

Steffen Henrik Buchholz

Bewertung des Substitutionsrisikos von Fertigungssystemen



Bewertung des Substitutionsrisikos von Fertigungssystemen

Von der Fakultät für Maschinenwesen
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Steffen Henrik Buchholz

Berichter:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dr. h.c. Fritz Klocke
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Günther Seliger

Tag der mündlichen Prüfung: 21. August 2014

ERGEBNISSE AUS DER PRODUKTIONSTECHNIK

Steffen Henrik Buchholz

Bewertung des Substitutionsrisikos
von Fertigungssystemen

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dr. h.c. F. Klocke

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. G. Schuh

Prof. Dr.-Ing. C. Brecher

Prof. Dr.-Ing. R. H. Schmitt

Band 40/2014


RWTHAACHEN

 **Fraunhofer**
IPT

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Steffen Henrik Buchholz:

Bewertung des Substitutionsrisikos von Fertigungssystemen

1. Auflage, 2014

Gedruckt auf holz- und säurefreiem Papier, 100% chlorfrei gebleicht.

Apprimus Verlag, Aachen, 2014

Wissenschaftsverlag des Instituts für Industriekommunikation und Fachmedien
an der RWTH Aachen

Steinbachstr. 25, 52074 Aachen

Internet: www.apprimus-verlag.de, E-Mail: info@apprimus-verlag.de

ISBN 978-3-86359-271-4

D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2014)

Vorwort und Danksagung

PREAMBLE AND ACKNOWLEDGEMENT

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Zeit als wissenschaftlicher Angestellter am Werkzeugmaschinenlabor WZL der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dr. h.c. Fritz Klocke, dem Inhaber des Lehrstuhls für Technologie der Fertigungsverfahren, danke ich herzlich für die fachliche und persönliche Förderung, die stetige Unterstützung meiner Tätigkeit und seine motivierende und wohlwollende Führung.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Günther Seliger, Leiter des Fachgebietes Montagetechnik und Fabrikbetrieb am Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb der Technischen Universität Berlin, danke ich herzlichst für die eingehende Durchsicht des Manuskripts und die Übernahme des Koreferats. Weiterhin gilt mein Dank Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Broeckmann, Leiter des Instituts für Werkstoffanwendungen im Maschinenbau der RWTH Aachen, für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Die Deutsche Forschungsgesellschaft (DFG) hat einen großen Teil der zugrunde liegenden Forschungsarbeiten im Rahmen des Forschungsprojektes KL 500/109-1 „Statische und dynamische Bewertung soziotechnischer Fertigungssysteme“ und des Graduiertenkolleges 1491 „Anlaufmanagement“ gefördert. Hierfür möchte ich mich herzlich bei der DFG bedanken.

Bei allen Kollegen des Werkzeugmaschinenlabors WZL bedanke ich mich für die Unterstützung und stete Hilfsbereitschaft. Die offene und von enger Freundschaft geprägte Arbeitsatmosphäre war das optimale Umfeld, um bei vielen Gelegenheiten Forschungsergebnisse konstruktiv zu diskutieren. In diesem Umfeld trugen stellvertretend insbesondere meine Freunde und Kollegen Richard Bocker, Dr.-Ing. Michael Duscha, Dr.-Ing. Björn Feldhaus, Guido Kochs, Dr.-Ing. Bastian Maier, Dr.-Ing Patrick Mattfeld, Dr.-Ing. Bernd Meyer, Matthias Rasim, Peter Ritzerfeld, Dr.-Ing. Andreas Roderburg, Florestan Schindler, Dominik Schlütter, Janis Thiermann, Stefan Tönissen, Dr.-Ing. Hagen Wegner und Markus Weiß zum Gelingen dieser Arbeit bei.

Meinen studentischen Mitarbeitern, sowie Diplom- und Masterarbeitern, ganz besonders Thies Fingerhut, Conrad Fischbach, Henning Külzer, Felix-Georg Müller, Johannes Müller, Christian Plehn, Jens Stauder und Christian Wirtz danke ich für ihr Engagement und ihren Anteil an der Erstellung dieser Arbeit.

Weiterhin richte ich meinen Dank für die intensive Durchsicht und die zahlreichen Diskussionen des Manuskripts an Herrn Dr.-Ing. Patrick Mattfeld und Herrn Stefan Tönissen.

