

Markt- und Unternehmensentwicklung /  
Markets and Organisations

Hrsg.: Arnold Picot, Ralf Reichwald, Egon Franck  
und Kathrin Möslin

Daniel Gille

# **Wirtschaftlichkeit von RFID-Systemen in der Logistik**

Ex-Ante-Quantifizierung  
der ökonomischen Effekte  
allgegenwärtiger Informationsverarbeitung



**RESEARCH**

Daniel Gille

## **Wirtschaftlichkeit von RFID-Systemen in der Logistik**

# **GABLER RESEARCH**

## Markt- und Unternehmensentwicklung / Markets and Organisations

Herausgegeben von

Professor Dr. Dres. h. c. Arnold Picot

Professor Dr. Professor h. c. Dr. h. c. Ralf Reichwald

Professor Dr. Egon Franck

Professorin Dr. Kathrin Möslein

Der Wandel von Institutionen, Technologie und Wettbewerb prägt in vielfältiger Weise Entwicklungen im Spannungsfeld von Markt und Unternehmung. Die Schriftenreihe greift diese Fragen auf und stellt neue Erkenntnisse aus Theorie und Praxis sowie anwendungsorientierte Konzepte und Modelle zur Diskussion.

Daniel Gille

# **Wirtschaftlichkeit von RFID-Systemen in der Logistik**

Ex-Ante-Quantifizierung  
der ökonomischen Effekte  
allgegenwärtiger Informationsverarbeitung

Mit Geleitworten von

Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot und Prof. Dr. Günter Müller



**GABLER**

**RESEARCH**

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

Dissertation Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau, 2010

1. Auflage 2010

Alle Rechte vorbehalten

© Gabler Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2010

Lektorat: Ute Wrasmann | Sabine Schöller

Gabler Verlag ist eine Marke von Springer Fachmedien.

Springer Fachmedien ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.

[www.gabler.de](http://www.gabler.de)



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

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.

Umschlaggestaltung: KünkelLopka Medienentwicklung, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Printed in Germany

ISBN 978-3-8349-2558-9

## Geleitwort des Herausgebers

Betriebliche Informationssysteme tragen inzwischen in der überwältigenden Mehrheit aller Wirtschaftssektoren einen unverzichtbaren Anteil zum Erfolg von Unternehmen bei. „Smarte Dinge“, die mittels Rechen- und Kommunikationsmodulen interagieren und kontextsensitive Entscheidungen fällen, können als „verlängerter Arm“ herkömmlicher ERP- und SCM-Systeme und daher als „Enabler“ weiterer IT-basierter Ertragssteigerungen und Aufwandsreduktionen angesehen werden. Mit ihnen wird in vielen Primär- und Sekundärfunktionen der Unternehmung (Beschaffung, Ein- und Ausgangslogistik, Produktion etc.) ein Maß an computergestützter Allgegenwärtigkeit realisiert, das völlig neue Formen der Automatisierung und Effektivitätssteigerung ermöglicht. Radiofrequenz-Identifikation (RFID) nimmt in diesem Kontext die Rolle der ökonomisch derzeit relevantesten, wenngleich in ihrer reinen Form hinsichtlich Funktionalität noch ausbaufähigen Vorzeigetechnologie ein.

Eine zentrale Frage bei deren betrieblicher Anwendung richtet sich an die Determinanten und Voraussetzungen eines ökonomisch sinnvollen Einsatzes. Dieser wird durch die mit einer Investition in RFID-Systeme verbundenen Aus- und Einzahlungen über den gesamten Lebenszyklus, d.h. die Profitabilität der Technologieinvestition, definiert. Während Auszahlungen, d.h. einmalige und periodisch wiederkehrende Abflüsse finanzieller Mittel für die Anschaffung, Inbetriebnahme und Instandhaltung des RFID-Systems, mit gängigen Modellen des IT-Controlling gut abzuschätzen sind, sind die entsprechenden Einzahlungsüberschüsse oft schwer zu bestimmen, was Unsicherheit hinsichtlich der Vorteilhaftigkeit einer RFID-Investition im Vorfeld auslöst. Hier ist eine prozessorientierte Vorgehensweise erforderlich, die sowohl die Spezifika der mittels RFID zu unterstützenden Leistungserstellung als auch der Technologie selbst berücksichtigt. Dieses Problemfeld ist zentraler Gegenstand der Arbeit.

