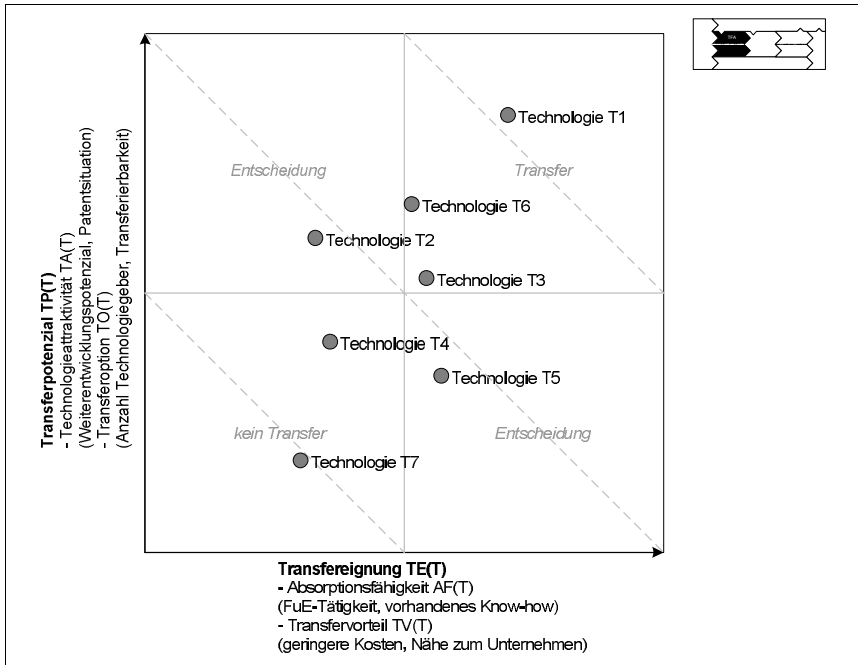


Abbildung 42: Das Technologietransferportfolio

### Maßnahmenableitung

Im Rahmen der Maßnahmenableitung werden z.B. folgende Punkte erarbeitet (siehe Abbildung 43, hier: Maßnahmen im Rahmen der Produktentwicklung):

- Maßnahmen
- Zeitrahmen
- Meilensteine
- Verantwortliche
- voraussichtliches Budget
- Entscheidungspunkte
- Ressourcen

Produkt	Technologie	Maßnahme	Beginn	Ende	Verantwortlich	Budget
Produkt X1	T1	Maßnahme 1.1	01'08	12'08	Hr. Meier	50 T€
	T2	Maßnahme 1.2	07'08	06'10	Hr. Müller	130 T€
		...	...	...	...	...
...						
Produkt Xm	T1	Maßnahme m.1	01'09	06'09	Hr. Abele	60 T€
	T3	Maßnahme m.2	07'09	01'11	Hr. Hetz	200 T€
		...	...	...	...	...

Abbildung 43: Tabelle mit abgeleiteten Maßnahmen

Alle Informationen werden anschließend in die entsprechende Produkt- oder Produktions-Ebene der Technologie-Roadmap eingetragen (siehe Abbildung 44).

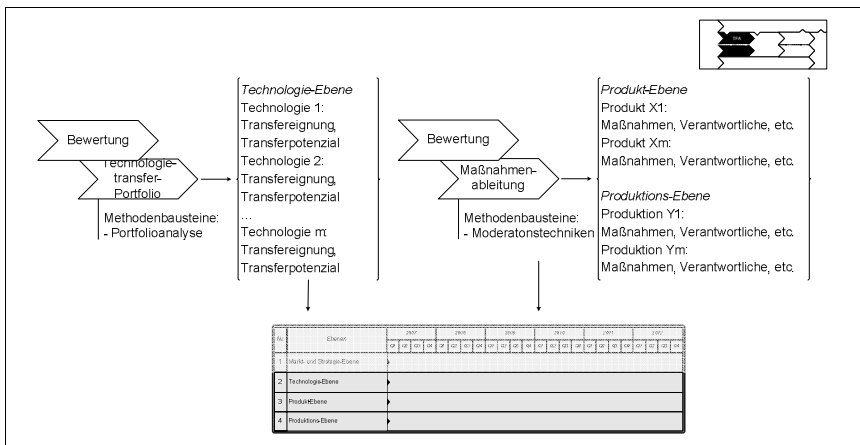


Abbildung 44: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Bewertung“

#### 4.1.5 Zusammenfassung

In den vorangegangenen Kapiteln wurde der Prozess der Technologiefrühaufklärung mit dessen Subprozessen *Zieldefinition*, *Ortung*, *Prognose* und *Bewertung* des *Transferpotenzials* detailliert. Dabei wurde die Methode Technologietransferportfolio entwickelt. Mit Hilfe der EPK-Modellierung ergibt sich ein durchgängiges Prozessmodell der Technologiefrühaufklärung, welches in Abbildung 45 skizziert ist. Nach dem letzten Subprozess *Bewertung des Transferpotenzials* folgt der Prozess des Technologietransfers, der im folgenden Kapitel detailliert wird.

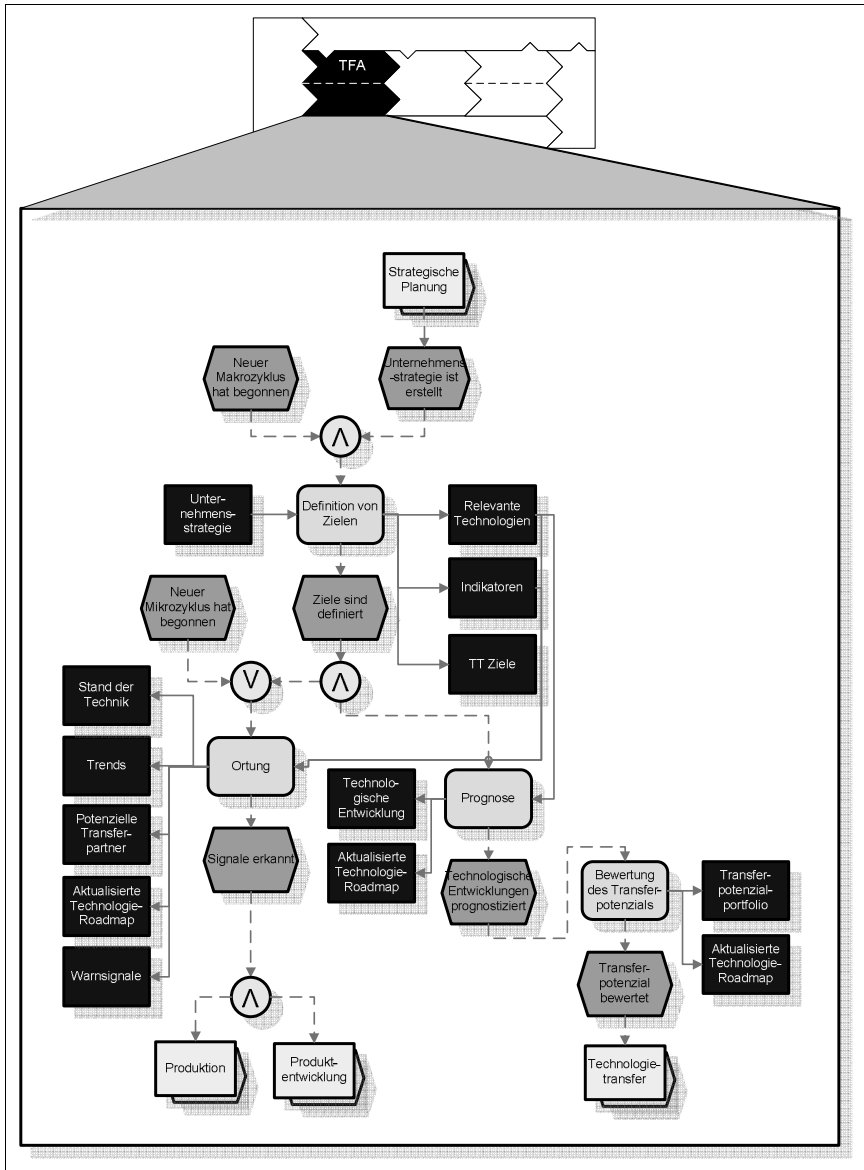


Abbildung 45: Prozessmodell der Technologierühaufklärung

## 4.2 Prozessmodell des Technologietransfers

Der Prozess des Technologietransfers besteht aus den Subprozessen *Planung des Technologietransfers*, *Auswahl des Transferpartners*, *Durchführung von Verhandlungen* und *Durchführung des Technologietransfers*. Die Subprozesse werden im Folgenden konkretisiert.

### 4.2.1 Planung des Technologietransfers

In diesem Subprozess soll ein planvolles Vorgehen für den Technologietransfer als Grundlage für die nachfolgenden Subprozesse abgeleitet werden. Auf Basis der in der Technologie-Roadmap hinterlegten Informationen bezüglich der Entwicklung der Technologien und möglicher Transferpartner wird die Planung des Technologietransfers vorgenommen. Die vorher definierten Ziele sind dabei geeignet in klare, widerspruchsfreie Unterziele zu zerlegen, um eindeutige Handlungsanforderungen abzuleiten.

Bei der Planung des Technologietransfers müssen abhängig von der jeweiligen Technologie u.a. folgende Aktivitäten der weiteren Subprozesse berücksichtigt werden:

- Auswahl des Transferpartners
- Durchführung von Verhandlungen mit dem Technologiegeber
- Durchführung des Technologietransfers
  - Planung des konkreten Technologietransferprojektes (gemeinsam mit dem Technologiegeber)
  - Abnahme der Technologie beim Technologiegeber
  - Übergabe von Unterlagen und Dokumentationen (z.B. Konstruktionszeichnungen, Daten, Handbücher)
  - Physischer Transport von Geräten oder Anlagen
  - Schulungen beim Technologienehmer
  - Anpassungsentwicklungen beim Technologienehmer (eventuell zusammen mit dem Technologiegeber)
  - Abnahme der Technologie beim Technologienehmer

Der Transferplan beinhaltet:

- realistische Projektabläufe
- notwendige Projektaufwendungen
- erforderliche personelle Ressourcen
- Verantwortliche

Je nachdem, ob es sich um eine Produkt- oder Produktionstechnologie handelt, werden die Zeitpläne in der entsprechenden Ebene der Technologie-Roadmap hinterlegt (siehe Abbildung 46).



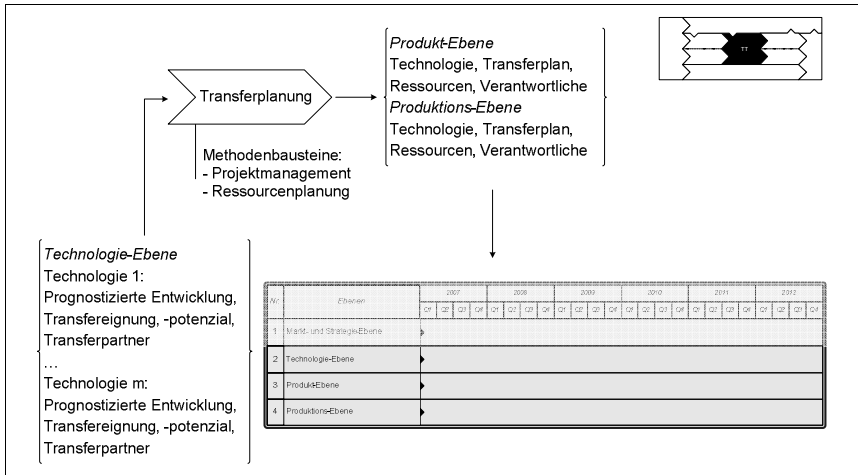


Abbildung 46: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Transferplanung“

#### 4.2.2 Auswahl des Transferpartners

Sobald der in der Technologie-Roadmap hinterlegte Zeitpunkt für den Subprozess *Auswahl des Transferpartners* erreicht ist, werden konkrete Transferpartner ausgewählt und kontaktiert. Bereits in den Subprozessen *Ortung* (siehe Kapitel 4.1.2) und *Prognose* (siehe Kapitel 4.1.3) sind Informationen über mögliche Transferpartner in der Technologie-Roadmap hinterlegt worden. Für die Auswahl des konkreten Technologiegebers wird ein paarweiser Vergleich durchgeführt (siehe Abbildung 47).

Mit Hilfe eines paarweisen Vergleichs können die Technologiegeber priorisiert und so konkrete Technologiegeber ausgewählt werden. Für die Bewertung der Eignung der Technologiegeber werden unternehmensabhängig z.B. folgende Kriterien herangezogen:<sup>288</sup>

- wissenschaftliche Reputation des Technologiegebers
- Erfahrungen des Technologiegebers mit der Branche des Technologienehmers
- Kooperationserfahrungen des Technologiegebers
- räumliche Nähe des Technologiegebers
- bereits bestehende langfristige Beziehung zwischen Technologiegeber und -nehmer
- zu erwartende Technologietransferkosten
- Qualität der technologischen Lösung

<sup>288</sup> in Ergänzung zu Walter (vgl. Walter, 2003, S. 93, und die dort zitierte Literatur)

	Kriterien	Technologiegeber TG <sub>n-1</sub>
Technologiegeber TG <sub>n</sub>	Kriterium 1	3
	Kriterium 2	2
	...	
	Kriterium n	3
	Durchschnitt	2,77 ≈ 3
TG Technologiegeber, 1=ist weniger geeignet als, 2= ist etwa gleich geeignet, 3= ist besser geeignet als		

Abbildung 47: Paarweiser Vergleich anhand mehrerer Kriterien

Die gerundeten Durchschnittswerte werden anschließend in einer Tabelle zusammengetragen. Die Zeilensummen geben dann den Wert der Eignung an, aus dem sich wiederum der Rang und damit die Priorisierung ableiten lässt (siehe Beispiel in Abbildung 48).

	TG <sub>1</sub>	TG <sub>2</sub>	TG <sub>3</sub>	TG <sub>4</sub>	...	TG <sub>n</sub>	Summe	Rang
TG <sub>1</sub>		1	2	3		3	9	2
TG <sub>2</sub>	3		1	3		1	8	3
TG <sub>3</sub>	2	3		2		3	10	1
TG <sub>4</sub>	1	1	2			1	5	5
...							0	
TG <sub>n</sub>	1	3	1	3			8	3
TG Technologiegeber, 1=ist weniger geeignet als, 2= ist etwa gleich geeignet, 3= ist besser geeignet als								

Abbildung 48: Priorisierung der Technologiegeber

Sind konkrete Technologiegeber ausgewählt, so werden diese anschließend kontaktiert und die prinzipiellen Möglichkeiten eines Technologietransfers ausgelotet. Dabei ist u.a. zu klären, ob eine grundsätzliche Bereitschaft für einen offenen und konstruktiven Austausch kritischer Informationen vorhanden ist. Führen die Gespräche zu einem positiven Ergebnis, werden im folgenden Subprozess Verhandlungen durchgeführt.

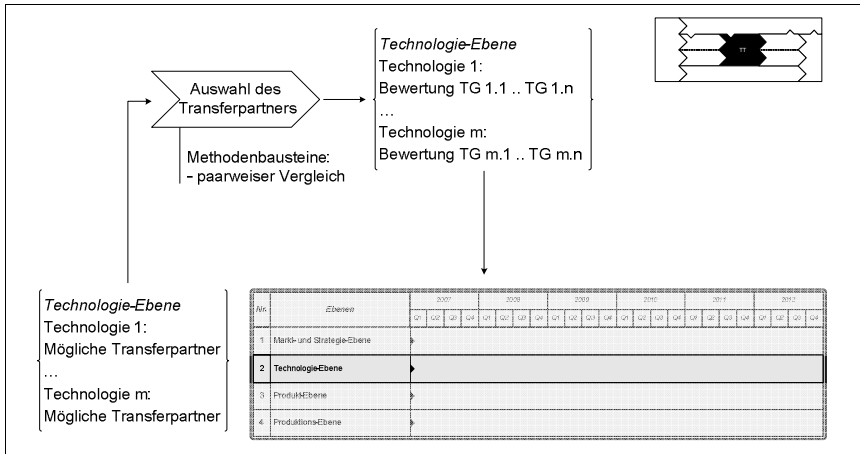


Abbildung 49: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Auswahl des Transferpartners“

### 4.2.3 Durchführung von Verhandlungen

In diesem Subprozess werden Verhandlungen über ein konkretes Technologietransferprojekt mit dem ausgewählten Technologiegeber durchgeführt. Die Verhandlungen sollen dazu führen, ein angemessenes Bewusstsein von Leistung und Gegenleistung zu entwickeln und den gemeinsamen Nutzen der Zusammenarbeit aufzuzeigen. Für die Einschätzung des Nutzens und der möglichen Risiken benötigt der Technologienehmer frühzeitig vertrauliche Informationen vom Technologiegeber.

Um einen reibungslosen Ablauf des Technologietransferprojektes zu gewährleisten, sind zu Beginn der Verhandlungen folgende Punkte zu klären:

- Rahmenbedingungen
- Regeln für die Zusammenarbeit
- Verwertungsaspekte
- Gewährleistungen
- mögliche Schutzrechte

Die weiteren Schritte sind:<sup>289</sup>

- Präsentation oder Demonstration der Technologie durch den Technologiegeber
- Detailprüfung der Technologie durch den Technologienehmer
- Abschluss eines Vertrages über die Durchführung des Technologietransfers durch beide Transferpartner

Die Ergebnisse der Verhandlungen werden wiederum in der Technologie-Roadmap hinterlegt (siehe Abbildung 50).

<sup>289</sup> vgl. Geschka, 1996, S. 2018

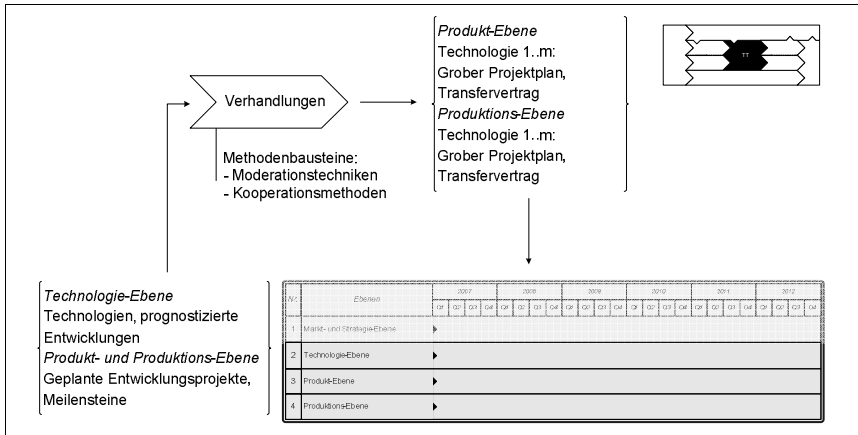


Abbildung 50: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Verhandlungen“

#### 4.2.4 Durchführung des Technologietransfers

Die Durchführung des Technologietransfers erfordert zunächst das Aufsetzen eines Projektes und die Verankerung eines entsprechenden Projektmanagements. Das Projektmanagement setzt sich dabei aus den Aufgaben *Projektdefinition*, *Projektplanung*, *Projektorganisation*, *Projektüberwachung* und *Projektabschluss* zusammen.<sup>290</sup> Aufgrund der bei einem Technologietransfer vorherrschenden Überschneidung zwischen funktionsbezogenen Entscheidungskompetenzen verschiedener Unternehmensbereiche bietet sich eine Matrix-Projektorganisation an, die damit projektbezogene Entscheidungen ermöglicht (siehe Abbildung 51).

Die Aufgabe *Projektdefinition* umfasst:

- Definition der Zielsetzung des Projektes
- Ermittlung vorläufig notwendiger personeller Ressourcen (Projektleiter, Projektteam)
- Darstellung möglicher Risiken

Die Aufgabe *Projektplanung* setzt sich aus folgenden Teilaufgaben zusammen:

- Festlegung einzelner Aufgabenpakete und Verantwortlicher
- Abschätzung von Zeiten und Kosten
- Schriftliche Fixierung des Projektplans

<sup>290</sup> vgl. Zielasek, 1995, S. 106 f.