Meinen Eltern Christiane und Georg Buchholz sowie Jürgen Bülte möchte ich an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aussprechen, dass Sie meine Ausbildung und meinen beruflichen Werdegang ermöglicht und begleitet haben. Außerdem möchte

ich mich bei ihnen und meiner Schwester Katrin und ihrem Ehemann Stefan Hußen-
öder für die sprachliche Durchsicht der Arbeit bedanken.

Für ihre stets liebevolle Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit, die sprachli-
che Durchsicht und das Verständnis für lange Arbeitstage danke ich von ganzen
Herzen meiner lieben Freundin Nora.

Aachen, im Oktober 2014

Steffen Buchholz

Inhaltsverzeichnis

CONTENT

1	Einleitung	1
2	Abgrenzung des Untersuchungsbereiches	5
2.1	Objektbezogene Abgrenzung	5
2.1.1	Technologie und Technik	5
2.1.2	Technologieketten, Prozessfolge, Fertigungsfolge und Fertigungssystem	7
2.2	Anwendungsfall Due Diligence	9
2.3	Substitution	10
3	Stand der Technik in Wissenschaft und Industrie	15
3.1	Identifizierung alternativer Fertigungssysteme	16
3.1.1	Benchmarking	16
3.1.2	Methoden zur Generierung alternativer Fertigungssysteme	18
3.2	Ansätze zur Bewertung von Fertigungssystemen	27
3.2.1	Ansätze zur Bewertung von Fertigungssystemen für ein vorliegendes Produktprogramm	27
3.2.2	Ansätze zur Bewertung von Fertigungssystemen für zukünftig wahrscheinliche Produktprogramme	30
3.3	Handlungsbedarf	36
4	Zielsetzung und Vorgehensweise	39
4.1	Zielsetzung	39
4.2	Wissenschaftliche Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	39
4.2.1	Einordnung der Arbeit in die Wissenschaftssystematik	40
4.2.2	Formaler und inhaltlicher Aufbau der Arbeit	41
5	Konzeption der Bewertungsmethodik	43
5.1	Modelltheoretische und methodische Grundlagen	43
5.1.1	Definition Methodik	43
5.1.2	Klassifizierung des Modelltyps der vorliegenden Arbeit	44
5.2	Definition des Betrachtungsobjektes und Annahmen	46
5.2.1	Definition des Betrachtungsobjektes	46
5.2.2	Annahmen und Eingrenzungen	47
5.3	Anforderungen an die Bewertungsmethodik	47
5.3.1	Inhaltliche Anforderungen	47
5.3.2	Formale Anforderungen	49
5.4	Ableitung des Grobkonzepts	50
6	Detaillierung der Methodik	53
6.1	Methodik zur Generierung alternativer Fertigungssysteme	53
6.1.1	Definition der Bearbeitungsaufgabe	55

6.1.2	Generierung alternativer Technologieketten	57
6.1.3	Beschreibung technologischer Schnittstellen	60
6.1.4	Identifikation der relevanten technologischen Schnittstellen	64
6.1.5	Ermittlung des Einflusses einzelner Prozessparameter	68
6.1.6	Optimierung unter Berücksichtigung der Fertigungshistorie	77
6.1.7	Generierung alternativer Prozessfolgen	81
6.1.8	Zwischenfazit Generierung alternativer Fertigungssysteme	82
6.2	Statische Bewertung von Fertigungssystemen	83
6.2.1	Wirtschaftlichkeitsbewertung des Fertigungssystems	84
6.2.2	Ökologische Bewertung des Fertigungssystems	88
6.2.3	Identifikation der Grenzen von Fertigungssystemen	91
6.2.4	Zwischenfazit statische Bewertung	94
6.3	Dynamische Bewertung von Fertigungssystemen	95
6.3.1	Prognose zukünftig wahrscheinlicher Produktprogramme	96
6.3.2	Identifikation von Anpassungsmaßnahmen	107
6.3.3	Dynamische Bewertung der Fertigungssysteme	111
6.3.4	Bestimmung des Substitutionsrisikos	120
6.3.5	Zwischenfazit dynamische Bewertung	122
7	Evaluierung der Bewertungsmethodik	125
7.1	Fallbeispiel – Großserienfertigung eines Stirnzahnrades	125
7.1.1	Ausgangssituation	125
7.1.2	Generierung alternativer Fertigungssysteme	127
7.1.3	Statische Bewertung der Fertigungssysteme	130
7.1.4	Dynamische Bewertung der Fertigungssysteme	134
7.2	Anwendungserfahrung und Zwischenfazit	141
8	Zusammenfassung und Ausblick	143
9	Literaturverzeichnis	147
10	Anhang	159
10.1	Einordnung bisheriger Arbeiten	159
10.2	Dynamische Bewertung	160
10.3	Katalog mit Anpassungsmaßnahmen	162
10.4	Datenbasis und Zwischenergebnisse für das Fallbeispiel	166