Der Autor leitet auf Basis einer eigenen empirischen Studie zur Nutzung von RFID in deutschen Firmen ein analytisches Modell ab, das für Teilprozesse der Logistik die Vorhersage der Profitabilität ermöglicht. Insbesondere der leistungskritische Prozess der Kommissionierung wird mit einem detaillierten und mehrere Ebenen umfassenden Prognose- und Bewertungsmodell adressiert, das Szenario-abhängig die Ex-Ante-Bestimmung veränderter Prozesseffizienz und -qualität ermöglicht. Mit der Ableitung kritischer Gesetzmäßigkeiten und Interdependenzen eines wirtschaftlich vorteilhaften RFID-Einsatzes in der Logistik wird eine wichtige Lücke in der Diskussion um Chancen und Risiken der UC-Technologie geschlossen. Die Arbeit transferiert damit wirtschaftswissenschaftliche Methoden auf ein wirtschaftsinformatisches Themengebiet und bereichert letztlich beide Disziplinen. Angesichts der Berücksichtigung

empirisch ermittelter Anforderungen von Anwendern sowie der abschließenden Anwendung des Modells mit realen Daten darf die Arbeit zudem eine hohe Praxisrelevanz für sich reklamieren. Ich wünsche ihr daher die verdiente Aufnahme sowohl in der Wissenschaft als auch in der betrieblichen Praxis.

Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot

## Geleitwort

In einer Welt, in der elektronische Geräte, Industrieprodukte und Haushaltsgegenstände aller Art zunehmend vernetzt sind und mit ihrer Umgebung interagieren, nimmt die Vision des „Allgegenwärtigen Rechnens“ langsam Gestalt an. Es sollte jedoch – bei aller Anerkennung der vollbrachten Fortschritte - nicht verschwiegen werden, dass der Paradigmenwechsel bislang weit weniger radikal ausgefallen ist, als dies von zahllosen Wissenschaftlern, Analysten und anderen Wirtschafts- und IT-Experten prognostiziert wurde.

Gerade RFID-Technologie, seit einigen Jahren das wohl meist zitierte Beispiel für Allgegenwärtiges Rechnen, hat sich längst nicht in der erwarteten Breite durchgesetzt. Zwar zeigen empirische Studien erste Fortschritte bei der Diffusion; allerdings spiegelt die Adaptionrate der vergangenen Jahre bei weitem nicht das prognostizierte Potenzial der Technologie wider. Dies mag zum Teil in den gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen begründet liegen. Die Zeit ist schlichtweg nicht ideal für risikobehaftete Investitionen in neue Formen der IT. Zum Teil gründet sich die Zurückhaltung jedoch auch auf (zu) hohe Kosten der Komponenten von RFID-Systemen, denen unsichere und oft schwer zu quantifizierende Kosteneinsparungen bzw. Umsatzerhöhungen gegenüber stehen.

Umso wichtiger sind Arbeiten wie die Vorliegende, die eine strukturierte und methodisch fundierte, dabei die Anforderungen der Praxis nie aus den Augen lassende Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen in RFID-Systeme unterstützen. Herr Gille adressiert in seiner Arbeit eine Lücke bei der Prognose und Bewertung von Zahlungsströmen einer RFID-Investition. Er fokussiert auf die Anwendungsdomäne der Logistik und generiert ein quantitatives Modell, das die prozessorientierte Bestimmung der Wirtschaftlichkeit einer RFID-Implementierung in bestehenden Logistikabläufen unterstützt. Durch die Spezifikation und exemplarische Anwendung des Modells mit Daten eines realen Anwendungsfalls gelingt ihm die Entwicklung eines Werkzeugs, das Unsicherheit bei anstehenden Investitionsentscheidungen reduziert, die Ableitung von Handlungsanweisungen ermöglicht und sich bei alledem durch hohe Praxisrelevanz auszeichnet. Daher ist das entwickelte Modell auch dann von Bedeutung, wenn sich aufgrund von Wettbewerbsdruck oder externen Auflagen die Entscheidung für oder gegen eine RFID-Implementierung erübrigt (z.B. „RFID-Mandate“ im Handel, EU-Dokumentationspflichten), jedoch Spielraum für eine individuelle und für das Anwenderunternehmen optimale Systemausgestaltung bleibt.

Die Kombination aus theoriegeleiteter und empirischer Forschung in Herrn Gilles Arbeit ist vorbildlich; die unterschiedlichen Konzepte und Analyseinstrumente (Investitionsrechnung, Logistik-Prozessmodellierung, Qualitäts-

kostentheorie, Multivariate Verfahren, Sensitivitätsanalyse etc.) sind in ihrer Anwendung höchst überzeugend. Die Summe der einzelnen Komponenten ergibt eine im wahrsten Sinne des Wortes interdisziplinäre Arbeit, die ihre wirtschaftswissenschaftliche Verankerung stets unterstreicht und doch ihre aus dem informationstechnologischen Fortschritt sowie Problemstellungen der Praxis abgeleitete Legitimation nie aus den Augen lässt. Ich wünsche der Arbeit daher die verdiente breite Aufnahme in Theorie und Praxis.