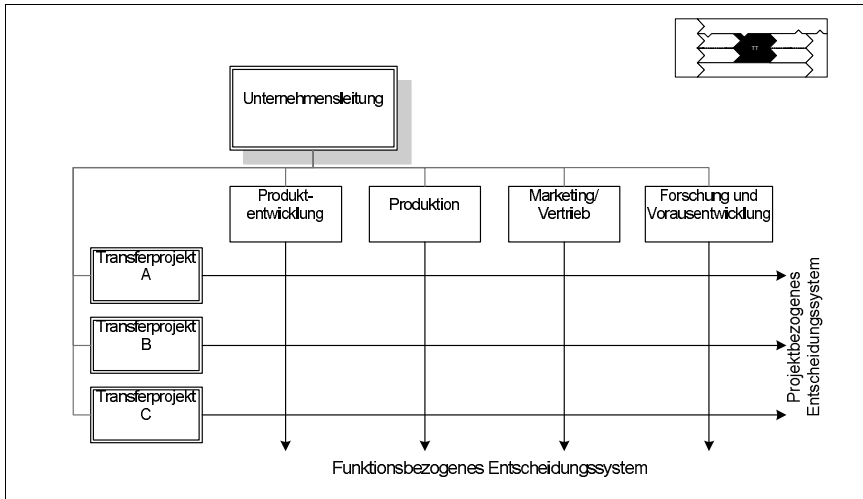


Abbildung 51: Beispiel einer Matrix-Projektorganisation für den Technologietransfer

Im Rahmen der *Projektorganisation* wird

- das konkrete Projektteam rekrutiert,
- der Projektleiter bestimmt und
- eine Matrix-Projektorganisation implementiert, um so die verschiedenen Abteilungen des Unternehmens in das Transferprojekt einzubinden, sowie
- den Mitgliedern des Projektteams Aufgabenpakete zugeteilt.

Im Rahmen der *Projektüberwachung* werden

- Kontrollmechanismen definiert (z.B. wöchentliche Fortschrittsüberwachung, Überprüfung der verbrauchten Ressourcen und der Kosten) und
- der Projektplan regelmäßig überprüft, um bei Abweichungen entsprechend gegensteuern zu können.

Sobald die transferierte Technologie wie vorgesehen genutzt werden kann, ist das Projekt abgeschlossen. Im Rahmen des *Projektabschlusses* werden

- durch den Auftraggeber beim Technologienehmer das Projekt abgenommen und
- eine Projektdokumentation angefertigt.

Die Input-Output-Beziehungen der einzelnen Aufgaben des Subprozesses *Durchführung des Technologietransfers* sind in Abbildung 52 dargestellt.

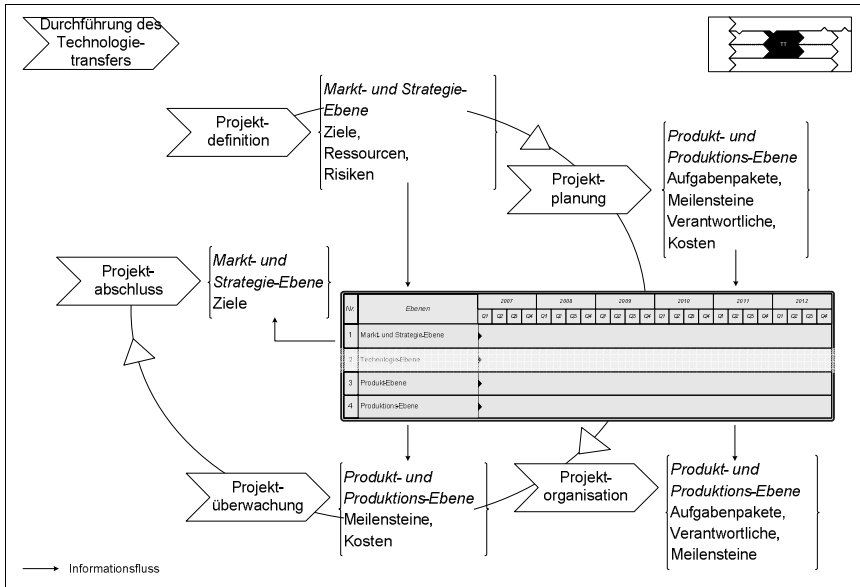


Abbildung 52: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Durchführung des Technologietransfers“

#### 4.2.5 Zusammenfassung

Der Prozess des Technologietransfers besteht aus den Subprozessen *Planung des Technologietransfers*, *Auswahl des Transferpartners*, *Durchführung von Verhandlungen* und *Durchführung des Technologietransfers*. Mit dem Abschluss des Technologietransferprojektes wird die Technologienutzung angestoßen. Die Zusammenhänge sind als Prozessmodell des Technologietransfers in Abbildung 53 dargestellt.

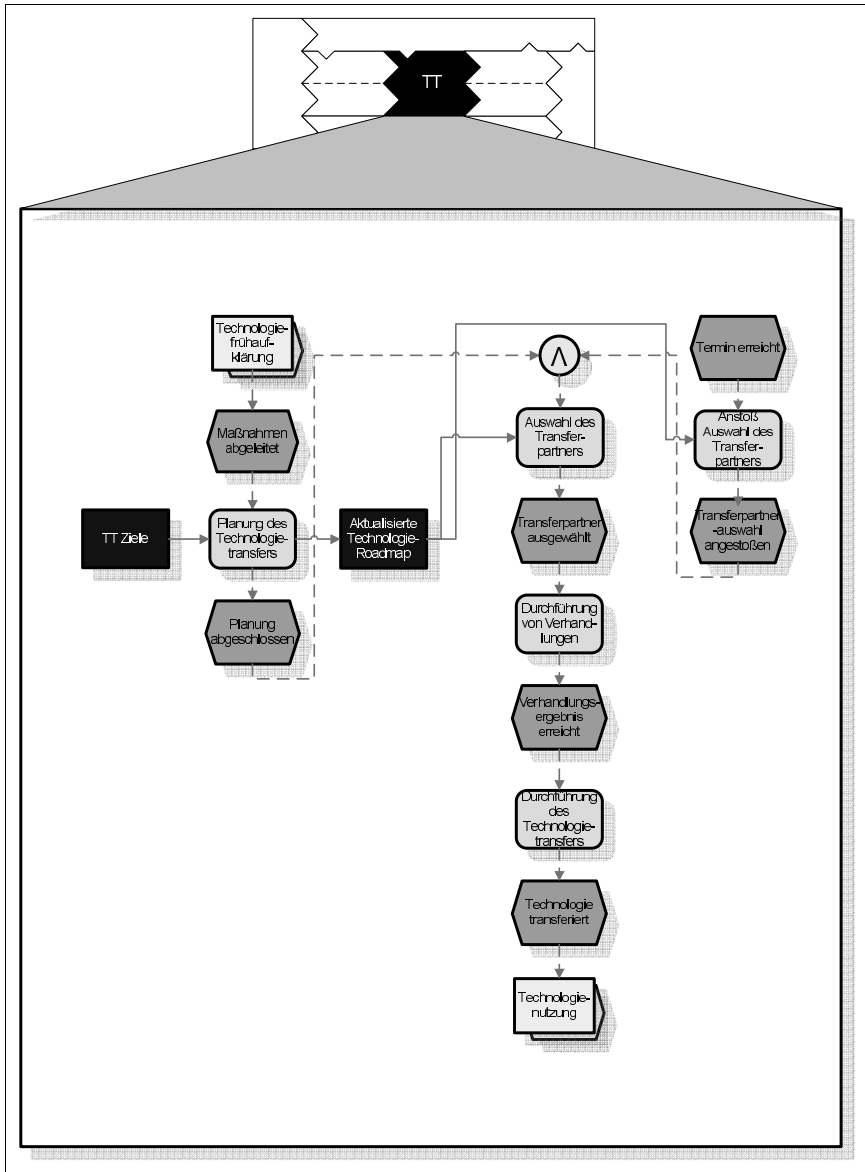


Abbildung 53: Prozessmodell des Technologietransfers

### 4.3 Prozessmodell der Technologienutzung

Nach dem Abschluss des Technologietransfers folgt der Subprozess *Technologienutzung*.

Die Nutzung der Technologie vollzieht sich bei einer Produkttechnologie im Rahmen der Produktentwicklung, bei einer Produktionstechnologie innerhalb der Produktion. Da die Prozesse der Produktentwicklung und der Produktion nicht Fokus dieser Arbeit sind, wird allgemein von der Technologienutzung gesprochen und auf die einschlägige Literatur verwiesen.<sup>291</sup> Die Input-Output-Beziehungen zur Technologie-Roadmap ist in Abbildung 54, der Zusammenhang zwischen Technologietransfer und Technologienutzung ist im Prozessmodell der Technologienutzung in Abbildung 55 dargestellt.

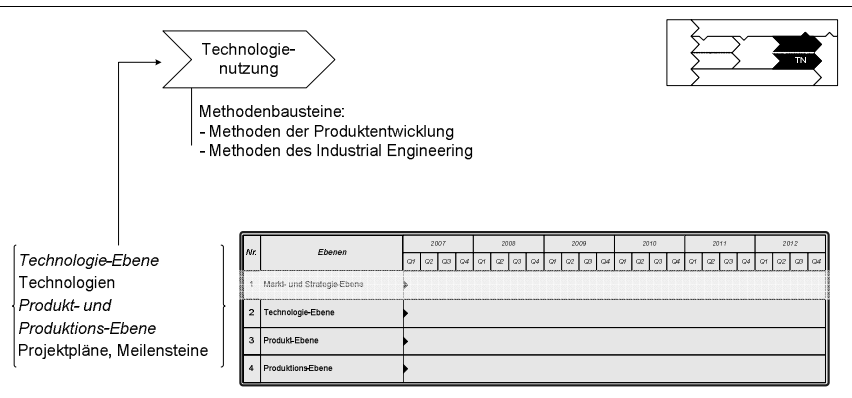


Abbildung 54: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Technologienutzung“

<sup>291</sup> vgl. zu Prozessen der Produktentwicklung (auch: Innovationsprozessen) die in Kapitel 2 aufgeführte Literatur; vgl. zu Produktionsprozessen: Spath, 1999, S. 10-1 ff.; Pritschow, 1999, S. 10-73 ff.; Spur, 1999, S. 11-1 ff.; Westkämper, 1999b, S. 13-1 ff.; Wiendahl, 1999, S. 14-1 ff.; Wildemann, 1999, S. 15-1 ff.



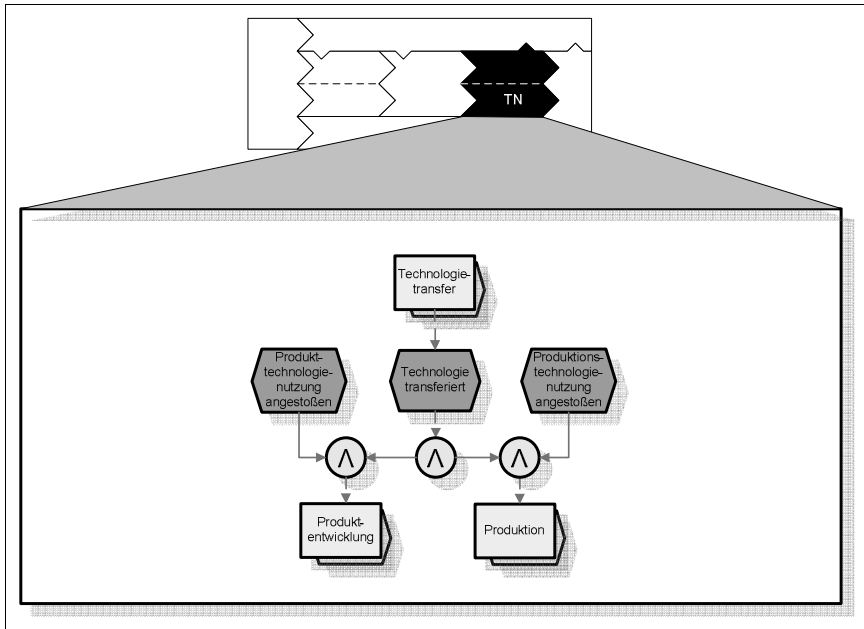


Abbildung 55: Prozessmodell der Technologienutzung

#### 4.4 Prozessmodell der strategischen Kontrolle

Im Rahmen des strategischen Technologiemanagements werden u.a. Ziele für den Technologietransfer definiert. Die Erreichung dieser Ziele wird entweder nach Abschluss des Technologietransfers oder nach der Durchsetzung von Teilen der Strategie kontrolliert. Dazu werden geplante, in der Technologie-Roadmap hinterlegte Ziele mit den tatsächlich realisierten Zielen verglichen.

Aus diesem Vergleich lassen sich einerseits Maßnahmen zum Gegensteuern ableiten, die direkten Einfluss auf die weitere Umsetzung der Strategie haben. Andererseits kann das Ergebnis des Vergleichs auch ergeben, dass die ursprünglichen strategischen Ziele angepasst werden müssen. Die entsprechend geänderten Ziele, Projektpläne und Meilensteine sowie die abgeleiteten Anpassungs- und Steuerungsmaßnahmen werden wiederum in der Technologie-Roadmap hinterlegt (siehe Abbildung 56). Abbildung 57 zeigt die Darstellung der Zusammenhänge im Prozessmodell der strategischen Kontrolle.

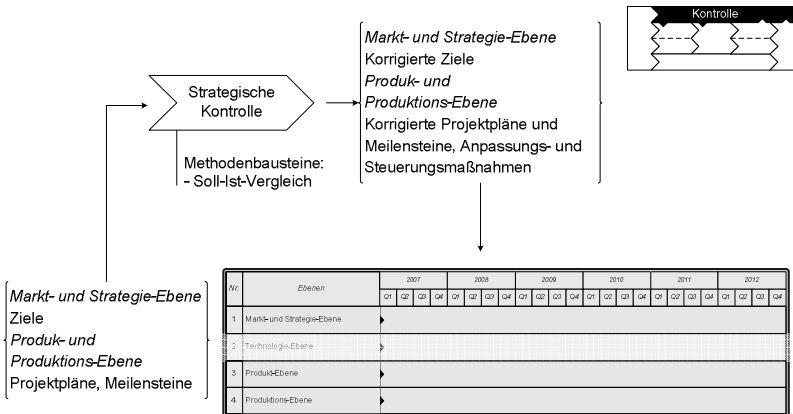


Abbildung 56: Input-Output-Beziehungen der Technologie-Roadmap im Subprozess „Strategische Kontrolle“

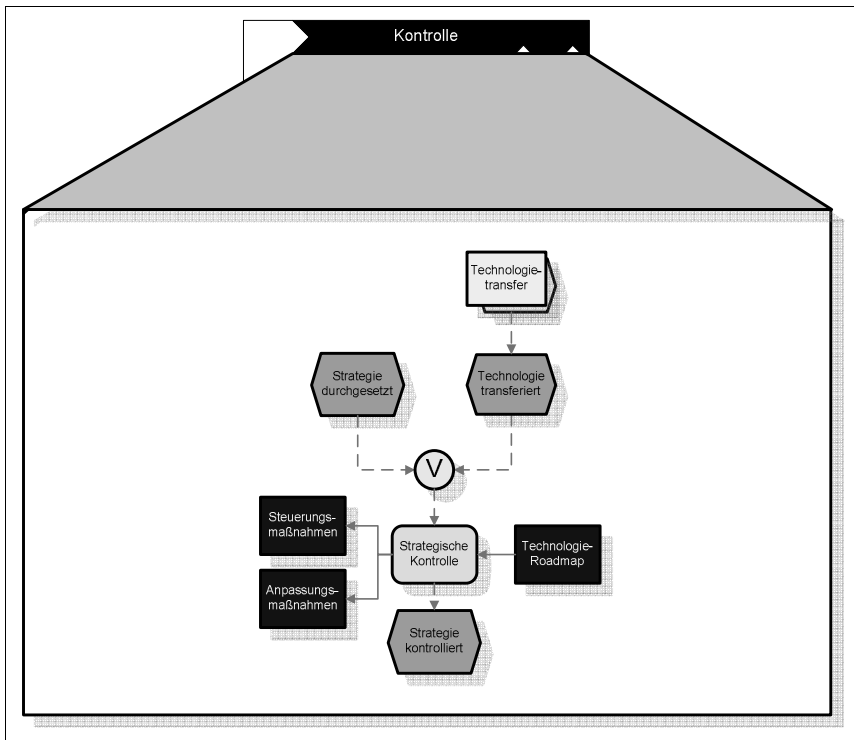


Abbildung 57: Prozessmodell der strategischen Kontrolle

## 4.5 Prozessintegration in das strategische Technologiemanagement

Der Ablauf des Technologietransfer-Managements ist in die übergeordneten Abläufe des strategischen Technologiemanagements integriert. Mit jedem neuen Makrozyklus, der z.B. jährlich erneut durchlaufen wird, beginnt zunächst der Prozess der Technologiefrühaufklärung, dessen Subprozess „Ortung“ wiederum mehrfach in Form eines Mikrozyklus durchlaufen wird. Die Ergebnisse der Technologiefrühaufklärung werden u.a. in Form von geplanten Aktivitäten in der Technologie-Roadmap abgelegt. Wird ein Termin erreicht, der den Startzeitpunkt von Technologietransferaktivitäten betrifft, wird der Technologietransfer angestoßen. Weitere Aktivitäten, die nicht im Zusammenhang mit dem Technologietransfer stehen, führen zu den Prozessen der strategischen Analyse, der Formulierung der Technologiestrategie und zu deren Durchsetzung.

Ist der Technologietransfer durchgeführt, folgt der Prozess der Technologienutzung, der je nach Technologie im Rahmen der Produktentwicklung oder der Produktion stattfindet. Als letzter Prozess des Makrozyklus des strategischen Technologiemanagements erfolgt die strategische Kontrolle, die einen Soll-/Ist-Vergleich von in der Technologie-Roadmap hinterlegten geplanten mit realisierten Aktivitäten beinhaltet. Als Ergebnis der Kontrolle können Steuerungsmaßnahmen die Durchsetzung der Strategie verbessern oder auch Anpassungsmaßnahmen zu einer Änderung der Strategie führen. Die Integration der Abläufe des Technologietransfer-Managements in das strategische Technologiemanagement ist in Form eines Prozessintegrationsmodells in Abbildung 58 dargestellt.

Das Prozessintegrationsmodell beschreibt die Ablaufstruktur und damit die dynamisch-zeitlichen Zusammenhänge des Technologietransfer-Managements und dessen Integration in die Prozesse des strategischen Technologiemanagements. Zur Modellierung wurde wiederum die Methode der „Ereignisgesteuerten Prozesskette (EPK)“ herangezogen.