Formelzeichen und Abkürzungsverzeichnis

FORMULA SYMBOLS AND ABBREVIATIONS

Formelzeichen

μ		Erwartungswert
μ_i		Auslastung des Fertigungsmittels i
A_i	m^2	Platzbedarf des Fertigungsmittels i
$AM_{i,j,k}$		Anpassungsmaßnahme für den Fertigungsschritt i , das Produktprogramm j und den Zeitpunkt t_k
$BV_{i,j}$		Bedienverhältnis für das Fertigungsmittel i und das Produktprogramm j
f	mm	Vorschub Drehbearbeitung
F_c	N	Zerspankraft
F_p	N	Passivkraft
G_t	$€$	Erwarteter Gewinn / Verlust
h_{cu}	mm	Spanungsdicke
$h_{cu,min}$	mm	Mindestspanungsdicke
i		Jährlicher Zinssatz
$K_{A,i}$	$€$	Abschreibungskosten des Fertigungsmittels i
$K_{AW,i}$	$€$	Anschaffungswert des Fertigungsmittels i
$K_{E,i}$	$€$	Energiekosten des Fertigungsmittels i
$K_{F,i}$	$€$	Fertigungskosten des Fertigungsmittels i
K_H	$€$	Herstellkosten je Einheit
$K_{I,i}$	$€$	Instandhaltungskosten des Fertigungsmittels i
$K_{L,i}$	$€$	Lohn- und Lohnnebenkosten des Fertigungsmittels i
K_M	$€$	Materialkosten
$K_{MA,i}$	$€$	Maschinenkosten des Fertigungsmittels i
$K_{R,i}$	$€$	Raumkosten des Fertigungsmittels i
$K_{VE,i}$	$€$	Erwarteter Verkaufserlös des Fertigungsmittel i
$K_{W,i}$	$€$	Werkzeugkosten des Fertigungsmittels i
$K_{WT,i}$	$€$	Kosten je Werkzeug des Fertigungsmittels i
$K_{x,i}$	$€$	Restfertigungsgemeinkosten des Fertigungsmittels i
$K_{Z,i}$	$€$	Zinskosten des Fertigungsmittels i

L_i	€/h	Stundenlohn des Fertigungsmittels i
LR_i		Leistungsgrad des Fertigungsmittels i
m		Losgröße
M_i		Anzahl Fertigungsmittel des Fertigungsschrittes i
N		Jahresstückzahl
$n_{L,min,FS}$		minimale Losgröße des gesamten Fertigungssystems
$n_{L,min,i}$		minimale Losgröße eines Fertigungsschrittes i
$n_{max,FS}$		Maximale Stückzahl des Fertigungssystems
$n_{max,i}$		Maximale Stückzahl des Fertigungsschrittes i
$n_{WZ,i}$		Standmenge des Werkzeuges auf Fertigungsmittel i
OEE_i		Gesamtanlageneffektivität des Fertigungsmittels i
P_c	Nm/(s·mm ²)	spezifische Zerspanleistung
p_{EC}	€/kWh	Preis pro kWh
$P_{j,k}$		möglicher Verkaufspreis des Produktes j in der Periode k
$P_{j,k}$		Eintrittswahrscheinlichkeiten des prognostizierten Produktprogramm j zum Zeitpunkt k
p_m	€/kg	Materialpreis pro kg
$P_{mittel,i}$	kW	mittlere Leistung des Fertigungsmittels i
p_R	€/m ²	Preis für m ² Infrastruktur
QR_i		Qualitätsgrad des Fertigungsmittels i
r_E	mm	Eckenradius
$R_{t,th}$	mm	Theoretische Rautiefe
$SR_{ges,0}$		Substitutionsrisiko des Fertigungssystems zum Zeitpunkt t_0
$SR_{k,j}$		Substitutionsrisiko zum Zeitpunkt t_k für das Produktprogramm j
t_0		Bewertungszeitpunkt $t=0$
$T_{A,i}$	h	Ausfallzeit des Fertigungsmittels i
$t_{A,i}$	a	Abschreibungsdauer
$t_{e,i}$	s	Zeit je Einheit auf dem Fertigungsmittel i
$t_{er,i}$	s	Erholzeit des Fertigungsmittels i
$t_{g,i}$	s	Grundzeit des Fertigungsmittels i