Prof. Dr. Günter Müller

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde im Wintersemester 2009/10 von der Wirtschafts- und Verhaltenswissenschaftlichen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau als Promotionsschrift angenommen. Sie entstand im Zuge meiner Tätigkeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Informatik und Gesellschaft und stellt das Ergebnis meiner Untersuchungen zur Quantifizierbarkeit der ökonomischen Auswirkungen von RFID-Anwendungen in Logistikprozessen dar. Im Laufe meiner Promotion hatte ich das große Glück, durch zahlreiche Personen unterstützt zu werden, die meine fachliche und persönliche Entwicklung maßgeblich beeinflusst und zum Gelingen der Dissertation beigetragen haben. Einigen dieser Wegbegleiter gilt mein ganz besonderer Dank:

Zuerst danke ich meinem Doktorvater und Mentor Prof. Dr. Günter Müller für die gewährte akademische Freiheit, die in Verbindung mit einer konsequenten Zielorientierung und stets hilfreicher und konstruktiver Kritik wesentlich das Gelingen der vorliegenden Arbeit gefördert hat.

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. Bernd Schauenberg möchte ich ganz herzlich für die Übernahme des Zweitgutachtens danken. Die Publikation der Arbeit im Rahmen der Schriftenreihe „Markt- und Unternehmensentwicklung“ der Gabler Edition Research unter der Herausgeberschaft von Herrn Prof. Dr. Dres. h.c. Arnold Picot, Prof. Dr. Prof. h.c. Dr. h.c. Ralf Reichwald, Prof. Dr. Egon Franck und Frau Prof. Dr. Kathrin Möslin hat mich sehr erfreut. Zudem bin ich dem Land Baden-Württemberg für die gewährte Unterstützung in Form eines Promotionsstipendiums zu Dank verpflichtet.

Besonders danken möchte ich den Kolleginnen und Kollegen der Abteilung Telematik des Instituts für Informatik und Gesellschaft, die mich sowohl fachlich als auch persönlich stets uneingeschränkt unterstützt haben. Hervorheben möchte ich meinen „Entdecker“ Prof. Dr. Stefan Sackmann sowie meinen „Ko-Mentor“ in der RFID-Projektgruppe, Dr. Jens Strüker, die mir während meiner gesamten Promotionszeit hochkarätige fachliche Unterstützung zukommen ließen und mich durch intensive Diskussionen und kritische Anregungen entscheidend voranbrachten. Zudem gilt mein Dank Herrn Dr. Titus Faupel, mit dem im Zuge der gemeinsamen Arbeit an Publikationen und Projekten viele Ideen kooperativ entwickelt wurden. Herrn Hinnerk Fretwurst möchte ich für die essentielle Unterstützung bei der Modellierung sowie der Erhebung und Analyse der Fallstudie danken.

Wichtige Diskussionspartner und Ratgeber waren darüber hinaus die Herren Dr. Oliver Prokein und Markus Ruch, denen ich dafür danken möchte. Besonderer

Dank gilt schließlich Herrn Lutz Lowis für seine stets souveräne, geduldige und hilfsbereite Unterstützung bei allen erdenklichen Tücken der Hard- und Software, Frau Julia Bär für die helfende Hand in allen bürokratischen und organisatorischen Belangen sowie allen nicht namentlich genannten Wissenschaftlichen Hilfskräften, die durch ihre Unterstützung insbesondere bei der empirischen Studie zum Gelingen der Dissertation beigetragen haben.

Schließlich gebührt ein besonders großer und von Herzen kommender Dank meiner Freundin Cornelia Wickerath und meinen Eltern Anne und Jürgen Gille sowie meinen Brüdern Christian und Alexander. Sie alle haben mich stets bedingungslos unterstützt und mir sowohl Rückhalt als auch den Freiraum gegeben, ohne den eine solche Arbeit nicht machbar gewesen wäre.