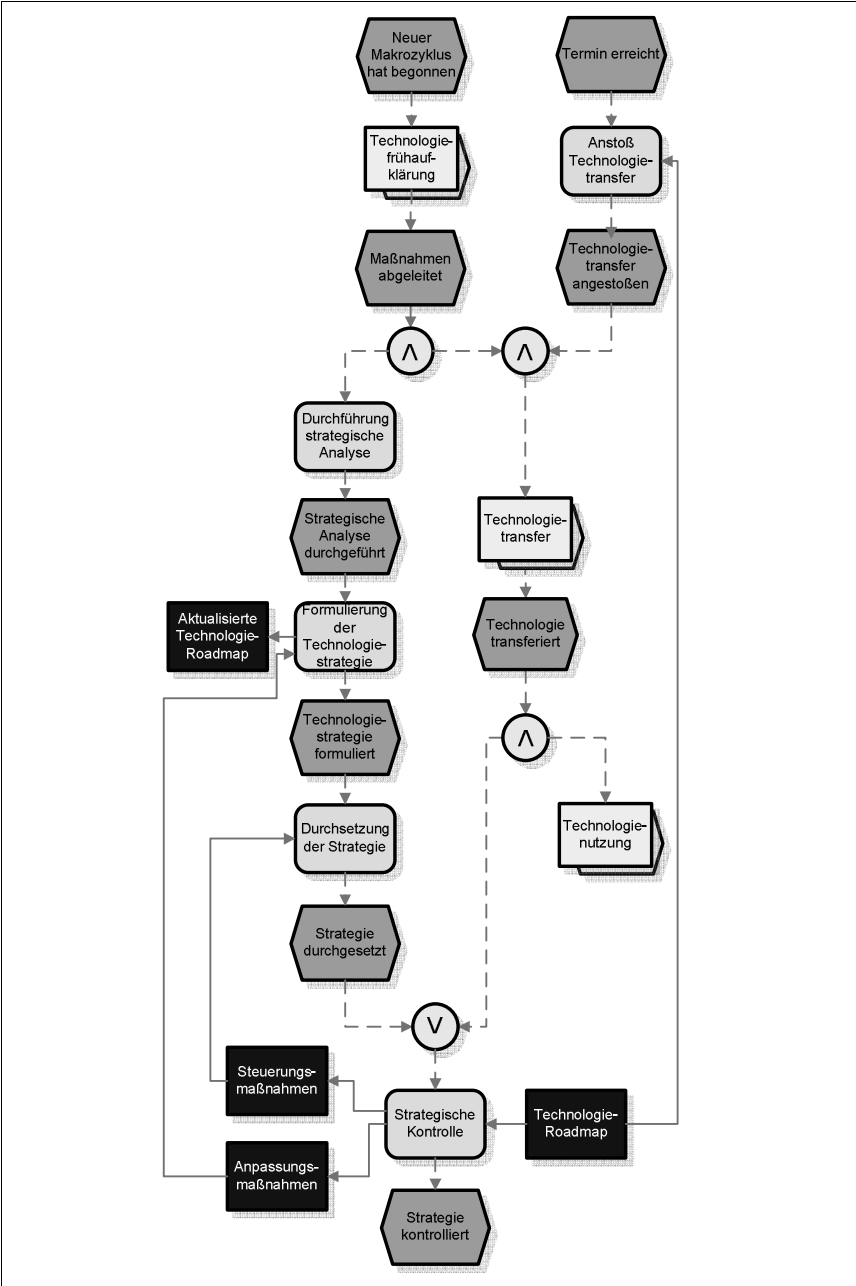


Abbildung 58: Prozessintegration in das strategische Technologiemanagement

## 4.6 Implementierung der Methodik

Die erstmalige Anwendung der Methodik für den interorganisationalen Technologietransfer erfolgt im Rahmen eines Projektes. Zur Implementierung der Methodik sind die folgenden Schritte zu durchlaufen.

### 4.6.1 Zielbildung

Zu Beginn des Projektes werden Ziele formuliert, die das Projekt leiten. Die Zielbildung umfasst dabei die Aspekte

- *Bestimmung des zu erreichenden übergeordneten Ziels:* Definition von wirtschaftlichen Zielen, z.B. Kostenführerschaft, Maximierung des Gewinns, marktlichen Zielen, z.B. Markt- oder Technologieführerschaft, Absicherung der Wettbewerbsposition, und ethischen oder sozialen Zielen
- *Festlegung des Untersuchungsbereichs:* Für welche Produkte oder Prozesse sollen neue Technologien genutzt werden oder wird mit Hilfe neuer Technologien eine übergeordnete Zielerreichung unterstützt? Zur Einführung der Methodik wird ein Pilotprojekt definiert, bei dem mit geringen Widerständen aus dem Unternehmen gerechnet werden kann.

Die Anforderungen an die Zielqualität sind z.B..<sup>292</sup>

- Messbarkeit anhand qualitativer und quantitativer Aussagen
- Ermöglichung einer Umsetzungsplanung anhand zeitlicher Aussagen
- Ermöglichung einer Zielerreichung anhand der Beschreibung angestrebter Ergebnisse
- Ermöglichung der Umsetzung anhand realistischer Vorgaben

Die Zielbildung wird von einem kleinen Team aus Geschäftsführung und dem oberen Management durchgeführt. Die formulierten Ziele dienen als Leitlinie für den gesamten folgenden Prozess. Sie sind möglichst flexibel zu gestalten, um Korrekturen aufgrund der Erfahrungen aus dem Projektablauf zu ermöglichen.

### 4.6.2 Bildung der Teams

Für die Durchführung des Projektes werden verschiedene Teams benötigt, das Kernteam, das Projektteam und die Technologie-Scouts<sup>293</sup>, die durchaus auch externe Mitarbeiter sein können. Darüber hinaus gibt es noch die Gruppe der Projektmitarbeiter, die nicht direkt in das Projekt mit eingebunden sind, jedoch vereinzelt, je nach Bedarf, aufgrund ihres fachspezifischen Know-hows hinzugezogen werden können. Werden im Unternehmen mehrere Projekte gleichzeitig durchgeführt, so ist es darüber hinaus üblich, einen hochrangig besetzten Lenkungsausschuss einzusetzen, der eine hohe Entscheidungskompetenz hat, Projekte beurteilt und priorisiert, Ressourcen freigibt und Konflikte löst.<sup>294</sup> Für die erstmalige Einführung der Methodik bietet es sich an, externe Methodenexperten hinzuzuziehen. Diese können aufgrund ihres fachübergreifenden Know-hows, ihrer profunden Methodenkompetenz und ihrer Erfahrungen im Projektmanagement maßgeblich zum Erfolg

---

<sup>292</sup> vgl. Meindl, 2003, S. 1250

<sup>293</sup> siehe Kapitel 4.1.2

<sup>294</sup> vgl. Horsch, 2003, S. 186 f.

des Projektes beitragen.<sup>295</sup> Einen Überblick über die Projektbeteiligten gibt Abbildung 59.

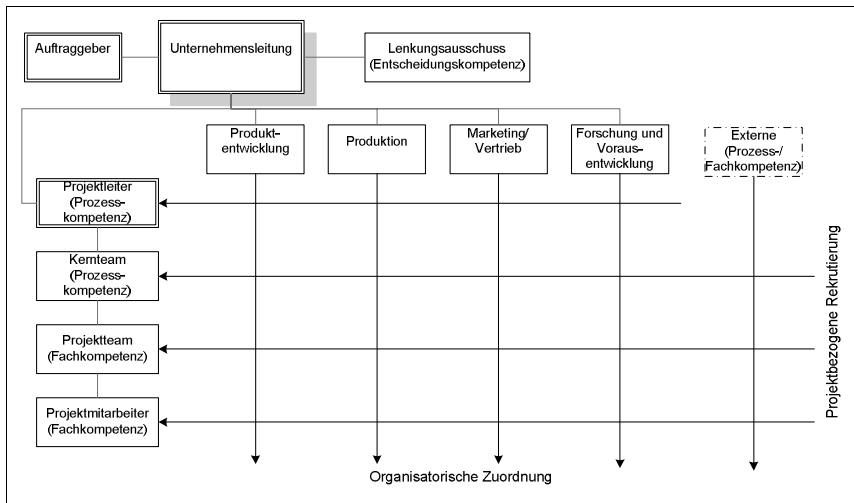


Abbildung 59: Projektbeteiligte

*Bildung des Kernteams und Auswahl eines Pilotprojektes.*<sup>296</sup> Das Kernteam ist für die Durchführung des Technologietransfer-Projektes verantwortlich. Es setzt sich aus ein bis zwei Personen zusammen, welche einerseits Erfahrungen mit der Anwendung der Methodik und andererseits Erfahrungen mit den in der Technologie-Roadmap zu betrachtenden Produkten haben.

*Zusammenstellung des Projektteams:* Die Technologie-Roadmap wird in einem interdisziplinären Team gemeinsam erarbeitet. Dieses Projektteam setzt sich aus dem Kernteam und Mitarbeitern verschiedener Unternehmensbereiche, überwiegend aus der Produktentwicklung und der Produktion, zusammen. Darüber hinaus können Mitarbeiter aus dem Marketing, dem Vertrieb oder anderer Abteilungen in die Erstellung der Technologie-Roadmap mit einbezogen werden. Verfügt das Unternehmen über ein eigenes Patentwesen, so leisten diese Mitarbeiter aufgrund ihrer Erfahrungen insbesondere bei der Recherche wertvolle Hilfe.<sup>297</sup>

*Benennung von Technologie-Scouts:* Die Technologie-Scouts sind im Rahmen der Technologiefrühaufklärung dafür verantwortlich, Informationen zu Technologieentwicklungen zu sammeln, zusammenzufassen und dem Projektteam darzustellen. Diese Scouts können sich aus dem Vertriebsnetz, aus Auslandsgesellschaften oder aus sonstigen Unternehmensbereichen rekrutieren.

#### 4.6.3 Erstellung von Mitarbeiterinformationen

Der Abbau möglicher Barrieren bei den Beteiligten im Technologietransfer wird u.a. durch die

<sup>295</sup> vgl. Laube, 2005a, S. 331

<sup>296</sup> vgl. Laube, 2005a, S. 330 ff.

<sup>297</sup> vgl. Laube, 2005a, S. 332

Umwandlung von subjektiven in objektive Bewertungen erreicht.<sup>298</sup> Hierzu haben sich in der Praxis so genannte Mitarbeiterinformationen als äußerst hilfreich erwiesen. Die frühzeitige Einbindung von Mitarbeitern fördert die Bereitschaft, Maßnahmen und Veränderungen zu verstehen und mitzutragen, und schafft eine breite Akzeptanz bei den Mitarbeitern für das Projekt.<sup>299</sup>

*Ermittlung des Informationsbedarfes:* Zunächst muss Klarheit über die Art und den Umfang der Informationen geschaffen werden, die an die Mitarbeiter verteilt werden sollen.

*Erstellung und Verteilung von Informationen für die Mitarbeiter:* Zum Erfolg des Technologie-Roadmap Projektes trägt in entscheidendem Maße auch eine gründliche Vorbereitung der Projektteammitglieder bei. Vor Beginn der Erarbeitung der Technologie-Roadmap muss Klarheit über die Methodik und das Vorgehen sowie über die spätere Verwendung der zu erarbeitenden Inhalte herrschen. Die involvierten Mitarbeiter müssen für die Bedeutung des Projektes sensibilisiert sein und sich mit dem Projekt identifizieren können. Die Informationen können zum Beispiel mittels einer im Unternehmen verteilten Informationsbroschüre kommuniziert werden. Diese Broschüre enthält aussagekräftige und kurz gefasste Informationen bezüglich der Projektziele, des Vorgehens, der Spielregeln im Projekt, der erwarteten Ergebnisse und der Ansprechpartner.

#### **4.6.4 Durchführung von Vorabgesprächen**

Als Vorbereitung auf den weiteren Prozess werden ausführliche Interviews mit den Verantwortlichen aus den Geschäftsbereichen, der Produktentwicklung, der Produktion, dem Marketing, dem Vertrieb und anderen relevanten Bereichen geführt.<sup>300</sup> Die Informationssammlung per standardisiertes Interview, z.B. anhand eines Gesprächsleitfadens, schafft Akzeptanz für das Projekt und dient inhaltlich dazu, das Projekt zu erläutern und auf Fragen und Wünsche einzugehen.

#### **4.6.5 Durchführung eines Kick-off Meetings**

Beim Kick-off Meeting werden das Projekt dem Projektteam vorgestellt und erläutert sowie mögliche Fragen beantwortet. Zum Abbau eventuell mangelnder Akzeptanz eines später durchzuführenden Technologietransfers und zur Erhöhung der Motivation der Beteiligten ist es erforderlich, zunächst ein so genanntes „commitment“<sup>301</sup> zu der Entscheidung, einen Technologietransfer durchführen zu wollen, von den Beteiligten einzuholen.<sup>302</sup>

#### **4.6.6 Ist-Analyse**

Im Rahmen der Ist-Analyse werden die im Unternehmen vorhandenen Technologien priorisiert und mit Hilfe eines Technologieportfolios<sup>303</sup> bewertet. Aus der relativen Position der Technologien im Technologieportfolio können bereits erste Maßnahmen abgeleitet werden.

---

<sup>298</sup> vgl. Rothholz, 1986, S. 168; Rothholz macht diesen Vorschlag auf Basis des entscheidungstheoretischen Ansatzes der Konflikttheorie nach Janis: Janis, 1959, S.199

<sup>299</sup> vgl. Stoss, 2003, S. 1237

<sup>300</sup> vgl. Laube, 2005a, S. 333

<sup>301</sup> Anm.: „commitment“ meint in diesem Zusammenhang eine freiwillige und offen ausgesprochene Selbstverpflichtung der Beteiligten

<sup>302</sup> vgl. Rothholz, 1986, S. 169

<sup>303</sup> Anm.: zur Technologieportfolio-Methode wird auf die einschlägige Literatur verwiesen; vgl. Pfeiffer, 1989; Michel, 1990; Pfeiffer, 1991; Wolfrum, 1992a; Wolfrum, 1992b; Osterloh, 1994; Pfeiffer, 2006

#### **4.6.7 Durchführung der Technologiefrühaufklärung**

Der Prozess der Technologiefrühaufklärung ist bei der erstmaligen Einführung des Technologietransfer-Managements so wie beim kontinuierlichen Einsatz durchzuführen. Es wird an dieser Stelle auf die Erläuterungen in Kapitel 4.1 verwiesen.

#### **4.6.8 Planung des Technologietransfers**

Die Transferplanung als Subprozess des Technologietransfers ist ebenso wie beim kontinuierlichen Einsatz der Methodik durchzuführen (siehe Kapitel 4.2.1).

#### **4.6.9 Kontinuierliche Pflege und zyklische Überarbeitung**

Sind alle Tätigkeiten für die Entwicklung der Technologie-Roadmap durchgeführt, muss ein Prozess der kontinuierlichen Pflege und der zyklischen Überarbeitung die Nachhaltigkeit der entwickelten Technologie-Roadmap sicherstellen. Es wird hierzu ein Prozess benötigt, der die stetige Aktualität der Technologie-Roadmap gewährleistet. Nur so eignet sich das Technologie-Roadmapping als Werkzeug des Managements zur Vorbereitung, Planung, Durchführung und Kontrolle des Technologietransfers. Hierzu muss das Unternehmen die Technologie-Roadmap kontinuierlich pflegen und auch zyklisch überarbeiten. Sich ergebende Änderungen müssen stets in die Technologie-Roadmap übernommen werden.

Änderungen, welche kontinuierlich ergänzt werden müssen, können z.B. sein:

- Management-Entscheidungen zu Markteintrittszeitpunkten von Produkten
- Terminverzug wegen Problemen bei der Versuchsdurchführung
- Technologie-Sprünge in der Forschung
- Wechsel von Projektverantwortlichen

Neben der kontinuierlichen Pflege der Technologie-Roadmap bedarf es darüber hinaus einer zyklischen Überarbeitung (siehe Abbildung 60). Da die dargestellten Ziele und Aktivitäten für einen in der Zukunft liegenden Zeitraum von ein bis sechs Jahren abgebildet werden sollen, muss nach Ablauf jedes Planungsintervalles (Makrozyklus) der Abbildungsfokus der Technologie-Roadmap um ein weiteres Planungsintervall in die Zukunft verschoben werden. Das erste in der Technologie-Roadmap abgebildete Jahr geht dann von der strategisch-taktischen in die operative Planung über. Der Zeitaufwand ist bei dieser „Erneuerung“ der Technologie-Roadmap vergleichsweise gering, da nur noch Änderungen in die Technologie-Roadmap eingepflegt werden müssen.

Sowohl für die kontinuierliche Pflege als auch für den Anstoß zur zyklischen Überarbeitung hat es sich in der Praxis bewährt, einen so genannten Owner der Technologie-Roadmap zu benennen. Der Owner ist dafür verantwortlich, dass die Daten in der Technologie-Roadmap stets aktuell sind und startet den Prozess der Überarbeitung zu Beginn jedes neuen Makrozyklus (sowie das Scanning zu Beginn jedes neuen Mikrozyklus). Der Prozess der zyklischen Überarbeitung ist in Abbildung 60 dargestellt.



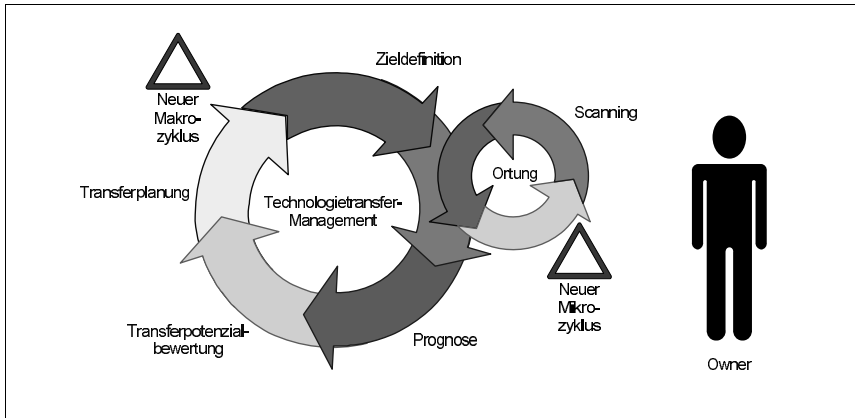


Abbildung 60: Prozess der zyklischen Überarbeitung der Technologie-Roadmap

#### 4.7 Zwischenfazit: Zusammenfassung der Methodik

Mit Hilfe der entwickelten Methodik werden sowohl die Technologie- als auch die Marktsicht in die strategische Technologieplanung integriert. Die Technologie-Roadmap macht das über mögliche zukünftige technologische Entwicklungen generierte strategische Wissen im Unternehmen transparent, wobei für die Anwendung der Methodik wenige Ressourcen benötigt werden.

Das 4-Ebenen-Modell der Technologie-Roadmap unterstützt eine bereichsübergreifende Kommunikation und ermöglicht eine zielorientierte Abstimmung von Produkt- und Technologieplanung. Der flexibel gestaltete Prozess ermöglicht weiterhin die Integration der Methodik in die bei den tkMÜ vorhandenen Prozesse. Mit Hilfe der Technologie-Roadmap-Methodik wird nicht nur ermöglicht, den Technologietransfer langfristig zu planen und umzusetzen, sondern darüber hinaus lässt sich auch eine Kontrolle der strategischen Aktivitäten durchführen. Zusammenfassend unterstützt die entwickelte Methodik das Technologietransfer-Management in allen Managementaufgaben, von der Planung bis zur Umsetzung und Kontrolle.

Damit wurden in der Konzeption der Methodik in Kapitel 1 und in der daran anschließenden Detaillierung in Kapitel 1 alle Anforderungen an eine für tkMÜ geeignete Methodik für den Technologietransfer bezüglich einer höheren Technologieorientierung, eines geringen Ressourcenbedarfs, einer Unterstützung der Kommunikation und einer Integration der Prozesse systematisch umgesetzt. Neben den Aufgaben bei einer zyklisch wiederkehrenden Anwendung wurde darüber hinaus auf die Besonderheiten bei der erstmaligen Einführung der Methodik in tkMÜ eingegangen. Die Entwicklung der Methodik ist damit abgeschlossen. Im folgenden Kapitel werden die praktische Anwendbarkeit und der Nutzen der Methodik anhand von zwei Fallbeispielen nachgewiesen.

## 5 Anwendung der Methodik in der Praxis

Die entwickelten Modelle müssen aus wissenschaftstheoretischer Sicht an der Realität überprüft und dazu die praktische Anwendbarkeit der Modelle im Anwendungszusammenhang der Praxis demonstriert werden.<sup>304</sup> Dies geschieht nachfolgend anhand zweier Beispiele, zum einen am Beispiel des von der Europäischen Kommission geförderten Projektes NanoRoadSME und zum anderen am Beispiel eines Projektes mit einem technologieorientierten mittelständischen Hersteller von Prozesssensoren.