$t_{h,i}$	s	Hauptzeit des Fertigungsmittels i
$T_{M,j,i}$	h	Für ein Produktprogramm j zur Verfügung stehende Zeit auf Fertigungsmittel i
T_N	h	Jährliche Maschinenlaufzeit
$t_{n,i}$	s	Nebenzeit des Fertigungsmittels i
$t_{r,i}$	s	Rüstzeit des Fertigungsmittels i
$t_{v,i}$	s	Verteilzeit des Fertigungsmittels i
$t_{ws,i}$	s	Werkstückwechselzeit des Fertigungsmittels i
$t_{wz,i}$	s	Werkzeugwechselzeit des Fertigungsmittels i
V_M	m^3	Volumen Rohmaterial
$\alpha_{j,i}$		Zeitanteil des Produktprogramms j auf dem Fertigungsmittel i
$\epsilon_{y,x}$		Elastizität der Größe x auf y
η_E	€	Energieeffizienz des Fertigungsmittels i
η_H	Stück/€	Effizienz der Hilfs- und Betriebsstoffe des Fertigungsmittels i
η_M	Stück/kg	Materialeffizienz des Fertigungsmittels i
ρ_M	kg/m^3	Dichte Rohmaterial
σ^2		Varianz

Abkürzungen

AfA	Absetzung für Abnutzung
CA	Kundenanforderungen
CIRP	College International pour la Recherché en Productique
DACE	Design and Analysis of Computer Experiments
DIN	Deutsche Industrie Norm
DP	Entwurfsparameter
EN	Europäische Norm
et al.	und andere
EX	Eigenspannung am Checkpoint X
F&E	Forschung und Entwicklung
f.	folgende

FEM	Finite Elemente Methode
ff.	folgenden
FR	Funktionsanforderungen
FS	Fertigungssystem
ggf.	gegebenenfalls
GX	Geometrie am Checkpoint X
HRC	Härte auf der Rockwell Skala
HX	Härte am Checkpoint X
ISO	International Standard Organization
M&A	Mergers & Acquisitions
MX	Mittenrauwert am Checkpoint X
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OEM	Original Equipment Manufacturer
PP	Produktprogramm
PV	Prozessvariablen
Ra	Arithmetischer Mittenrauwert
RX	Rundheitsfehler am Checkpoint X
Rz	
S.	Seite
U. S.	United States
u. U.	unter Umständen
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.

1 Einleitung

Produzierende Unternehmen sind im Zuge der Globalisierung einem hohen Wettbewerbsdruck ausgesetzt. Das Wettbewerbsumfeld international agierender Unternehmen ist dabei durch eine hohe Dynamik, Komplexität und Unsicherheit geprägt. In diesem Umfeld müssen bewährte Technologien optimiert oder durch die Entwicklung konkurrenzfähiger Alternativtechnologien ersetzt werden, um Wettbewerbsvorteile zu verteidigen.

Investoren bietet sich insbesondere im Kontext innovativer Technologien die Chance, ihr Kapital in Form von Unternehmensbeteiligungen mit sehr hohen Renditen zu platzieren. Diese Investitionen sind jedoch aufgrund der Dynamik und der Unsicherheit des Wettbewerbsumfeldes durch ein besonders hohes Risiko gekennzeichnet. Dieses Risiko resultiert aus den unvollkommenen Informationen aufseiten des Investors. Die Unvollkommenheit der Informationen ist zum einen durch die asymmetrische Informationsverteilung zwischen Käufer und Verkäufer zum Transaktionszeitpunkt und zum anderen durch die Unsicherheit in Hinblick auf die zukünftigen Entwicklungen der Wettbewerbssituation geprägt. Beim Verkauf von Unternehmensanteilen oder im Rahmen von Kapitalbeschaffungsmaßnahmen sowie vor dem Börsengang eines Unternehmens hat sich die Durchführung einer sogenannten Due Diligence-Prüfung etabliert. Die Due Diligence wird zur umfassenden Bewertung der Chancen und Risiken einer Transaktion eingesetzt.