### 5.1 Methodikanwendung im EU Projekt NanoRoadSME

Das erste Fallbeispiel zeigt die Erfahrungen mit der Methodikanwendung im von der EU geförderten Projektes NanoRoadSME.<sup>305</sup> Im Rahmen des Projektes wurden zu ausgesuchten Technologien so genannte Forschungs-Roadmaps auf Basis von Forschungsprojekten und -ergebnissen, Patent- und Literaturanalysen sowie Expertenbefragungen erstellt und diese dann aufbereitet Unternehmen zur Verfügung gestellt, um wiederum unternehmensspezifische Technologie-Roadmaps zu erstellen (Siehe Abbildung 61). Es wurde damit das Ziel verfolgt, kmUs bei der Identifikation und Chancen-Risiken-Abschätzung von potenziellen Geschäftsfeldern im Bereich Nanomaterialien zu unterstützen.

Zur Erstellung der Forschungs-Roadmaps wurde ein interdisziplinäres Team aus insgesamt 14 Partnern aus Forschung, Mittelstandsförderung und Technologie-Roadmapping-Experten zusammengestellt. Durch dieses Projektteam wurden zunächst die Anforderungen an die zu entwickelnden Forschungs-Roadmaps anhand einer Befragung von etwas mehr als 380 europäischen kmUs durchgeführt. Dabei wurden Erfolgsfaktoren und Hemmnisse beim Einsatz von Nanomaterialien identifiziert. Die wichtigsten Erfolgsfaktoren für die Unternehmen, die bereits mit Nanomaterialien arbeiten, sind:

- Materialeigenschaften (78%)
- Qualitätsverbesserung (47%)
- Kooperationen mit anderen Unternehmen (37%)
- Kooperationen mit Forschungsorganisationen (33%)

Die vier wichtigsten Hindernisse bei der Anwendung von Nanomaterialien durch kmUs sind:

- Produktionsprozess-technologie (41%)
- Preis-/Leistungs-Verhältnis (37%)
- Informationen über Forschungsergebnisse (33%)
- Marktvolumen (18%)

Anschließend wurde der Stand der Technik in dem untersuchten Technologiefeld recherchiert und dessen zukünftige Entwicklung prognostiziert und dokumentiert.

Die betrachteten etwa hundert Nanomaterialien lassen sich folgenden Kategorien zuordnen:

1. Kohlenstoff-basierte Nanomaterialien

---

<sup>304</sup> vgl. Ulrich, 1984, S. 175

<sup>305</sup> vgl. Loeffler, 2005

2. Keramik
3. Metalle und Verbindungen
4. Polymere
5. Biologische Nanomaterialien
6. Composite
7. Glas

Für jede der sieben Nanomaterial-Kategorien wurde ein strukturierter Bericht erstellt, der alle wichtigen Informationen bestehender Studien und nationaler Projekte, Patente, Interviews mit Experten sowie eine Literaturübersicht beinhaltet.

Die Forschungs-Roadmaps zu den sieben Nanomaterial-Kategorien gaben den aktuellen Stand der Technik bezüglich allgemeiner Tendenzen, Eigenschaften der relevanten Materialien und mögliche Anwendungen wieder.

Gleichzeitig wurden die Einflüsse und die möglichen Auswirkungen auf Anwendungen in den relevanten Branchen untersucht. Die erarbeiteten Informationen wurden in einer eigens entwickelten internetfähigen Datenbank abgelegt.

In der letzten Projektphase wurde der Wissenstransfer zwischen Forschung und Industrie exemplarisch anhand von Fallstudien mit neun tkmU hergestellt. Anhand dieser Fallstudien wurde der Nutzen für die fokussierten tkmU bewertet. Es erwies sich, dass das Verfahren dazu geführt hat, dass die tkmU für das neue Technologiefeld Nanomaterialien sensibilisiert wurden und damit auch gegenüber einer teilweise starken Marktorientierung eine verstärkte Technologieorientierung in die Produktplanung eingebracht wurde. Das Ergebnis waren unternehmensspezifische Technologie-Roadmaps, mit deren Hilfe der Technologietransfer langfristig geplant werden konnte.

Die Erfahrungen mit der Methodik zeigen, dass das Verfahren sehr gut geeignet ist, Informationen zu neuen Technologien systematisch aufzubereiten und im Unternehmen transparent zu machen. Die Verknüpfung von Unternehmensstrategien mit Produkten und Technologien sowie resultierenden Maßnahmen wurde von den tkmU als besonders nützlich bewertet.

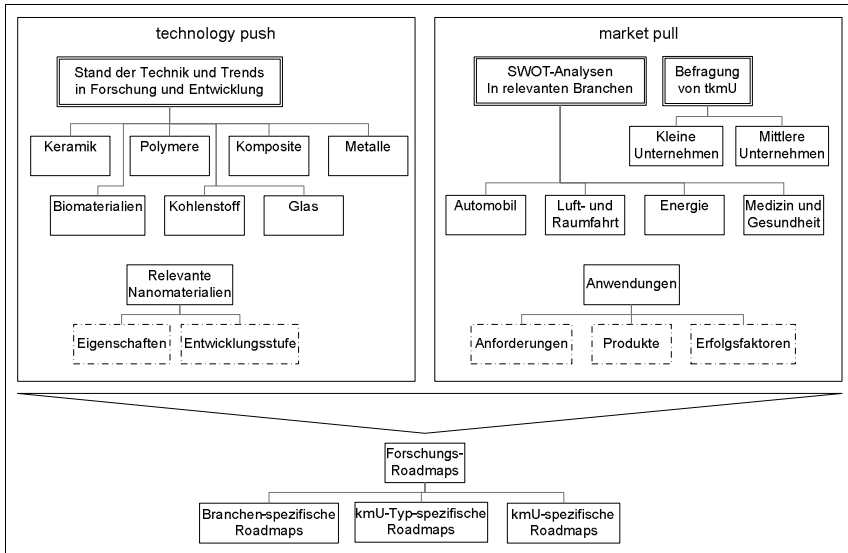


Abbildung 61: Zusammenführung von technology push und market pull im Projekt NanoRoadSME<sup>306</sup>

## 5.2 Methodikanwendung bei einem technologieorientierten kmU

In einem Projekt mit einem mittelständischen Unternehmen wurde die Methodik anhand eines Pilotprojektes angewendet. Das Unternehmen hat eine für kmU typische gewachsene Struktur. D.h. im Laufe der letzten Jahre wurden kleiner Unternehmen bzw. Geschäftseinheiten hinzugekauft. Die einzelnen Geschäftseinheiten sind relativ eigenständig und entwickeln und vertreiben jeweils eine Produktgruppe und stellen diese auch selbständig her. Das Unternehmen gehört zur Spitzengruppe der Anbieter von Messgeräten und Automatisierungslösungen für die industrielle Verfahrenstechnik. Zu den Produkten gehören Sensoren und Messgeräte zur Bestimmung von Druck, Temperatur, Durchfluss, Füllstand ... und die Weiterleitung dieser Informationen an hochentwickelte Steuertechnologie. Die Produkte kommen hauptsächlich in Raffinerien, chemischen Anlagen, kleinen Brauereien und großen Abwasseraufbereitungsanlagen zum Einsatz.

Um Synergiepotenziale zu nutzen, sollte die Methodik das Unternehmen u.a. dabei unterstützen, zu Plattformkonzepten zu gelangen und die geschäftsbereichsübergreifende Zusammenarbeit zu fördern. Zwei weitere Ziele die mit dem Projekt verfolgt wurden, waren einerseits die Anpassung der Methodik an die Bedürfnisse des Unternehmens und die daraus resultierende Entwicklung eines Standards. Andererseits sollte mit dem Projekt die Methodik im Rahmen eines Pilotprojektes angewendet und auch validiert werden.<sup>307</sup> Für die Technologie-Roadmap wurde eine Struktur mit Strategie-, Produkt- und Technologie-Ebene sowie Ebenen für die einzelnen Geschäftsbereiche und eine Ebene für gemeinsame

<sup>306</sup> vgl. Schwandner, 2005, S. 157

<sup>307</sup> vgl. Laube, 2004b

Aktivitäten festgelegt.

Das Vorgehen gliederte sich in folgende Schritte:

- Bildung des Kern- und Projektteams
- Auswahl des Pilotthemas (In diesem Fall eine für das Unternehmen neue Technologie)
- Erstellung und Verteilung von Informationen für die Mitarbeiter (Projektinformation)
- Ermittlung der (Kern-)Kompetenzen in den einzelnen Geschäftsbereichen
- Durchführung einer Technologierecherche und Aufbereitung der Ergebnisse in Form von Technologie-Szenarien
- Ermittlung der zukünftig notwendigen Kompetenzen in den Geschäftsbereichen
- Zusammenführung und Visualisierung der Ergebnisse
- Validierung und Definition eines unternehmensspezifischen Standards

Zum Auftakt des Projektes wurden geschäftsbereichsübergreifend Ziele und Maßnahmen im Zusammenhang mit der neuen Technologie definiert und der Strategie-Ebene der Unternehmens-Roadmap hinterlegt. In einem zweiten Schritt wurden dann in den einzelnen Geschäftsbereichen Kernkompetenzanalysen durchgeführt. Parallel dazu startete man mit einer Technologierecherche, dessen Ergebnisse in der Technologie-Ebene hinterlegt wurden. Die Ergebnisse der Kernkompetenzanalyse und der Technologierecherche wurden im nächsten Schritt in die Erarbeitung geschäftsbereichsspezifischer Roadmaps eingebracht. Die einzelnen Teil-Roadmaps wurden schließlich in die Unternehmens-Roadmap integriert, wobei in diesem Schritt Synergiepotenziale identifiziert werden.

Der Nutzen der Methodik lag insbesondere darin, dass ausgehend von der *Strategie-Ebene* die *Technologie-Ebene* zielorientiert und damit mit wenig Zeitaufwand recherchiert werden konnte. Vorhandene Synergiepotenziale zwischen den Geschäftsbereichen wurden aufgrund der transparenten Darstellung der einzelnen Teil-Roadmaps offensichtlich. So konnte die Zusammenarbeit der Geschäftsbereiche deutlich verbessert werden.

Als Ergebnis lag eine unternehmensspezifische Technologie-Roadmap vor, mit der der systematische Einstieg in eine neue Technologie langfristig geplant und umgesetzt werden konnte (Siehe Abbildung 62).

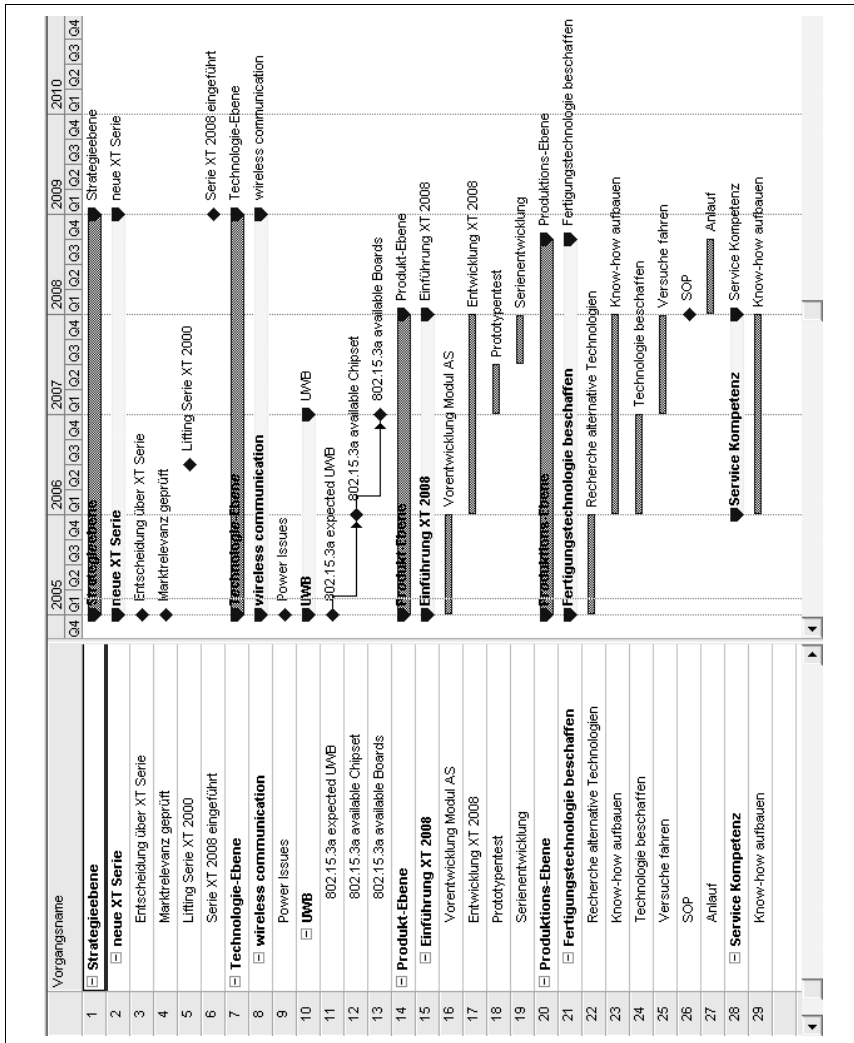


Abbildung 62: Anonymisierte Darstellung der unternehmensspezifischen Technologie-Roadmap mit MS Project<sup>308</sup>

<sup>308</sup> vgl. Schwandner, 2005, S. 157

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Besonders deutsche Unternehmen sind gezwungen, qualitativ hochwertige Produkte zu marktgerechten Preisen anzubieten, um so langfristig ihre Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Dabei nimmt die vorausschauende Identifizierung, Einführung und Anwendung neuer Produkt- und Produktionstechnologien sowie eine damit verbundene strategische Ausrichtung des Technologiemanagements zunehmend eine entscheidende Rolle ein. Eine Synthese von markt- und technologieorientierter Planung durch das Zusammenwirken von market pull (Marktorientierung) und technology push (Technologieorientierung) hilft dabei, gleichermaßen sowohl die zukünftigen Anforderungen des Marktes als auch technologische Weiterentwicklungen zu berücksichtigen. Da kleine und mittlere Unternehmen (kmU) selbst kaum Grundlagenforschung betreiben, sind gerade sie in entscheidendem Maße von den Forschungen an Universitäten und außeruniversitären Instituten abhängig, womit der Technologietransfer zum wichtigsten Instrument für die Vorbereitung von Innovationen wird.

Gerade bei langfristig angelegten technologischen Innovationen stoßen kmU allerdings wegen ihrer größenbedingten Nachteile auf Ressourcendefizite. Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung zeigt, dass dieser Mangel an Ressourcen von 51% der Befragten Unternehmen als das größte Hemmnis bei der Ausübung eines strategischen Technologiemanagements gesehen wird. 41% der Befragten benannten die fehlende methodische Unterstützung als ein weiteres Hemmnis für das strategische Technologiemanagement. Dies liegt u.a. darin begründet, dass die Planungsinstrumente für das strategische Technologiemanagement in der Regel für Großunternehmen konzipiert sind, weshalb es ihnen an einer konkreten Bezugnahme auf die Bedürfnisse kleiner und mittlerer Unternehmen fehlt.

Aber auch das fehlende Wissen über technologische Entwicklungen wurde von den Befragten (38%) als ein Hemmnis im Zusammenhang mit dem strategischen Technologiemanagement genannt. Bei kmU sind Methoden für die Prognose weitgehend unbekannt oder werden nicht genutzt. Die Implementierung ausgewählter Methoden der Technologiefrühaufklärung und des Technologietransfers in den Unternehmen stellt heute ein noch weitgehend unbearbeitetes Forschungsfeld dar.

Die Problemstellung, die als Ausgangsbasis für diese Arbeit dient, lässt sich wie folgt zusammenfassen: Es ist keine Methodik für den Technologietransfer in der Literatur beschrieben. Kleine und mittlere Unternehmen leiden an einer mangelnden Technologieorientierung. Bekannte Technologiemanagement-Methoden haben einen hohen Ressourcenbedarf. Die Kommunikation zwischen Unternehmensbereichen wird von zur Verfügung stehenden Methoden ungenügend unterstützt. Methoden sind zu wenig in die Prozesse des strategischen Managements integriert.

Die Anforderungen an die Methodik lassen sich abgeleitet aus der Problemstellung wie folgt zusammenfassen: Die Methodik soll sowohl die Markt- als auch die Technologiesicht integrieren sowie strategisches Wissen über technologische Entwicklungen transparent machen. Dabei soll die Methodik wenig komplex und mit geringem Aufwand anwendbar sein, um die in kmU knappen Ressourcen zu schonen. Die Kommunikation zwischen verschiedenen Unternehmensbereichen soll unterstützt und eine abgestimmte Produkt- und Technologieplanung ermöglicht werden. Letztendlich soll die Methodik sowohl den Technologietransfer als auch das Management ganzheitlich von der Planung über die Umsetzung bis hin zur Kontrolle unterstützen. Dabei soll die Methodik flexibel gestaltet und in vorhandene Prozesse des strategischen Technologiemanagements integrierbar sein.

Die Zielsetzung dieser Arbeit war es, eine speziell auf die Anforderungen von kmU zugeschnittene Methodik für den Technologietransfer zu entwickeln. Zu Beginn wurde die

Hypothese vertreten, dass die Technologie-Roadmap-Methode als bereits vielseitig eingesetztes Instrument im strategischen Technologiemanagement für diese Aufgabenstellung geeignet sei. Weiterhin wurde aufgezeigt, dass die Technologiefürhaufklärung als unerlässliches Hilfsmittel für die langfristige Planung des Technologietransfers in die Lösung integriert werden müsse. Es wurden deshalb zunächst der Stand der Technik der Technologiefürhaufklärung und des Technologietransfers sowie unterschiedlicher Ansätze zum Technologie-Roadmapping analysiert und bewertet.

Die Arbeit fokussiert auf den interorganisationalen Technologietransfer in kleinen und mittleren Unternehmen, also den Technologietransfer von externen Technologiegebern hin zu Unternehmen. Diese Unternehmen sollen darüber hinaus technologieorientiert sein, um damit grundlegende Innovations- und Technologiemanagement-Prozesse voranzusetzen.

Um den bisher überwiegend operativ ausgelegten Technologietransfer strategisch auszurichten, bedarf es eines zusätzlichen strategischen Instruments, der Technologiefürhaufklärung. Diese wurde in die Methodik integriert. Im Anschluss an den Technologietransfer folgt die Nutzungsphase. Für alle drei Aspekte, der Technologiefürhaufklärung, des Technologietransfers und der Technologienutzung, wurde das Modell des Technologietransfer-Managements entwickelt.

Im Rahmen der Konzeption der Methodik wurde zunächst das Technologietransfer-Management systemorientiert analysiert. Es zeigte sich, dass sowohl alle drei Aspekte als auch die Methode Technologie-Roadmapping als Subsysteme mit ähnlichen Elementen modelliert werden können, womit sich eine Integrationsfähigkeit ableiten lässt. Aufbauend auf der systemischen Analyse wurde sowohl ein anforderungsgerechtes Aufbaustruktur- als auch Ablaufstrukturmodell, das Prozessmodell, entworfen. Das Aufbaustrukturmodell beschreibt detailliert die Elemente der Subsysteme und definiert die Inhalte der Technologie-Roadmap als Basis einer unternehmensspezifischen Ausprägung.

Für die Entwicklung des Prozessmodells wurde jeder Prozess anhand von Subprozessen detailliert und die Zusammenhänge zu vor- und nachgelagerten Subprozessen anhand von Input-Output-Beziehungen sowie den verwendeten Methodenbausteinen beschrieben. Für die daran anschließende Integration der Modelle in das strategische Technologiemanagement wurde die Methode „Ereignisorientierte Prozesskette“ (EPK) herangezogen.

Bei der Detaillierung der Methodik wurden die Prozesse und Subprozesse weiter konkretisiert und mit Hilfe der EPK-Methode ausmodelliert. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die jeweiligen Zusammenhänge von Subprozess und Technologie-Roadmap gelegt. Zur Bewertung relevanter Technologien bezüglich ihrer Eignung für den Technologietransfer wurde darüber hinaus der Methodenbaustein Technologietransfer-Portfolio entwickelt. Zum Abschluss der Detaillierung der Methodik wurde auf die Besonderheiten bei der erstmaligen Einführung der Methodik in KMU eingegangen.

Der praktische Nutzen wurde abschließend anhand von zwei Fallstudien, der Anwendung der Methodik in einem von der Europäischen Kommission geförderten internationalen Projekt und der Anwendung bei einem KMU, nachgewiesen. Dabei wurde insbesondere auf den Nutzen der Methodik und auf die Erfahrungen bei der Anwendung eingegangen.

Welche Rolle z.B. die Nutzungsphase für das Technologietransfer-Management spielt oder wie das Technologietransfer-Management in Unternehmensnetzwerken umgesetzt werden kann, bleibt Aufgabe weiterer Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet. Besonders die Anwendung des Technologie-Roadmapping in internationalen Konzernen und der damit verbundene *intra*organisationaler Technologietransfer sind bisher nicht Gegenstand der Forschung. Mögliche Weiterentwicklungen sind dabei durchaus in die Aufbau- und Ablaufstrukturmodelle der hier entwickelten Methodik integrierbar.



## 7 Abstract

### Methodology of the interorganisational transfer of technology

#### A technology Roadmap based procedure for small and middle technology-oriented enterprises

In order to secure their competitive ability on a long-term basis, German enterprises are compelling due to the stronger international competition to offer high-quality products for prices corresponding to real market conditions. The enterprises are to look out in all directions and evaluate, which emerging alternative technologies can fulfill the same functions better or more economically than the so far used.

The fast adaptation of new technologies is particularly important in this connexion.<sup>309</sup> This is proven among other things by the fact that enterprises, whose innovations became possible by external research and technology developments gain a clearly higher turnover portion with new products than the average of all innovators<sup>310</sup>.

The adaptation of new technologies leads again to a change in the enterprises. The transformation and problem solution ability<sup>311</sup>, the ability for making the enterprise fit for the future<sup>312</sup>, is however the strength of numerous enterprises. The foresighted identification, introduction and application of new product and manufacturing technologies takes increasingly a crucial role as well as an associated strategic adjustment of the technology management.<sup>313</sup>

The technology management became in the last years ever more a key function. The long-term planning of technologies became the basic condition for purposeful product and process innovations. These are today the crucial lever for the protection of the future of the enterprises, because the competition is determined less by costs but by innovations.<sup>314</sup>

The basic research necessary for it can hardly be operated by small and medium enterprises themselves. Therefore particularly they depend crucially on the research at universities and non-university institutes.<sup>315</sup> Thus the transfer of technology becomes the most important instrument for the preparation of innovations.

Innovation is today for enterprises „a vital factor“ for existence, competitive ability and growth.<sup>316</sup> The enterprise policy, organisation and processes are to be aligned therefore more strongly at this benchmark.<sup>317</sup> A condition for it is on the one hand an innovative

---

<sup>309</sup> Löhn, 2000, p. 43 ff.

<sup>310</sup> Schmoch, 2000b, p. 279

<sup>311</sup> Westkämper, 2004, p. 153 ff.; Braun, 2003, p. 59 ff.; Aldinger, 2006, p. 60

<sup>312</sup> Klopp, 1999, p. 42

<sup>313</sup> Eversheim, 2000, p. 9

<sup>314</sup> Gausemeier, 2000, p. 54

<sup>315</sup> Westkämper, 1998, p. 61

<sup>316</sup> Franz, 2003, p. 1

<sup>317</sup> Gabler, 2001, Technology Management

culture, which is open for new ideas.<sup>318</sup> On the other hand competition advantages could be however predominantly obtained, if succeeds making the correct technologies available at the correct time in the enterprise whereby the correct time is determined by the market.

It must come to a synthesis of market-focused and technology-oriented planning by the ideal cooperation of market pull (market orientation) and technology push (technology orientation), in order to consider equally both the future requirements of the market and the technological advancements.<sup>319</sup>

This makes clear that only with a co-ordinated planning and conversion process enterprises could fully exhaust the potentials of new product and manufacturing technologies.<sup>320</sup>

This task comes to the strategic technology management. A study of 2004 about the use of methods in the strategic technology management shows however that the strategies in small and medium enterprises are today predominantly market-driven and it proves that it is acted along technically oriented strategies too little.<sup>321</sup>

One of the largest challenges of our economies today is the structural change, which is among other things technology-conditioned.<sup>322</sup> The increasing networking and increasing complexity of (product and production) technologies<sup>323</sup>, the world-wide concentration on the key technologies, the faster diffusion and interdependency of these technologies as well as the internationalisation of the markets mark this technological structural change. By that small and medium enterprises, so called sme, are concerned.<sup>324</sup>

Small and medium enterprises encounter resources deficits because of their size-conditioned disadvantages, particularly with technological innovations put on a long-term basis. A study of the Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart, Germany, shows that this lack of resources is seen by 51% of the asked enterprises as the largest obstacle with the practise of a strategic technology management.

41% of the asked companies designated the missing methodical support as a further obstacle for the strategic technology management. This is among other things because of the fact justified that the planning instruments for the strategic technology management are usually conceived for large-scale enterprises. Therefore it is missing to them a concrete reference to the needs of small and middle enterprises.

In addition, the missing knowledge about technological developments was named by the asked companies (38%) as an obstacle in connexion with the strategic technology management. Methods for the prognosis are to a large extent unknown or are not used by small and middle enterprises.

---

<sup>318</sup> Bullinger, 2003, p. 13

<sup>319</sup> Schlaweck, 1991, p. 32; Bleicher, 1995, p. 588; *market pull or demand pull* (Brockhoff, 1999, p. 44)

<sup>320</sup> Eversheim, 2000, p. 10; Bullinger, 1994, p. 64; Gutenberg, 1971, p. 163 ff.

<sup>321</sup> Westkämper, 1998, p. 62; an American study confirms that those enterprises are more successful, which link effectively the technology strategy with the enterprise strategy. World-wide 200 enterprises were asked. The asked enterprises confirmed that an effective linkage of the technology with the enterprise strategy leads to better key performance indicators within the ranges turnover growth, portion of new products of the conversion, technology leader shank, reduction of the production costs and adherence to planned production development times; Roberts, 2001

<sup>322</sup> Abernathy, 1981, p. 68 ff.; Krampe, 1981, p. 389 ff.; Zörgiebel, 1983, p. 4; Frauenfelder, 2000, p. 1; Zahn, 2000, p. 155 ff.; Zahn, 2004, p. 127; Westkämper, 2004, p. 153 ff.

<sup>323</sup> Hofstetter, 1990, p. 27

<sup>324</sup> Staudt, 1992, p. XIX

The inability to prognosticate technological developments on a long-term basis leads also to be unable to plan the transfer of technology on a long-term basis. The transfer of technology is carried out therefore operationally in form of short term projects.<sup>325</sup> Immaterial resources, e.g. the know-how concerning a technology, withdraw themselves against it from a fast transfer why the transfer of technology must be aligned on a long-term basis.<sup>326</sup>

Otherwise the danger grows that the transfer of technology is not operated at the demanded correct time. The long-term adjustment makes an adjustment of existing transfer of technology concepts necessary. This transfer is to take place from research institutions to technology-oriented small and medium enterprises, which in the following is called interorganisational transfer of technology.

The implementation of selected methods of the technology foresight and the transfer of technology in the enterprises represents today a rough research field.<sup>327</sup> A methodology is missing to the technology managers, with whose assistance they can support the introduction of new technologies.<sup>328</sup>

The problem definition, which serves as starting point for this work, could be summarised as follows:

- There is no methodology for the transfer of technology described in the literature.
- Small and medium enterprises suffer from a technology orientation lacking.
- Well-known technology management methods have a high resources need.
- Communication between enterprise divisions is supported insufficiently by available methods.
- Methods are integrated too few into the processes of the strategic management.

The requirements of the methodology could be summarised derived from the problem definition as follows:

- The methodology is to integrate both the market and the technology view as well as to make transparent the strategic knowledge about technological developments.
- The methodology is to be applicable with little complexity and with small expenditure, in order to preserve the scarce resources from small and middle enterprises.
- The communication between different divisions is to be supported.
- A co-ordinated product and technology planning is to be made possible.
- The methodology is to support both the transfer of technology and the management, from planning to the conversion up to control.
- The methodology is to be flexibly arranged.
- In addition it should be integrable into the existing processes of the strategic

---

<sup>325</sup> Schmoch, 2000a, p. 8

<sup>326</sup> Klein, 1998, p. 250

<sup>327</sup> Lichtenthaler, 2005, p. 78

<sup>328</sup> Rothholz, 1986, p. 175 ff.

technology management.

The objective of this work was to develop a methodology for the transfer of technology, particularly based on the requirements of small and medium enterprises. At the beginning the hypothesis was represented that the technology Roadmap method for this setting of tasks was suitable. It is an already versatile used instrument in the strategic technology management.

Further it was pointed out that the technology foresight had to be integrated into the solution. It is an essential aid for the long-term planning of the transfer of technology. Therefore first the state of the art of the technology foresight and the transfer of technology as well as different approaches of technology Roadmapping were analysed and evaluated.

This work focuses on the interorganisational transfer of technology in small and medium enterprises (thus the transfer of technology from external technology givers to enterprises). These enterprises should be technology-oriented, in order to presuppose thereby fundamental innovative and technology management processes.

So far transfer of technology was mainly operational. In order to align the transfer of technology strategically, it requires an additional strategic instrument, the technology foresight. This was integrated into the methodology. Following the transfer of technology the utilisation phase follows. For all three aspects, the technology foresight, the transfer of technology and the technology use, the model of the transfer of technology management was developed.

In the context of the conception of the methodology first the transfer of technology management was analysed in a system-oriented way. It was shown that both all three aspects and the method technology Roadmapping as subsystems with similar elements can be modelled. Thus integration ability could be derived.

Constructing on the systemic analysis both a requirement-fair hierarchical structure model and a flow structure model, the process model, were sketched. The hierarchical structure model describes detailed the elements of the subsystems and defines contents of the technology Roadmap as basis of a company specific development.

For the development of the processing concept each process was detailed on the basis of sub-processes and the connexions to previous and following sub-processes used by input output relations and the method components was described. In order to integrate the models into the strategic technology management the method „event-oriented process chain“(EPC) was consulted.

In order to detailing the methodology the processes and sub-processes were continued to make concrete and modelled with the help of the EPC method. Special attention was put thereby on the respective connexions by sub-processes and technology Roadmap.

For the evaluation of relevant technologies concerning its suitability for the transfer of technology the method component “Transfer of Technology Portfolio” was developed beyond that. For the conclusion of detailing the methodology the characteristics during the first introduction of the methodology to small and medium enterprises was described.

The practical use was proven concluding on the basis of two case studies, the application of methodology in an international project promoted by the European commission and application with one small and medium enterprise. In particular the use of methodology and the experiences were stressed with application.

The answer to the questions, which role plays e.g. the utilisation phase for the transfer of technology management or how the transfer of technology management in enterprise

networks could be converted, are remaining tasks for further research work in this area. Particularly the application of the technology Roadmapping in international companies and the associated intraorganisational transfer of technology are so far not the subject of the research. Possible advancements could be included into the structural models of the methodology developed in this work.

## 8 Anhang

### 8.1 Anforderungen von kleinen und mittleren Unternehmen

In einer eigens vom Verfasser durchgeführten Befragung von kleinen und mittleren Unternehmen (kmU) in den Jahren 2004/2005 wurden 800 leitende Angestellte mittelständischer Unternehmen angeschrieben, 111 beantworteten den versendeten Fragebogen zum strategischen Technologiemanagement, was einer repräsentativen Rücklaufquote von etwa 13,9% entspricht. Davon waren 56% von Geschäftsführern und 22% von FuE-Leitern beantwortet worden. 107 Fragebögen konnten berücksichtigt werden, wobei 65 der antwortenden Unternehmen den kmU nach der Definition in Kapitel 1.1.2 zuzuordnen sind.

#### 8.1.1 Befragungskonzept

Ziel der Unternehmensbefragung war es, für eine Anpassung der Technologie-Roadmap-Methodik an die spezifischen Bedürfnisse mittelständischer Unternehmen relevante Anforderungen zu erhalten.

Zielgruppe der Befragung waren solche Unternehmen, die technische Produkte herstellen und/ oder moderne Technologien in der Fertigung ihrer Produkte oder Erbringung ihrer Dienstleistungen einsetzen. Im Rahmen der durchgeführten Erhebung sollten hauptsächlich die „Technologiemanager“ der befragten Unternehmen angesprochen werden. Dies sind bei kmU in der Regel die Geschäftsführer selbst oder Konstruktions- und Entwicklungsleiter.

Zur Konzeption der Befragung wurden zunächst die Elemente des Technologie-Roadmappings Ressourcen, Prozess, Methoden, Struktur und Inhalte herangezogen und diese Aspekte konkretisiert.<sup>329</sup> Im nächsten Schritt wurden entsprechende Fragen für die Erhebung abgeleitet.

Zusätzlich zu den Fragen bezüglich der Anforderungen an eine für kmU-geeignete Methodik wurden die Erfolgsfaktoren und Hemmnisse bei der Einführung eines strategischen Technologiemanagements in den Unternehmen und der Einsatz bzw. die Bekanntheit von Methoden erhoben.

Im Einzelnen wurden u.a. die nachfolgend genannten Items abgefragt:

- Ist Ihre Produktstrategie eher technologie- oder marktgetrieben?
- Wie lang ist in der Regel der strategische Planungshorizont Ihres Unternehmens?
- Wie oft wird Ihre strategische Planung aktualisiert bzw. überarbeitet?
- Setzen Sie bereits Roadmaps zur Planung ein? Wenn ja, wozu?
- Wie betreiben Sie derzeit Technologiemanagement?
- Von wem sollte geplant werden, ob und wann welche Technologien in Ihrem Unternehmen eingesetzt werden?
- In welcher Form würde Ihnen das Ergebnis einer Technologie-Strategie genügen?
- Wie viel Budget würden Sie für strategisches Technologiemanagement bereitstellen bzw. haben Sie in der Vergangenheit bereitgestellt?

---

<sup>329</sup> siehe zu Elemente des Technologie-Roadmappings Kapitel 3.2.4

- Welche Hilfsmittel/ Methoden setzen Sie wie regelmäßig in Ihrem Unternehmen ein?
- Wenn Sie strategisches Technologiemanagement betreiben, was sind dann die drei wichtigsten Ziele, die Sie damit verfolgen?
- Was sind Ihrer Meinung nach die drei größten Hemmnisse/ Probleme beim strategischen Technologiemanagement?
- Was sind die drei wichtigsten Erfolgsfaktoren für die erfolgreiche Einführung von Technologiemanagement in Ihrem Unternehmen?

Die Fragebögen wurden in einem so genannten Pretest bei Testpersonen aus fünf verschiedenen Unternehmen in persönlichen Interviews validiert. Nach jedem strukturierten Interview wurde eine Analyse vorgenommen und anhand deren Ergebnisse der Fragebogen überarbeitet. Nach dem vierten und fünften persönlichen Interview im Rahmen des Pretests waren keine weiteren Überarbeitungen des Fragebogens mehr erforderlich.

### 8.1.2 Ergebnisse der Befragung

Nachfolgend werden Auszüge aus den Ergebnissen der Befragung wiedergegeben.

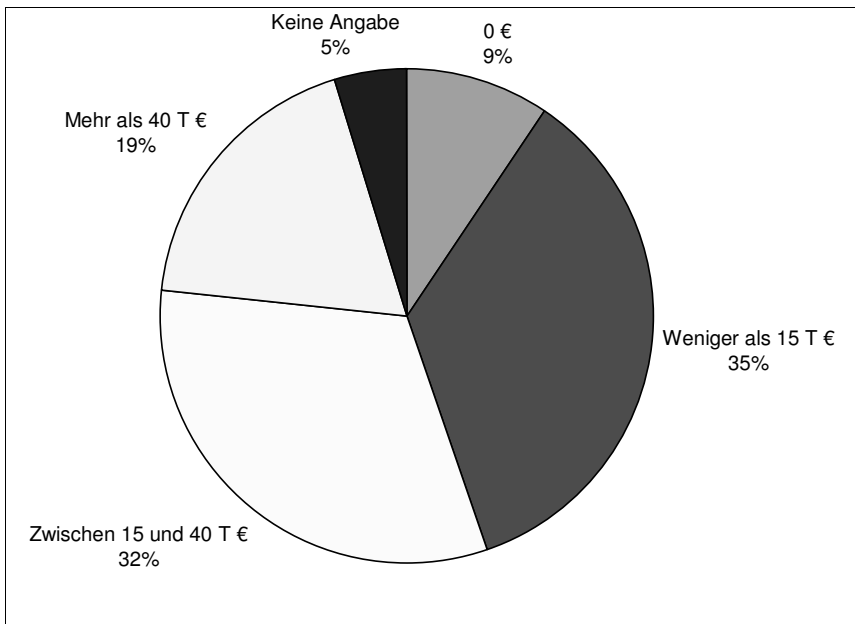


Abbildung 63: Jährliches Budget für Technologiemanagement in Tausend Euro

Entscheidend für den Einsatz von Methoden in kmU ist u.a. der damit verbundene finanzielle Aufwand. So gaben insgesamt 56% der Befragten an, für Technologiemanagement jährlich insgesamt ein Budget von unter 15 T€ zur Verfügung zu stellen, nur 6% hatten dafür ein Budget von über 40 T€ (siehe Abbildung 63).

Darüber hinaus gaben 51% der Befragten unzureichende Ressourcen als größtes Hemmnis

bei der Ausübung eines strategischen Technologiemanagements an (siehe Abbildung 64). Ein Drittel der Befragten hat keine Mitarbeiter, die sich mit Technologiemanagement beschäftigen (siehe Abbildung 65).

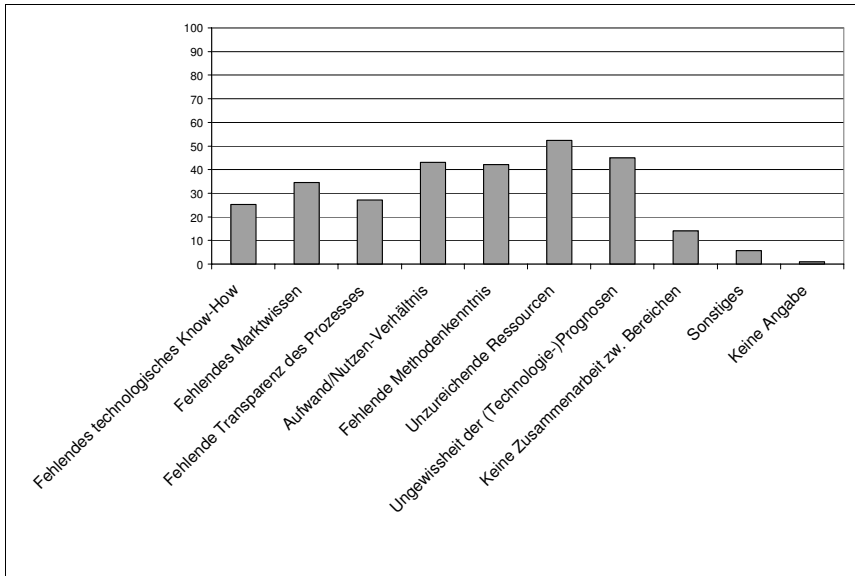


Abbildung 64: Die größten Hemmnisse bei der Ausübung eines strategischen Technologiemanagements (für % der Befragten)

Als die drei wichtigsten Erfolgsfaktoren bei der Einführung eines strategischen Technologiemanagements sahen dagegen 65% der Befragten in der Einbindung der Mitarbeiter, 40% in der Einfachheit der Methoden, 33% in der Unterstützung des Top-Managements und 31% in einer systematischen Vorgehensweise (siehe Abbildung 66).