In heutigen Due Diligence Prozessen werden jedoch fertigungstechnologische Aspekte meistens vollkommen vernachlässigt [DANK02; BANN06] bzw. es findet nur eine Überprüfung der Reife der Technologien des Unternehmens [HOWS03, S. 186 f.] sowie der Wartung des Maschinenparks statt [BRAU08]. Eine Bewertung der eingesetzten Fertigungstechnologien, der technologischen Leistungsfähigkeit und der Produktionsstruktur unterbleibt in der Regel [DANK02]. Aus diesen Gründen sind insbesondere technologieorientierte Transaktionen für Finanzinvestoren sehr schwer einzuschätzen und daher mit einem sehr hohen Risiko behaftet. Entsprechend hoch fallen im Erfolgsfall aber die Renditen aus.

Die ausbleibende Bewertung der eingesetzten Fertigungstechnologien, der technologischen Leistungsfähigkeit und der Produktionsstruktur liegt insbesondere an fehlenden Modellen und Methoden zur Bewertung des fertigungstechnologischen Risikos eines Unternehmens (vgl. [DANK02; JOHN05; SCHU08]). Zu den wesentlichen fertigungstechnologischen Risiken zählen in diesem Zusammenhang die Imitation und die Substitution von Fertigungssystemen. Unter Imitation wird dabei die Nachahmung von Fertigungstechnologien bzw. von ganzen Fertigungsfolgen verstanden. Diese Nachahmung kann sowohl legaler als auch illegaler Natur sein und ist Gegenstand verschiedener Forschungsarbeiten, vgl. u. a. [SCHE96; HUSS06; OLAN09; SHEN10; NEEM11]. Die Substitution bezeichnet in diesem Kontext die Ablösung einer Fertigungstechnologie durch eine andersartige, überlegene Technologie. Ansätze bzw. Forschungsarbeiten zur Bewertung des Substitutionsrisikos liegen jedoch kaum vor. Diese beschränken sich auf eine theoretische Darlegung des Sachverhalts und sind

in der Praxis nur unter bestimmten Rahmenbedingungen anwendbar. Ziel der vorliegenden Arbeit ist daher zunächst die Ableitung einer allgemeingültigen Definition für das Substitutionsrisiko. Aufbauend auf dieser Definition soll eine Methodik zur Bewertung des Substitutionsrisikos von Fertigungssystemen entwickelt werden. Auf diese Weise soll ein Beitrag zur systematischen Erfassung technologischer und wirtschaftlicher Risiken geleistet werden.

Introduction

In the course of globalization manufacturing businesses are exposed to an increased competitive pressure. The competitive environment of global players is characterized by a high level of dynamics, complexity and uncertainty. Facing this environment, established technologies have to be either optimized or replaced through the development of alternative technologies in order to create and secure competitive advantages.

Especially in the context of innovative technologies, investors are facing the opportunity to place capital in terms of company shares with the opportunity of high return on investment. However, due to the dynamics and uncertainty in this field these investments contain a high level of risk. This risk is the result of the investors' incomplete information. On the one hand, this incomplete information is due to the asymmetric distribution of information between buyer and seller and on the other hand due to the uncertainty regarding the development of the competitive environment in the future. Therefore, when selling company shares or in the course of capital acquisition means as well as stock market launches, conducting a so-called due diligence has become an established method. The due diligence is used for the extensive valuation of chances and risks of transactions.

In today's due diligence processes, however, production technology-based aspects are often completely neglected [DANK02; BANN06]. If not, only the maturity of the company's technologies [HOWS03, S. 186 f.] as well as the maintenance of the machinery [BRAU08] are examined. In most cases, the used manufacturing technologies, the technological efficiency and the production structure are failed to be taken into consideration [DANK02]. For these reasons, it is very difficult for financial investors to assess particularly technology orientated transactions and therefore the transactions include a very high financial risk. Accordingly, in the event of success extremely high returns on invest can be achieved.