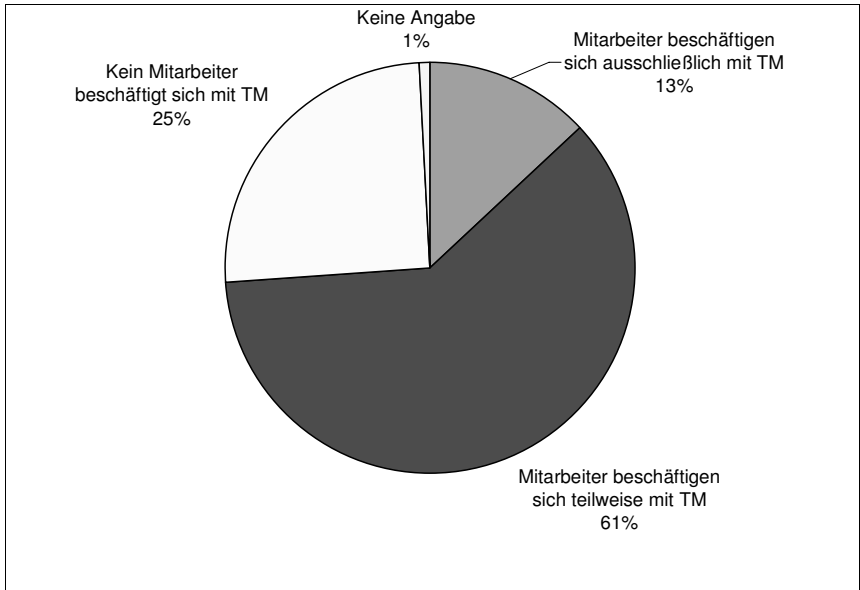


Abbildung 65: Wie viele Mitarbeiter beschäftigen sich mit strategischem Technologiemanagement

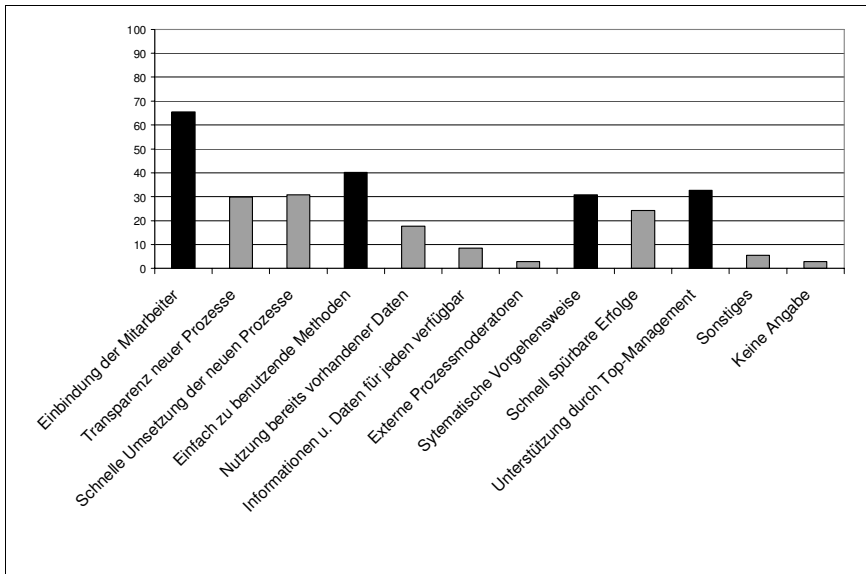


Abbildung 66: Die wichtigsten Erfolgsfaktoren bei der Einführung eines strategischen Technologiemanagements (Für % der Unternehmen)

Die Befragten Unternehmen wenden bereits Methoden des strategischen Technologiemanagements an. Dies sind vor allem die Patentanalyse (68%) und Trendanalysen (70%) (siehe Abbildung 67). Roadmaps werden dagegen in nur 28% der Unternehmen eingesetzt, obwohl das Interesse daran, Roadmaps zur Visualisierung einzusetzen äußerst hoch ist (49%) (siehe Abbildung 68).

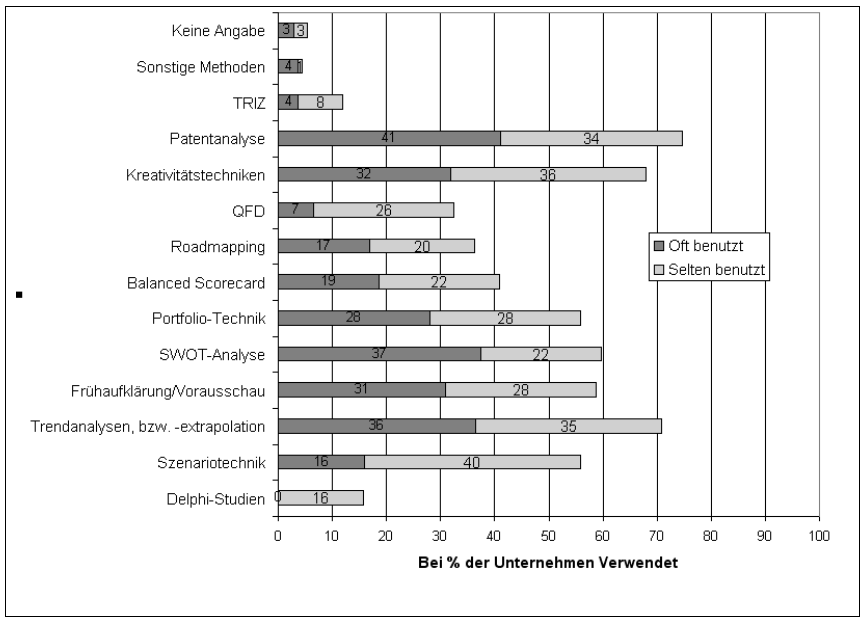


Abbildung 67: Einsatz von Methoden im strategischen Technologiemanagement

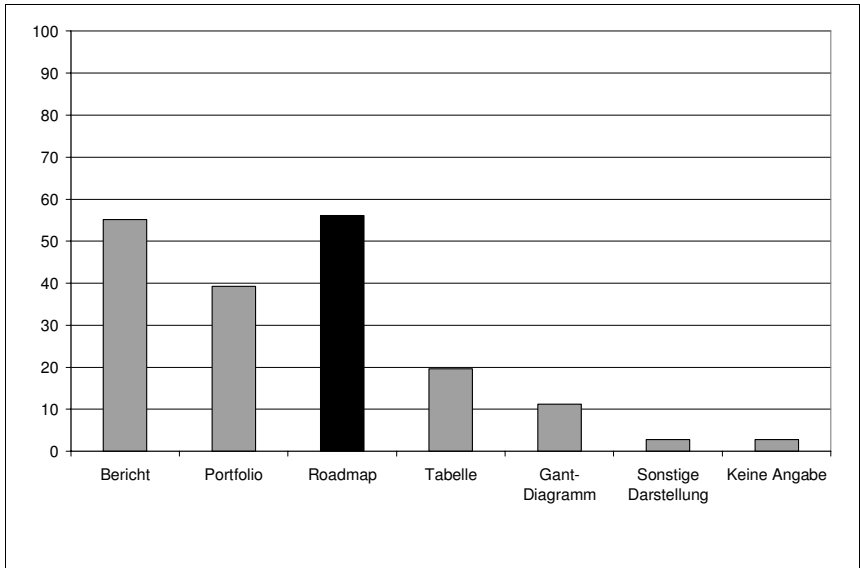


Abbildung 68: Bevorzugte Form der Visualisierung (% der Unternehmen)

## 9 Literaturverzeichnis

- Abele 2002 Abele, Thomas; Laube, Thorsten; Freese, Jochen: What makes a good technology roadmap? In: Katalinic, Branko (Hrsg.); DAAAM International - Danube Adria Association for Automation & Manufacturing u.a.: Intelligent Manufacturing & Automation: Learning from Nature. Wien: DAAAM International, 2002, S. 001-002
- Abele 2005a Abele, Thomas; Drathen, Hasso; Kaiser, Ulrich; Laube, Thorsten; Westerkamp, Dieter: Branchenübergreifende Technologie-Roadmap. In: Barske, Heiko (Hrsg.) u.a.: Innovationsmanagement / CD-ROM: Produkte, Prozesse, Dienstleistungen. Düsseldorf: Symposion Publishing, 2005, 21 S. (digitale Fachbibliothek)
- Abele 2005b Abele, Thomas; Kaiser, Ulrich; Drathen, Hasso; Westerkamp, Dieter; Laube, Thorsten: Technologie-Roadmap "Prozess-Sensoren 2005-2015" - Teil 1: Welche Anforderungen bestehen an die Prozesssensoren der Zukunft? In: Automatisierungstechnische Praxis atp 47 (2005), Nr. 8, S. 36-41
- Abele 2005c Abele, Thomas (Mitarb.); Drathen, Hasso (Mitarb.); Kaiser, Ulrich (Mitarb.); Laube, Thorsten (Mitarb.); Westerkamp, Dieter (Mitarb.); Normenarbeitsgemeinschaft für Meß- und Regeltechnik in der Chemischen Industrie; VDI/VDE-Gesellschaft Meß- und Automatisierungstechnik (GMA); Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA: Prozess-Sensoren 2005-2015: Technologie-Roadmap: Abschlußbericht. Leverkusen, 2005
- Abele 2006a Abele, Thomas; Freese, Jochen; Laube, Thorsten: Technologie-Roadmaps. In: Barske, Heiko (Hrsg.) u.a.: Innovationsmanagement / CD-ROM: Produkte, Prozesse, Dienstleistungen. Düsseldorf: Symposion Publishing, 2006, 26 S. (digitale Fachbibliothek)
- Abele 2006b Abele, Thomas: Verfahren für das Technologie-Roadmapping zur Unterstützung des strategischen Technologiemanagements. Heimsheim: Jost-Jetter Verlag, 2006 (IPA-IAO Forschung und Praxis 441). Stuttgart, Univ., Fak. Maschinenbau, Inst. für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb, Diss., 2006
- Abernathy 1981 Abernathy, William J.; Clark, Kim B.; Kantrow, Alan M.: The new Industrial competition. In: Harvard Business Review 59 (1981), Nr. 5, S. 68-81
- Ahn 2000 Ahn, Heinz; Meyer, Christian: Das Informantenkonzept: Ein Beitrag zur strategischen Frühaufklärung in KMU. In: Industrie Management 16 (2000), Nr. 5, S. 32-36
- Albino 2004 Albino, V.; Garavelli, A.C.; Gorgolione, M.: Organization and technology in knowledge transfer. In: Benchmarking: An International Journal 6 (2004), S. 584-600
- Aldinger 2006 Aldinger, L.; Rönnecke, T.; Hummel, V.; Westkämper, E.: Advanced Industrial Engineering. In: Industrie Management 22 (2006), Nr. 1, S. 59-62
- Altschuller 1998 Altschuller, G.S.: Erfinden - Wege zur Lösung technischer Probleme. Lim. Nachdruck der 2. Aufl. Cottbus: Planung und Innovation, 1998
- Ansoff 1976 Ansoff, H.I.: Managing Surprise and Discontinuity - Strategic Response to Weak Signals. In: zfbf 28 (1976), S.129-152

- Ansoff 1966 Ansoff, H. I.: Management-Strategie: München: Verlag Moderne Industrie, 1966
- Arora 1994 Arora, A.; Gambardella, A.: The changing technology of technological change: general and abstract knowledge and the deviation of innovative labour. In: Research Policy (1994), Nr. 23, S. 523-532
- Baetge 1996 Baetge, J.; Fischer, T.: Systemanalyse. In: Kern, Werner; Schröder, Hans-Horst; Weber, Jürgen (Hrsg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. 2., völlig neu gest. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1996, S. 1943-1952
- Ball 2005 Ball, Rafael; Tunger, Dirk: Bibliometrische Analysen - Daten, Fakten und Methoden. Jülich: Forschungszentrum Jülich, 2005 (Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Bibliothek; 12)
- Barker 1995 Barker, D.; Smith, D.J.H.: Technology Foresight Using Roadmaps. In: Long Range Planning 28 (1995), Nr. 2, S. 21-28
- Beeler 1998 Beeler, Franz: Technologie-Management bei der Alcatel STR AG (Schweiz). In: Tschirky, Hugo; Koruna, Stefan (Hrsg.): Technologie-Management: Idee und Praxis. Zürich: Verlag Industrielle Organisation, 1998, S. 595-614
- Beer 1992 Beer, S.: Brain of the Firm - The Managerial Cybernetics of Organization. London: Lane, 1992
- Begemann 2004 Begemann, Ulrich; Laube, Thorsten; Abele, Thomas: Einsatz von Technologie-Roadmaps. In: VDI-Z 146 (2004), Nr. 4, S. 70-72
- Behrens 2003a Behrens, Stefan: Möglichkeiten der Unterstützung von Strategischer Geschäftsfeldplanung und Technologieplanung durch Roadmapping. Berlin: Logos, 2003
- Behrens 2003b Behrens, Stefan; Specht, Dieter: Innovationsplanung mit Produkt- und Technologieroadmapping. In: Barske, Heiko (Hrsg.) u.a.: Innovationsmanagement / CD-ROM: Produkte, Prozesse, Dienstleistungen. Düsseldorf: Symposion Publishing, 2003 (digitale Fachbibliothek)
- Betz 1997 Betz, Armin: Interorganisationaler Technologietransfer in Baden-Württemberg: Systemanalyse und Systemkapazitäten unter besonderer Berücksichtigung der Finanzierung. Tübingen; Basel: Francke, 1997
- Bleicher 1995 Bleicher, Knut: Technologiemanagement und organisatorischer Wandel. In: Zahn, E. (Hrsg.): Handbuch Technologiemanagement. Stuttgart: Schäffer-Poeschl, 1995, S. 579-596
- Bleicher 2004 Bleicher, Knut: Das Konzept integriertes Management. 7. Aufl. Frankfurt a.M.; New York: Campus, 2004
- Booz 1981 Technology Management Survey Results. New York, U.S.A.: Booz, Allen & Hamilton, 1981
- Brandenburg 2002 Brandenburg, Frank: Methodik zur Planung technologischer Produktinnovationen. Aachen: Shaker, 2002. (Berichte aus der Produktionstechnik, 7/2002) Aachen, RWTH, Fak. für Maschinenwesen, Diss., 2001
- Braun 2003 Braun, Jochen: Grundlagen der Organisationsgestaltung. In: Bullinger, Hans-Jörg; Warnecke, Hans Jürgen; Westkämper, Engelbert: Neue Organisationsformen im Unternehmen. 2., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 2003, S. 1-67
- Brockhoff 1999 Brockhoff, Klaus: Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle. 5., erg. u. erw. Aufl. München; Wien: Oldenbourg, 1999
- Broker 2005 o.V.: Technologie-Broker für KMU. In: Technica (2005), Nr. 7, S. 13-14

- Bruns 1991 Bruns, Michael: Systemtechnik: Ingenieurwissenschaftliche Methodik zur interdisziplinären Systementwicklung. Berlin u.a.: Springer, 1991
- Bucher 2002 Bucher, P.; Mitterdorfer, D.; Tschirky, H.: Der Weg zur richtigen Technologie. Roadmapping als modernes Instrument der strategischen Technologieplanung. In: io new management (2002), Nr. 6, S. 26-34
- Bucher 2003 Bucher, P.: Integrated Technology Roadmapping: Design and Implementation for Technology-based Multinational Enterprises. Zürich, ETH Zürich, Diss., 2003
- Bullinger 1994 Bullinger, H.-J.: Einführung in das Technologiemanagement: Modelle, Methoden, Praxisbeispiele. Stuttgart: Teubner, 1994
- Bullinger 1999 Bullinger, H.-J.: Forschungs- und Entwicklungsstrategien. In: Eversheim, Walter (Hrsg.); Schuh, Günther (Hrsg.): Produktion und Management / CD-ROM. 7., völlig neubearb. Aufl. Berlin u.a.: Springer, 1999, S. 6-14 - 6-29
- Bullinger 2002 Bullinger, H.-J.; Schlick, G.: Wissenspool Innovation. Frankfurt: Frankfurter Allgemeine Buch, 2002
- Bullinger 2003 Bullinger, H.-J.: Wir brauchen eine Innovationsoffensive. Interview. In: Stuttgarter Zeitung, 20.12.2003, S. 13
- Bürgel 2002 Bürgel, Hans Dietmar; Reger, Guido; Ackel-Zackour, René: Technologie-Früherkennung in multinationalen Unternehmen: Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In: Möhrle, Martin G.; Isenmann, Ralf: Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. Berlin u.a.: Springer, 2002, S. 19-45
- Burgstahler 1997 Burgstahler, Bernd: Synchronisation von Produkt- und Produktionsentwicklung mit Hilfe eines Technologiekalenders. Essen: Vulkan-Verlag, 1997
- Burns 1969 Burns, Tom: Models, Images, and Myths. In: Gruber, William H.; Marquis, Donald G. (Hrsg.): Factors in the Transfer of Technology. Cambridge, Mass., U.S.A.: MIT Press, 1969, S. 11-23
- Chakrabarti 1976 Chakrabarti, Alok K.; Rubenstein, Albert H.: Interorganizational Transfer of Technology: A Study of Adaption of NASA Innovations. In: IEEE Transactions on Engineering Management, 23 (1976) Nr. 1, S. 20-34
- Corsten 1982 Corsten, Hans: Der nationale Technologietransfer: Formen - Elemente - Gestaltungsmöglichkeiten - Probleme. Berlin: Erich Schmidt, 1982
- Corsten 1999 Corsten, Hans; Reiß, Michael (Hrsg.): Betriebswirtschaftlehre. 3., vollst. überarb. und wes. erw. Aufl. München; Wien: Oldenbourg, 1999
- Czarnitzki 2001 Czarnitzki, Dirk u.a.: Rolle und Bedeutung von Intermediären im Wissens- und Technologietransfer. In: ifo Schnelldienst 4 (2001), S. 40-49
- Daschmann 1994 Daschmann, Hans-Achim: Erfolgsfaktoren mittelständischer Unternehmen: ein Beitrag zur Erfolgsfaktorenforschung. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1994
- EIRMA 1997 EIRMA (European Industrial Research Management Association): Technology Roadmapping – Delivering Business Vision. Paris: European Industrial Research Management Association, 1997 (Working Group Reports, Nr. 52)