The absent valuation of the used manufacturing technologies, the technological efficiency and the production structure is especially due to missing models and methods for the estimation of the technological risk of a company (see [DANK02; JOHN05; SCHU08]). The most essential technological risks are the imitation and the substitution of production systems. Imitation describes the emulation of single manufacturing technologies as well as whole production sequences. This imitation can be either legal or illegal and is context of various research projects, compare e. g. [SCHE96; HUSS06; OLAN09; SHEN10; NEEM11]. Manufacturing substitution describes the replacement of a manufacturing technology by an alternative and superior technology. Nonetheless, scientific approaches for the evaluation of substitution risks do not exist. The few approaches so far are limited to a theoretical display of the problem and are applicable in practice solely under certain circumstances. Therefore, the objective of the following work is to derive an universal definition for the substitution risk. On the basis of this definition, a method to evaluate the substitution risk of pro-

duction systems will be developed. Thus, this work shall contribute to the systematic determination of technological and economic risks.

2 Abgrenzung des Untersuchungsbereiches

SPECIFICATION OF INVESTIGATION AREA

Ziel dieses Kapitels ist die terminologisch deskriptive Schaffung eines heuristischen Bezugsrahmens für die vorliegende Arbeit. Hierzu werden zunächst die Begriffe Technologie, Technologiekette, Prozessfolge, Fertigungsfolge und Fertigungssystem definiert und voneinander abgegrenzt. Anschließend wird der Begriff und das mögliche Anwendungsgebiet der Due Diligence dargestellt. Darüber hinaus wird der Begriff Substitution anhand bestehender Modelle und Definitionen aus anderen Anwendungsbereichen diskutiert und darauf aufbauend eine Definition für das Substitutionsrisiko von Fertigungssystemen abgeleitet.

2.1 Objektbezogene Abgrenzung

OBJECT SPECIFICATION

2.1.1 Technologie und Technik

TECHNOLOGY AND TECHNIQUE

Der ethymologische Ursprung des Begriffs Technologie beruht auf den (alt-)griechischen Wörtern τέχνη („Handwerk, Kunst, Fertigkeit“) und λόγος („jemand, der in einer bestimmten Weise spricht oder sich mit einer bestimmten Sache beschäftigt“ bzw. „Wort, Sprache, Lehre, Vernunft“) [PART09, S. 3387]. Auch der Begriff Technik, dem mittellateinischen *technica* entlehnt, leitet sich aus dem griechische Adjektiv τέχνικός („die Kunst betreffend, durch Kunst geschaffen“) vom Nomen τέχνη ab [KLUG11].

Die Terminologien Technologie und Technik werden in der Literatur sehr unscharf verwendet und unterschiedlich definiert. Zur inhaltlichen Abgrenzung der Begriffe bietet sich u. a. der Systemansatz an. Diesem Modell nach werden, wie in Abbildung 2-1 (oben) dargestellt, der Input (Wissensbasis), der Prozess (Problemlösungsweg) und der Output (Problemlösung) unterschieden. Technologie und Technik beinhalten dabei beide sowohl die Problemlösung als auch den Lösungsweg. Die Wissensbasis wird jedoch als Technologie bezeichnet.

BULLINGER grenzt sich von diesem Verständnis ab und definiert nach dem traditionellen Begriffsverständnis die Technologie als das Wissen der naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhänge zur technischen Problemlösung, vgl. Abbildung 2-1 (mitte). Die Technologie ist somit Grundlage (Input) zur Entwicklung von Verfahren und Produkten. Die Ergebnisse (Output) werden hingegen als Technik bezeichnet und stellen die konkreten Umsetzungen der Technologien in Problemlösungen dar, vgl. [BULL94].

Im Gegensatz dazu schlagen BINDER und KANTOWSKY ein integratives Begriffsverständnis vor, bei dem die Technologie als Wissen zur technischen Problemlösung auch die Anwendungen zu deren praktischen Umsetzung und demnach die Technik beinhaltet [BIND96, S. 89 ff.]. Die Technik wiederum bleibt weiterhin die Materialisation der Technologie, ist aber nun auch ein Teil der Technologie [BIND96, S. 89 ff.], vgl. Abbildung 2-1 (unten). Vor dem Hintergrund des eng verwobenen Verständnis-