- Erichson 2005 Erichson, B.; Hammann, P.: Beschaffung und Aufbereitung von Informationen. In: Bea, Franz Xaver (Hrsg.); Dichtl, Erwin (Hrsg.); Schweitzer, Marcell (Hrsg.): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre: Band 2: Führung. 9., Aufl. Stuttgart; Jena: G. Fischer, 2005 (Grundwissen der Ökonomik: Betriebswirtschaftslehre), S. 234-299
- Eversheim 1993 Eversheim, Walter; Böhlke, Uwe H.; Martini, Claus J.; Schmitz, Wolfgang J.: Neue Technologien erfolgreich nutzen, VDI-Z (1993), Nr. 8, S. 78-81; Nr. 9, S. 47-52
- Eversheim 2000 Eversheim, Walter; Hachmöller, Katarina; Walker, Ralf: Technologie-management: Strategie – Organisation – Informationssysteme. In: Industrie Management (2000), Nr. 16, S. 9-13
- Eversheim 2002 Eversheim, Walter; u.a.: Das Technologiemanagement und -controlling von morgen. In: Industrie Management, 18 (2002) 4, S. 22-25
- Eversheim 2003 Eversheim, W. u.a.: Methodenbeschreibung. In: Eversheim, W.: Innovationsmanagement für technische Produkte. Berlin: Springer, 2003
- Ewald 1989 Ewald, A.: Organisation des Strategischen Technologie-Managements – Stufenkonzept zur Implementierung einer Technologie und Marktplanung. Berlin: Erich Schmidt, 1989
- Farrokhzad 2005 Farrokhzad, Babak; Kern, Claus; Fritzhanns, Thilo: Innovation Business Plan im Hause Siemens - Portfolio-basiertes Roadmapping zur Ableitung Erfolg versprechender Innovationsprojekte. In: Möhrle, Martin G. u.a.: Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. Berlin u.a.: Springer, 2005, S. 281-307
- Farrukh 2003 Farrukh, C.; Phaal, R.; Probert, D.: Technology Roadmapping: linking technology resources into business planning. In: International Journal of Technology Management 26 (2003), Nr. 1, S. 2-19
- Fiebig 2004 Fiebig, Christian: Synchronisation von Fabrik- und Technologieplanung. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2004
- Fink 2000 Fink, A.; Schalke, O.; Siebe, A.: Wie Sie mit Szenarien die Zukunft vorausdenken. In: Harvard Business Manager 22 (2000), Nr. 2, S. 34-47
- Fischer 1994 Fischer, Thomas: Koordination betriebswirtschaftlicher Regelungsaufgaben im Rahmen eines integrierten Informationssystems der Unternehmung. Renningen-Malmsheim: expert-Verlag, 1994
- Forrester 1969 Forrester, J.W.: Industrial Dynamics, 6. Aufl. Cambridge, Mass., U.S.A.: MIT-Press, 1969
- Franz 2003 Franz, Andreas: Einführung neuer Technologien in kleinen und mittelständischen Spritzbetrieben. RWTH (IKV - Berichte aus der Kunststoffverarbeitung; 144) Aachen, Diss., 2003
- Frauenfelder 2000 Frauenfelder, Paul: Strategisches Management von Technologie und Innovation: Tools und principles. Zürich: Verlag Industrielle Organisation, 2000
- Frese 1996 Frese, Erich: Fertigungsorganisation. In: Kern, Werner; Schröder, Hans-Horst; Weber, Jürgen (Hrsg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. 2., völlig neu gestaltete Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1996, S. 462-474
- Gabler 2001 Gabler Wirtschafts Lexikon, CD-ROM, 15. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 2001
- Galvin 1998 Galvin, R.: Science roadmaps. In: Science 280 (1998), S. 803

- Gausemeier 2000 Gausemeier, Jürgen; Riepe, Bernd: Komplexitätsbeherrschung in den frühen Phasen der Produktentwicklung. In: *Industrie Management* 16 (2000), Nr. 5, S. 54-58
- Gausemeier 2003 Gausemeier, Jürgen: Strategiekompetenz und Agilität - Strategische Erfolgspositionen des Mittelstandes. In: *ZwF* (2003), Nr. 10, S. 530-534
- Gausemeier 2004 Gausemeier, Jürgen; Lindemann, Udo; Schuh, Günther (Hrsg.): *Planung der Produkte und Fertigungssysteme für die Märkte von morgen. Abschlussbericht des Verbundprojekts Strategische Produkt- und Prozessplanung, BMBF Rahmenprogramm „Forschung für die Produktion von morgen“.* Frankfurt: VDMA, 2004
- Gerpott 1999 Gerpott, Thorsten J.: *Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement: Eine konzentrierte Einführung.* Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1999
- Geschka 1995 Geschka, H.: *Methoden der Technologiefrühaufklärung und der Technologievorhersage.* In: Zahn, E. (Hrsg.): *Handbuch Technologie-management.* Stuttgart: Schäffer-Poeschl, 1995, S. 623-644
- Geschka 1996 Geschka, H.: *Technologietransfer.* In: Kern, Werner; Schröder, Hans-Horst; Weber, Jürgen (Hrsg.): *Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. 2., völlig neu gestaltete Aufl.* Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1996, S. 2012-2027
- Grabowski 1997 Grabowski, H.; Geiger, K.: *Neue Wege zur Produktentwicklung.* Stuttgart: Rabe, 1997
- Groenveld 1997 Groenveld, P.: *Roadmapping Integrates Business and Technology.* In: *Research Technology Management* 40 (1997), Nr. 5, S. 48-55
- Günterberg 2004 Günterberg, Brigitte; Kayser, Gunter: *SMEs in Germany: Facts and Figures 2004.* Bonn: IfM, 2004 (IfM-Materialien; 161)
- Günther 2002 Günther, G.; Niederwald, H.; Abele, T.; Laube, T.: *Mit Technologie-Roadmaps Produkte von morgen entwickeln.* In: *VDI-Z* 144 (2002), Nr. 6, S. 73-74
- Gutenberg 1971 Gutenberg, E.: *Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Band 1: Die Produktion.* 18., neu überarb. Aufl. Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 1971
- Haberfellner 1999 Haberfellner, R. u.a.: *Systems Engineering: Methodik und Praxis.* Hrsg.: Daenzer, W.F.; Huber, F. 10., durchges. Aufl. Zürich: Industrielle Organisation, 1999
- Hahn 1979 Hahn, D.; Krystek, U.: *Betriebliche und überbetriebliche Frühwarnsysteme für die Industrie.* In: *zfbf* 31 (1979), Nr. 1, S. 76-88
- Hammer 1998 Hammer, R.: *Strategische Planung und Frühaufklärung.* München: Oldenbourg, 1998
- Härtel 2002 Härtel, W.: *Issueorientierte Technologiefrühaufklärung - Eine Methode der strategischen Produkt- und Technologieplanung.* Paderborn: HNI, 2002. Paderborn, Univ., Fachbereich Maschinentechnik, Diss., 2002
- Hauschildt 1997 Hauschildt, Jürgen: *Innovationsmanagement. 2. völlig überarb. und erw. Auflage.* München: Vahlen, 1997
- Hedrich 1995 Hedrich, P.; Seng, S.; Wagner, M.; Zehnder, T.: *Technologiekalender: Systematischer Aufbau von Technologiekompetenzen.* In: *io management* (1995), Nr. 7/8, S. 77-80
- Hofstetter 1990 Hofstetter, Stephan von Trachselwald: *Technologietransfer als Instrument zur Förderung von Innovationen in technologieorientierten Klein- und Mittelunternehmungen.* St. Gallen, Schweiz, Univ., Diss., 1990



- Holmes 2005 Holmes, C.; Ferrill, M.: The Application of Operation and Technology Roadmapping to aid Singaporean SMEs identify and select emerging technologies. In: Technological Forecasting and Social Change (2005), Nr. 3, S. 349-357
- Horsch 2003 Horsch, J.: Innovations- und Projektmanagement: Von der strategischen Konzeption bis zur operativen Umsetzung. Wiesbaden: Gabler, 2003
- Hungenberg 2004 Hungenberg, H.: Strategisches Management in Unternehmen: Ziele - Prozesse - Verfahren. 3., überarb. und erw. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 2004
- Janis 1959 Janis, I.L.: Motivational factors in the resolution of decisional conflicts. In: Jones, M.R.: Nebraska Symposium on Motivation, Lincoln, Nebraska, U.S.A.: Univ. of Nebraska, 1959 (Current theory and research in motivation, 9)
- Kappel 2001 Kappel, T. A.: Perspectives on roadmaps: how organizations talk about the future. In: The Journal of Product Innovation Management 18 (2001), S. 39-50
- Keller 1994 Keller, Gerhard; Meinhardt, Stefan: Business process reengineering auf Basis des SAP R/3-Referenzmodells. In: Scheer, August-Wilhelm (Hrsg.): Prozeßorientierte Unternehmensmodellierung: Grundlagen - Werkzeuge - Anwendungen. Wiesbaden: Gabler, 1994 (Schriften zur Unternehmensführung; 53)
- Keller 2000 Keller, Sven: Entwicklung einer Methodik zur integrierten Modellierung von Strukturen und Prozessen in Produktionsunternehmen. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2000
- Kirsch 1983 Kirsch, W.; Trux, W.: Strategische Frühaufklärung. In: Kirsch, W.; Roventa, P. (Hrsg.): Bausteine eines strategischen Managements. Berlin; New York: de Gruyter, 1983, S. 225-236
- Klausmann 1983 Klausmann, W.: Betriebliche Frühwarnsysteme im Wandel. In: zfo (1983), Nr. 1, S. 39-45
- Klein 1998 Klein, Martin: Erfolgsfaktoren technologieorientierter Wettbewerbsstrategien: eine modellbasierte Analyse der Wettbewerbswirkungen forschungsintensiver Produktinnovationen. Berlin u.a.: Duncker & Humblot, 1998
- Klopp 1999 Klopp, Marcus; Hartmann, Matthias: Das Fledermaus-Prinzip. Strategische Früherkennung für Unternehmen. Stuttgart: LOGIS, 1999
- Kostoff 2001 Kostoff, Ronald N.; Schaller, Robert R.: Science and Technology Roadmaps. In: IEEE Transactions on Engineering Management 48 (2001), Nr. 2, S. 132-143
- Krampe 1981 Krampe, G.; Müller G.: Diffusionsfunktionen als theoretisches und praktisches Konzept zur strategischen Frühaufklärung. In: zfbf 33 (1981), Nr. 5, S. 384-401
- Krystek 1999 Krystek, U.; Müller, M.: Frühaufklärungssysteme. Spezielle Informationssysteme zur Erfüllung der Risikokontrollpflicht nach KonTraG. In: Controlling (1999), Nr. 4/5, S. 177-183
- Krystek 1993 Krystek, U.; Müller-Stewens, G.: Frühaufklärung für Unternehmen. Identifikation und Handhabung zukünftiger Chancen und Bedrohungen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1993
- Kühn 2000 Kühn, Richard; Grünig, Rudolf: Grundlagen der strategischen Planung: ein integraler Ansatz zur Beurteilung von Strategien. Bern; Stuttgart; Wien: Haupt, 2000

- Kulicke 1987 Kulicke, Marianne: Technologieorientierte Unternehmen in der Bundesrepublik Deutschland. Eine empirische Untersuchung der Strukturbildungs- und Wachstumsphase von Neugründungen. Frankfurt am Main; Bern; New York: Peter Lang, 1987
- Laube 2002 Laube, Thorsten: Integration von Szenariotechnik und Technologie-Roadmapping in die strategische Produktplanung. In: Westkämper, Engelbert (Hrsg.) u.a.: Zukunftssicherung und Risikooptimierung in der Produktentwicklung: Fraunhofer IPA-Tagung F81, 14. November 2002, Stuttgart. Stuttgart, 2002, S. 35-47
- Laube 2003a Laube, Thorsten; Abele, Thomas; Sihm, Wilfried: Mit Produkt- und Produktionstechnologie-Roadmaps die virtuelle Zukunft vorbereiten. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 98 (2003), Nr. 6, S. 276-278
- Laube 2003b Laube, Thorsten: Mit Technologie-Roadmapping die Zukunft gestalten: Zielgerichtete Technologien für die Produkte von morgen entwickeln. In: Schraft, Rolf Dieter (Hrsg.) u.a.: Innovations- und Technologiemanagement: Fraunhofer IPA Innovationsforum F 90. 2. Juli 2003, Stuttgart. Stuttgart: FpF - Verein zur Förderung produktionstechnischer Forschung, 2003, S. 65-80
- Laube 2004a Laube, Thorsten: Zukunft gestalten mit Szenariotechnik. In: Schraft, Rolf Dieter (Hrsg.) u.a.: Methodische Produktentwicklung mit QFD: Gezielt Kundenanforderungen herausarbeiten und Wettbewerbsfähigkeit erhöhen. Fraunhofer IPA Seminar F 102. 11. Mai 2004, Stuttgart. Stuttgart: FpF - Verein zur Förderung produktionstechnischer Forschung, 2004, S. 42-63
- Laube 2004b Laube, Thorsten; Kaiser, Ulrich: Technologie-Roadmapping in der Praxis. In: Schraft, Rolf Dieter (Hrsg.) u.a.: Innovations- und Technologiemanagement: Technologien planen - Innovationen umsetzen - Erfolg sichern. 8. Fraunhofer IPA Innovationsforum F 104. 1. Juli 2004, Stuttgart. Stuttgart: FpF - Verein zur Förderung produktionstechnischer Forschung, 2004, S. 48-78
- Laube 2005a Laube, Thorsten; Abele, Thomas: Technologie-Roadmapping zur Planung und Steuerung der betrieblichen Forschung und Entwicklung. In: Möhrle, Martin G. u.a.: Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. Berlin u.a.: Springer, 2005, S. 309-342
- Laube 2005b Laube, Thorsten: Roadmapping als Werkzeug einer nachhaltigen Produkt- und Technologieplanung. In: Schraft, Rolf Dieter (Hrsg.) u.a.: Life Cycle Management: Produktfindung, -konzeption und -design for Life Cycle. Fraunhofer IPA-Innovationsforum F 123, 29. November 2005, Stuttgart. Stuttgart: FpF - Verein zur Förderung produktionstechnischer Forschung, 2005, S. 63-80
- Laube 2006a Laube, Thorsten; Abele, Thomas: Technologie-Roadmap: Strategisches und taktisches Technologiemanagement. Ein Leitfaden. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2006
- Laube 2006b Laube, Thorsten: Implementierung des Technologie-Roadmappings in der Praxis. In: Schraft, Rolf Dieter (Hrsg.) u.a.: 1. Internationaler Expertentag Technologie-Roadmapping: Aktuelle Trends in Theorie und Praxis. Fraunhofer IPA Seminar F 133, 27. September 2006, Stuttgart. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2006, S. 61-83

- Laube 2006c Laube, Thorsten; Schwandner, Oliver: Technologie-Roadmap-basierte Vorgehensweise zur Unterstützung des Technologietransfers in kmU. In: Gausemeier, Jürgen (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung: 2. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung Heinz Nixdorf Institut, 9. und 10. November 2006, Schloss Neuhardenberg. Paderborn: HNI, 2006, S. 275-290 (HNI-Verlagsschriftenreihe 198)
- Laube 2007 Laube, Thorsten (Hrsg.); Phaal, Robert (Hrsg.): Praxishandbuch Technologie-Roadmapping: Workshopkonzept für den schnellen Einstieg (T-Plan). Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2007
- Lee 2005 Lee, S.; Park, Y.: Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules. In: Technological Forecasting and Social Change (2005), Nr. 72, S. 567-583
- Lichtenthaler 2005 Lichtenthaler, Eckard: Methoden der Technologiefrüherkennung und Kriterien zu ihrer Auswahl. In: Möhrle, Martin G. u.a.: Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. Berlin u.a.: Springer, 2005, S. 55-80
- Loeffler 2005 Loeffler, J.; Laube, T.; Hedderich, R.: European study - NANO ROAD SME. Development of Technology Roadmaps in Nanomaterial Sciences and Industrial Adaptation to Small and Medium sized Enterprises. In: Proceedings of the 10th International Conference on the Commercialization of Micro and Nano Systems (COMS 2005), Baden-Baden, 21.-25. August 2005
- Löhn 2000 Löhn, Johann: Technologischer Strukturwandel und Technologietransfer am Beispiel der Steinbeis-Stiftung. In: Häflinger, Gerold D.; Meier, Jörg D. (Hrsg.): Aktuelle Tendenzen im Innovationsmanagement: Festschrift für Werner Popp zum 65. Geburtstag. Heidelberg: Physica, 2000, S. 43-54
- Malik 1996 Malik, Fredmund: Strategie des Managements komplexer Systeme: ein Beitrag zur Management-Kybernetik evolutionärer Systeme. 5., erw. und erg. Aufl. Bern; Stuttgart; Wien: Haupt, 1996
- Marwedel 1980 Marwedel, U. (Hrsg.): Clausewitz, C. von: Vom Kriege. Auswahl. Stuttgart: Reclam, 1980
- Meindl 2003 Meindl, Rudolf: Beurteilung und Überwindung innerbetrieblicher Hemmnisse. In: Bullinger, Hans-Jörg; Warnecke, Hans Jürgen; Westkämper, Engelbert: Neue Organisationsformen im Unternehmen. 2., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 2003, S. 1241-1260
- Merk 1998 Merk, R.: Weiterbildungsmanagement: Bildung erfolgreich und innovativ managen. 2. Aufl. Neuwied: Luchterhand, 1998
- Metzger 2005 Metzger, Monty; Tunger, Dirk: Trendscouts: Moderne Horchposten für Frühwarnung und Trenderkennung. In: Wissensmanagement (2005), Nr. 3, S. 48-49
- Michel 1990 Michel, Kay: Technologie im strategischen Management: Ein Portfolio-Ansatz zur integrierten Technologie- und Marktplanung. 2., unveränd. Auflage. Berlin: Erich Schmidt, 1990
- Mieke 2006 Mieke, Christian: Technologiefrühaufklärung in Netzwerken. 1. Aufl. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2006 (Gabler Edition Wissenschaft: Beiträge zur Produktionswirtschaft). Cottbus, Brandenburgische Techn. Univ., Diss., 2005
- Mintzberg 1995 Mintzberg, Henry: Die strategische Planung. München: Hanser, 1995

- Möhrle 2000 Möhrle, G.: Aktionsfelder einer betriebswirtschaftlichen Technologievorschau. In: Industrie Management 16 (2000), Nr. 5, S. 19-22
- Möhrle 2005a Möhrle, M.G.; Isenmann, R.: Grundlagen des Technologie-Roadmapping. In: Möhrle, Martin G. u.a.: Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. Berlin u.a.: Springer, 2005, S. 1-11
- Möhrle 2005b Möhrle, M.G.: TRIZ-basiertes Technologie-Roadmapping. In: Möhrle, Martin G. u.a.: Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. Berlin u.a.: Springer, 2005, S. 185-203
- Müller-Mehrbach 1977 Müller-Merbach, H., Frühwarnsysteme zur betrieblichen Krisenerkennung und Modelle zur Beurteilung von Krisenabwehrmaßnahmen. In: Plötzeneder, H.D. (Hrsg.): Computergestützte Unternehmensplanung. Wirtschaftsinformatik Symposium, 4.-6. Okt.1976, IBM Deutschland, Bad Homburg v.d.H. Stuttgart: 1977, S. 419-438
- Müller-Stevens 1988 Müller-Stevens, Günther: Frühaufklärung mit PC-Unterstützung. In: Gabler Magazin (1988), Nr. 8, S. 25-30
- Osterloh 1994 Osterloh, Margit: Neue Ansätze im Technologiemanagement: vom Technologieportfolio zum Portfolio der Kernkompetenzen [1]. In: io Management 63 (1994), Nr. 5, S. 47-50
- Peiffer 1992 Peiffer, Stephan: Technologie-Frühaufklärung: Identifikation und Bewertung zukünftiger Technologien in der strategischen Unternehmensplanung. Hamburg: Steuer- und Wirtschaftsverlag, 1992
- Perillieux 1987 Perillieux, René: Der Zeitfaktor im strategischen Technologiemanagement: früher oder später Einstieg bei technischen Produktinnovationen? Berlin: Schmidt, 1987
- Petrick 2005 Petrick, I.J.; Provance, M.: Roadmapping as a mitigator of uncertainty in strategic technology choice. In: International Journal of Technology Intelligence and Planning 1 (2005), Nr. 2, S. 171-184
- Pfeiffer 1989 Pfeiffer, Werner; Dögl, Rudolf; Schneider, Walter: Das Technologie-Portfolio-Konzept als Tool zur strategischen Vorsteuerung von Innovationsaktivitäten. In: Das Wirtschaftsstudium (1989), Nr. 8/9, S. 485-491
- Pfeiffer 1991 Pfeiffer, Werner u.a.: Technologie-Portfolio zum Management strategischer Zukunftsgeschäftsfelder. 6., durchges. Auflage. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, 1991
- Pfeiffer 2006 Pfeiffer, Werner; Dögl, R.: Das Technologie-Portfolio-Konzept zur Beherrschung der Schnittstelle Technik und Unternehmensstrategie. In: Hahn, D.; Tylor, B. (Hrsg.): Strategische Unternehmensplanung – Strategische Unternehmensführung. 9., überarb. Aufl. Heidelberg: Physica, 2006
- Phaal 2000 Phaal, R. (Mitarb.); Farrukh, C. (Mitarb.): Technology Planning Survey - Results. Cambridge, Mass., U.S.A.: University of Cambridge/ Institute for Manufacturing, Centre for Technology Management, 2000
- Phaal 2001 Phaal, R. (Mitarb.); Farrukh, C. (Mitarb.); Probert, D.R. (Mitarb.): T-Plan: Fast Start to Technology Roadmapping - planning your route to success. Cambridge, Mass., U.S.A.: University of Cambridge/ Institute for Manufacturing, Centre for Technology Management, 2001

- Phaal 2003 Phaal, R. et al.: Starting-up roadmapping fast. A company-specific process for the rapid initiation of roadmapping encourages learning and staff involvement, and identifies key issues, knowledge gaps and actions. In: Research Technology Management 46 (2003), Nr. 2, S. 52-58
- Phaal 2004 Phaal, R.; Farrukh, C.J.P.; Probert, D.R.: Technology roadmapping – A planning framework for evolution and revolution. In: Technological Forecasting and Social Change 71 (2004), Nr. 1, S. 5-26
- Pleschak 2003 Pleschak, Franz: Technologietransfer - Anforderungen und Entwicklungstendenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2003
- Polanyi 1966 Polanyi, Michael: The Tacit Dimension. Garden City, N.Y.: Doubleday, 1966
- Popper 1994 Popper, Karl Raimund: Logik der Forschung. 10., verb. und vermehrte Aufl. Tübingen: Mohr, 1994
- Porter 1980 Porter, Michael E.: Competitive Strategy. New York: The Free Press, 1980
- Porter 1989 Porter, Michael E.: Wettbewerbsvorteile: Spitzenleistungen erreichen und behaupten. Frankfurt/Main; New York: Campus, 1989
- Pritschow 1999 Pritschow, Günther; Suelen, Gérard; Bender, Klaus: Steuerung von Produktionssystemen. In: Eversheim, Walter (Hrsg.); Schuh, Günther (Hrsg.): Produktion und Management / CD-ROM. 7., völlig Neubearb. Aufl. Berlin u.a.: Springer, 1999, S. 10-73 - 10-102
- Rammert 1998 Rammert, W.: Die Form der Technik und die Differenz der Medien. Auf dem Weg zu einer pragmatistischen Techniktheorie. In: Rammert, W. (Hrsg.): Technik und Sozialtheorie. Frankfurt a.M.; New York: Campus, 1998, S. 293-326
- Reger 2001 Reger, G.: Gestaltung des Technologie-Früherkennungsprozesses in KMU. In: Meyer, J.-A.: Innovationsmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen: Jahrbuch der KMU-Forschung 2001. München: Vahlen, 2001, S. 75-92
- Reinhard 2001a Reinhard, M.: Wissens- und Technologietransfer in Deutschland - ein langer Weg zu mehr Effizienz. In: ifo Schnelldienst (2001), Nr. 4, S. 14-17
- Reinhard 2001b Reinhard, M.: Absorptionskapazität und Nutzung externen technologischen Wissens in Unternehmen. In: ifo Schnelldienst (2001), Nr. 4, S. 28-39
- Rieser 1980 Rieser, Ignaz K: Frühwarnsysteme für die Unternehmungspraxis. München: Florentz, 1980. Zugl. Basel, Diss., 1979
- Roberts 2001 Roberts, E.B.: Benchmarking global strategic management of technology. In: Research Technology Management 44 (2001), Nr. 2, S. 25-36
- Ropohl 1991 Ropohl, G.: Technologische Aufklärung. Beiträge zur Technikphilosophie. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1991
- Rothholz 1986 Rothholz, Petra: Barrieren im Technologie-Transfer. Frankfurt a.M.; Bern; New York: Lang, 1986. Zugl. Berlin, Freie Univ., Diss., 1986
- Rupp 1976 Rupp, Erik: Technologietransfer als Instrument staatlicher Innovationsförderung: Anwendung der Ergebnisse staatlicher und staatlich geförderter Forschung und Entwicklung im internationalen Vergleich. Göttingen: Otto Schwarz, 1976

- Sabisch 1991 Sabisch, Helmut: Produktinnovationen. Stuttgart: Poeschel, 1991 (Sammlung Poeschel; 136)
- Sabisch 2003 Sabisch, Helmut: Erfolgsfaktoren des Wissens- und Technologietransfers. In: Pleschak, Franz: Technologietransfer - Anforderungen und Entwicklungstendenzen. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2003, S. 17-26
- Schefczyk 2002 Schefczyk, Michael: Technologietransfer. In: Specht, Dieter; Möhrle, Martin G.: Gabler Lexikon Technologiemanagement. Management von Innovationen und neuen Technologien im Unternehmen. Wiesbaden: Gabler, 2002
- Schierenbeck 2000 Schierenbeck, Henner: Grundzüge der Betriebswirtschaftslehre. 15., überarb. u. erw.Aufl. München: Oldenbourg, 2000
- Schlaweck 1991 Schlaweck, Karlheinz: Praxisleitfaden Technologieplanung: Kriterien, Checklisten, Entscheidungshilfen; [stimmt Ihre Strategie? Know-how für erfolgreiche Unternehmen]. Köln: TÜV Rheinland, 1991
- Schmeisser 1984 Schmeisser, W.: Systematische Erfindungsförderung als Unternehmensaufgabe: Wege zur Steigerung der Kreativität und zu erfolgreichen Innovationen. Berlin: Erich Schmidt, 1984
- Schmelzer 1991 Schmelzer, H.J.: Organisation und Controlling der Entwicklung von Serienprodukten. Praxisnaher Beitrag zum wettbewerbsorientierten Entwicklungsmanagement. Karlsruhe, Univ., Fak. f. Wirtschaftswiss., Diss., 1991
- Schmidt 1999 Schmidt, G.: Organisationsmethodik und -technik. In: Eversheim, Walter (Hrsg.); Schuh, Günther (Hrsg.): Produktion und Management / CD-ROM. 7., völlig neubearb. Aufl. Berlin u.a.: Springer, 1999, S. 3-34 - 3-42
- Schmitz 1996 Schmitz, W.: Methodik zur strategischen Planung von Fertigungstechnologien: Ein Beitrag zur Identifikation und Nutzung von Innovationspotenzialen. Aachen: Shaker, 1996. Aachen, RWTH, Diss., 1996
- Schmoch 1996 Schmoch, U. u.a.: The Role of the Scientific Community in the Generation of Technology. In: Reger, G.; Schmoch, U. (Hrsg.): Organisation of Science and Technology at the Watershed. The Academic and Industrial Perspective. Heidelberg: Physica-Verlag, 1996, S. 1-138
- Schmoch 2000a Schmoch, U.: Konzepte des Technologietransfers. In: Schmoch, U.; Licht, G.; Reinhard, M.: Wissens- und Technologietransfer in Deutschland. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2000, S. 3-13
- Schmoch 2000b Schmoch, U.; Licht, G.; Reinhard, M.: Wissens- und Technologietransfer in Deutschland. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2000
- Schmoch 2003 Schmoch, Ulrich: Hochschulforschung und Industrieforschung: Perspektiven der Interaktion. Frankfurt a.M.: Campus Verlag, 2003
- Schrader 1996 Schrader, S.: Innovationsmanagement. In: Kern, Werner; Schröder, Hans-Horst; Weber, Jürgen (Hrsg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. 2., völlig neu gestaltete Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1996, S. 744-758
- Schröder 1996 Schröder, H.-H.: Technologische Vorhersagen. In: Kern, Werner; Schröder, Hans-Horst; Weber, Jürgen (Hrsg.): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, 2., völlig neu gestaltete Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1996, S. 2015-2026

- Schröder 1999 Schröder, H.-H.: Technologie- und Innovationsplanung. In: Corsten, Hans; Reiß, Michael (Hrsg.): Betriebswirtschaftliche. 3., vollst. überarb. und wesentlich erw. Aufl. München; Wien: Oldenbourg, 1999, S. 985-1114
- Schröder 2000 Schröder, H.-H.; Schiffer, G.: Konzeptionelle Grundlagen der Planung von Kooperationen in Frühinformationssystemen für die strategische Technologie- und Innovationsplanung. In: Häfliger, Gerold E.; Meier, Jörg D. (Hrsg.): Aktuelle Tendenzen im Innovationsmanagement: Festschrift für Werner Popp zum 65. Geburtstag. Heidelberg: Physica-Verlag, 2000, S. 119-153.
- Schröder 2003 Schröder, H.-H.; Jetter, A.; Schiffer, G.: Strategische Frühinformation: Bewältigung diskontinuierlicher Zukunftsentwicklungen in Klein- und Mittelbetrieben durch ein Instrumentarium zur Identifikation und Verarbeitung schwacher Signale. München: Transfer-Centrum, 2003 (TCW-Report 38)
- Schuh 1992 Schuh, Günther u.a.: Planung technologischer Innovationen mit einem Technologiekalender. In: io Management 61 (1992), Nr. 3, S. 31-35
- Schwandner 2005 Schwandner, Oliver: Gemeinschaftsforschung im 7. EU-Rahmenprogramm. In: Schraft, Rolf Dieter (Hrsg.) u.a.: Life Cycle Management: Produktfindung, -konzeption und -design for Life Cycle. Fraunhofer IPA-Innovationsforum F 123, 29. November 2005, Stuttgart. Stuttgart: FpF - Verein zur Förderung produktionstechnischer Forschung, 2005, S. 153-158
- Servatius 1985 Servatius, Hans-Gerd: Methodik des strategischen Technologie-Managements: Grundlage für erfolgreiche Innovationen. Berlin: E. Schmidt, 1985
- Simon 1986 Simon, D.: Schwache Signale. Die Früherkennung von strategischen Diskontinuitäten durch Erfassung von "weak signals". Wien: Fachverlag an der Wirtschaftsuniversität Wien, 1986
- Spath 1999 Spath, Dieter; Weck, Manfred; Seliger, Günter: Produktionssysteme. In: Eversheim, Walter (Hrsg.); Schuh, Günther (Hrsg.): Produktion und Management / CD-ROM. 7., völlig Neubearb. Aufl. Berlin u.a.: Springer, 1999, S. 10-1 - 10-34
- Spath 2001 Spath, Dieter; Dill, Christoph; Scharer, Michael: Der Referenzprozess "Vom Markt zum Produkt" für verschiedene Unternehmenstypen. In: Spath, Dieter (Hrsg.): Vom Markt zum Produkt - Impulse für die Innovationen von morgen. Stuttgart: LOG\_X, 2001, S. 51-61
- Spath 2004 Spath, Dieter; Ilg, Rolf; Renz, Karl-Christof: Technologiestrategien bei schnellem Unternehmenswachstum. In: Spath, Dieter (Hrsg.): Forschungs- und Technologiemanagement. Potenziale nutzen - Zukunft gestalten. München; Wien: Hanser, 2004, S. 167-172
- Specht, D. 2000 Specht, Dieter; Behrens, Stefan; Kahmann, Joachim: Roadmapping – ein Instrument des Technologiemanagements und der strategischen Planung. In: Industrie Management 16 (2000) 5, S. 42-46
- Specht, D. 2004 Specht, Dieter; Mieke, Christian: Anwendungsbereiche und Eignung der Szenariotechnik und des Roadmapping im Technologiemanagement. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium (2004), Nr. 2, S. 95-101

- Specht, D. 2005 Specht, Dieter; Behrens, Stefan: Strategische Planung mit Roadmaps - Möglichkeiten für das Innovationsmanagement und die Personalbedarfsplanung. In: Möhrle, Martin G. u.a.: Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen. Berlin u.a.: Springer, 2005, S. 141-160
- Specht, G. 1996 Specht, Günther; Beckmann, Christoph: F&E-Management. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1996
- Specker 2005 Specker, A.: Modellierung von Informationssystemen: Ein methodischer Leitfaden zur Projektabwicklung. 2. überarb. und erw. Auflage. Zürich: vdf Hochschulverlag AG, 2005
- Spur 1999 Spur, Günter: Produktionstechnologie. In: Eversheim, Walter (Hrsg.); Schuh, Günther (Hrsg.): Produktion und Management / CD-ROM. 7., völlig neubearb. Aufl. Berlin u.a.: Springer, 1999, S. 11-1 - 11-232
- Staudt 1992 Staudt, E. et al.: Kooperationshandbuch. Ein Leitfaden für die Unternehmenspraxis. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1992
- Stoss 2003 Stoss, Karl: Partizipative Gestaltung des Planungs- und Realisierungsprozesses. In: Bullinger, Hans-Jörg; Warnecke, Hans Jürgen; Westkämper, Engelbert: Neue Organisationsformen im Unternehmen. 2., neu bearb. und erw. Aufl. Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 2003, S. 1233-1240
- Täger 1984 Täger, Uwe Christian; Uhlmann, Luitpold: Der Technologietransfer in der BRD. Berlin: Duncker & Humblot, 1984
- Thibaut 1959 Thibaut, John W.; Kelly, Harold H.: The Social Psychology of Groups. New York: John Wiley, 1959
- Tschirky 1998 Tschirky, H.: Konzept und Aufgaben des integrierten Technologie-Managements. In: Tschirky, Hugo; Koruna, Stefan (Hrsg.): Technologie-Management: Idee und Praxis. Zürich: Verlag Industrielle Organisation, 1998, S. 193-394
- Ulrich 1984 Ulrich, Hans: Management. Bern: Haupt, 1984
- VDI 2221 Richtlinie VDI 2221 05.1993: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte
- Vester 1999 Vester, Frederic: Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. Stuttgart: DVA, 1999
- Vinkemeier 1999 Vinkemeier, Rainer: Roadmapping als Instrument für strategisches Innovationsmanagement. In: technologie & management (1999), Nr. 3, S. 18-22
- Walter 2003 Walter, Achim: Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft: Voraussetzungen für den Erfolg. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, 2003
- Westkämper 1986 Westkämper, Engelbert: Strategische Investitionsplanung mit Hilfe eines Technologiekalenders. In: Wildemann, Horst (Hrsg.): Strategische Investitionsplanung für neue Technologien in der Produktion. München: gfmt - Gesellschaft für Management & Technologie, 1986, S. 143-182
- Westkämper 1989 Westkämper, Engelbert (Hrsg.); Wildemann, Horst (Hrsg.): Gesellschaft für Management und Technologie: Fabrikstrukturierung Europa '92: Tagungsbericht 1989, Frankfurt, 16.-17. Nov. 1989. München: gfmt - Gesellschaft für Management & Technologie, 1989
- Westkämper 1995 Westkämper, Engelbert; Burgstahler, Bernd; Korn, Goy: Synchronisation der Produkt- und Produktionsentwicklung mit Hilfe eines Technologiekalenders. In: wt-Produktion und Management 85 (1995), S. 467-470.



- Westkämper 1998 Westkämper, Engelbert: Innovationen durch Technologietransfer: Von der Grundlagenforschung zur Anwendung. In: Wirtschaft trifft Wissenschaft: Messe und Kongress für Mittelstand und Handwerk, 8./9. Dezember 1998, Stuttgart. Stuttgart, 1998, S. 61-62
- Westkämper 1999a Westkämper, Engelbert: Strategische Planung von Unternehmensnetzwerken. In: Westkämper, Engelbert (Hrsg.) u.a.: Erfolgreiche Unternehmensnetzwerke im Brennpunkt: Produzieren in Netzwerken, Kultur, Finanzierung, Recht, Supply Chain Management. Stuttgart, 1999, S. 7-18 (Fraunhofer IPA-Innovationsforum F 48)
- Westkämper 1999b Westkämper, Engelbert: Qualitätsmanagement in der Produktion. In: Eversheim, Walter (Hrsg.); Schuh, Günther (Hrsg.): Produktion und Management / CD-ROM. 7., völlig neubearb. Aufl. Berlin u.a.: Springer, 1999, S. 13-1 - 13-13-72
- Westkämper 2003 Westkämper, Engelbert; Balve, Patrick: Technologiemanagement in produzierenden Unternehmen. In: Bullinger, Hans-Jörg (Hrsg.) u.a.: Neue Organisationsformen im Unternehmen: Ein Handbuch für das moderne Management. Berlin u.a.: Springer, 2003, S. 274-289
- Westkämper 2004 Westkämper, Engelbert: Technologiekalender als Instrument der strategischen Planung. In: Spath, Dieter (Hrsg.): Forschungs- und Technologiemanagement. Potenziale nutzen - Zukunft gestalten. München; Wien: Hanser, 2004, S. 149-159
- Wiegand 1996 Wiegand, M.: Prozesse organisationalen Lernens. Wiesbaden: Gabler, 1996 (Neue betriebswirtschaftliche Forschung; 174)
- Wiener 1963 Wiener, N.: Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung im Lebewesen und in der Maschine. 2. rev. und erg. Aufl. Düsseldorf; Wien: Econ, 1963
- Wiendahl 1999 Wiendahl, Hans-Peter: Produktionsplanung und -steuerung. In: Eversheim, Walter (Hrsg.); Schuh, Günther (Hrsg.): Produktion und Management / CD-ROM. 7., völlig neubearb. Aufl. Berlin u.a.: Springer, 1999, S. 14-1 - 14-130
- Wildemann 1987 Wildemann, Horst: Strategische Investitionsplanung: Methoden zur Bewertung neuer Produktionstechnologien. Wiesbaden: Gabler, 1987
- Wildemann 1997 Wildemann, Horst: Fertigungsstrategien. 3., überarb. Aufl. München: Transfer-Centrum, 1997
- Wildemann 1999 Wildemann, Horst: Logistikstrategien. In: Eversheim, Walter (Hrsg.); Schuh, Günther (Hrsg.): Produktion und Management / CD-ROM. 7., völlig neubearb. Aufl. Berlin u.a.: Springer, 1999, S. 15-1 - 15-109
- Wilk 1986 Wilk, Liselotte: Die postalische Befragung. In: Holm, K.: Die Befragung 1. 3. Auflage. Tübingen: Francke, 1986, S. 187-200
- Witte 1973 Witte, E.: Organisation für Innovationsentscheidungen: Das Promotorenmodell. Göttingen: 1973
- Wolfrum 1992a Wolfrum, Bernd: Grundgedanken: Formen und Aussagewert von Technologieportfolios (I). In: WISU (1992), Nr. 4, S. 312-320
- Wolfrum 1992b Wolfrum, Bernd: Grundgedanken: Formen und Aussagewert von Technologieportfolios (II). In: WISU (1992), Nr. 5, S. 403-407
- Wolfrum 1994 Wolfrum, Bernd: Strategisches Technologiemanagement. 2., überarb. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 1994
- Zahn 1996 Zahn, Erich: Kernkompetenzen. In: Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, 2., völlig neu gest. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1996

- Zahn 2000 Zahn, Erich: Strategische Innovationen für den dynamischen Wettbewerb. In: Häfliger, Gerold E.; Meier, Jörg D. (Hrsg.): Aktuelle Tendenzen im Innovationsmanagement: Festschrift für Werner Popp zum 65. Geburtstag. Heidelberg: Physica-Verlag, 2000, S.155-171
- Zahn 2004 Zahn, Erich: Strategisches Technologiemanagement. In: Spath, Dieter (Hrsg.): Forschungs- und Technologiemanagement. Potenziale nutzen - Zukunft gestalten. München; Wien: Hanser, 2004, S. 125-132
- Zielasek 1995 Zielasek, Gotthold: Projektmanagement; erfolgreich durch Aktivierung aller Unternehmensebenen. Berlin et al.: Springer, 1995
- Zinser 2000 Zinser, Stephan: Eine Vorgehensweise zur szenariobasierten Frühnavigation im strategischen Technologiemanagement. Heimsheim: Jost-Jetter Verlag, 2000 (IPA-IAO Forschung und Praxis 323). Stuttgart, Univ., Fak. Konstruktions- und Fertigungstechnik, Inst. für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement, Diss., 2000
- Zörgiebel 1983 Zörgiebel, Wilhelm W.: Technologie in der Wettbewerbsstrategie: Strategische Auswirkungen technologischer Entscheidungen untersucht am Beispiel der Werkzeugmaschinenindustrie. Berlin: E. Schmidt, 1983