Daniel Gille

## Inhaltsverzeichnis

<b>Geleitwort des Herausgebers.....</b>	<b>V</b>
<b>Geleitwort .....</b>	<b>VII</b>
<b>Vorwort.....</b>	<b>IX</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>XI</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>XV</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>XIX</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>XXIII</b>
<b>1 Informationssysteme und Produktivität.....</b>	<b>1</b>
1.1 <b>Messung des Einflusses von IT auf die ökonomische Performance.....</b>	<b>3</b>
1.2 <b>Ubiquitous Computing und RFID.....</b>	<b>5</b>
1.2.1 Ubiquitous Computing.....	5
1.2.2 RFID als Treiber einer optimierten Logistik .....	7
1.3 <b>Modellbasierte Wirtschaftlichkeitsanalyse.....</b>	<b>8</b>
1.4 <b>Aufbau der Arbeit .....</b>	<b>10</b>
<b>2 Elemente einer RFID-Wirtschaftlichkeitsanalyse .....</b>	<b>13</b>
2.1 <b>Wirtschaftlichkeitsanalyse von IT-Systemen .....</b>	<b>13</b>
2.2 <b>Komponenten und Funktionalitäten von RFID-Systemen.....</b>	<b>18</b>
2.2.1 Komponenten von RFID-Systemen.....	18
2.2.2 Technische Systemparameter .....	20
2.2.3 Systemfunktionalitäten .....	22

<b>2.3</b>	<b>Anwendungsdomäne: RFID-Systeme in Logistikprozessen.....</b>	<b>27</b>
2.3.1	Teilprozesse der Logistikkette.....	28
2.3.2	Quantifizierung von Prozessoptimierung mittels Metriken.....	30
2.3.3	Praxisrelevanz von RFID-Systemen in Logistikprozessen.....	32
2.3.3.1	Datenbasis und Untersuchungsdesign.....	32
2.3.3.2	RFID-Einsatz in Teilprozessen der Logistik.....	35
2.3.3.3	Realisierung von Optimierungszielen.....	38
2.3.3.4	Hürden des RFID-Einsatzes.....	39
<b>2.4</b>	<b>Identifikation von RFID-Wirkungseffekten.....</b>	<b>41</b>
2.4.1	Konzeptionalisierung von Wirkungseffekten der IT.....	41
2.4.1.1	IT-Effekte: Automatisierung, Informatisierung und Transformation.....	41
2.4.1.2	RFID-Effekte.....	44
2.4.2	Einfluss von IT-Effekten auf RFID-Optimierungsziele: Empirie.....	47
<b>2.5</b>	<b>Anforderungsschema einer RFID-Wirtschaftlichkeitsanalyse.....</b>	<b>50</b>
<b>3</b>	<b>Eignung bestehender Ansätze der Wirtschaftlichkeitsanalyse.....</b>	<b>53</b>
<b>3.1</b>	<b>Etablierte Ansätze aus Investitionsrechnung und Performance Measurement.....</b>	<b>54</b>
3.1.1	Total Cost of Ownership.....	55
3.1.2	Prozesskostenrechnung.....	59
3.1.3	Verfahren der betriebswirtschaftlichen Investitionsrechnung.....	65
3.1.4	Scoringverfahren.....	68
3.1.5	Balanced Scorecard.....	71
3.1.6	Kennzahlen und Key Performance Indicators.....	73
3.1.7	Vergleichende Bewertung hinsichtlich einer Anwendbarkeit im RFID-Kontext.....	74
<b>3.2</b>	<b>Analyse der Nutzung etablierter Ansätze in der RFID-Praxis.....</b>	<b>76</b>
3.2.1	Verbreitung der Verfahren und Einflussfaktoren.....	77
3.2.2	Kombinierte Anwendung von Verfahren.....	82
3.2.3	Typologie der Verfahrensanwender.....	83
3.2.4	Zusammenhang zwischen Evaluationsverhalten und Prozessoptimierung.....	86

---

<b>3.3</b>	<b>Spezifische Ansätze der Wirtschaftlichkeitsanalyse für RFID-Systeme . 89</b>
3.3.1	Identifikationsframeworks ..... 90
3.3.2	Prognoseorientierte Ansätze: Analytische Modelle und Simulationsstudien ..... 91
3.3.3	Bewertungsorientierte Ansätze: Konzepte und Kalkulatoren ..... 94
3.3.4	Ex-Post-Messungen: Feldversuche und Pilotstudien ..... 96
<b>3.4</b>	<b>Offene Aspekte der RFID-Wirtschaftlichkeitsanalyse ..... 97</b>
<b>4</b>	<b>Modell zur Prognose und Bewertung RFID-induzierter Prozessoptimierung ..... 101</b>
<b>4.1</b>	<b>Allgemeines Bewertungsmodell ..... 102</b>
4.1.1	Konzeptionelle Ausrichtung ..... 102
4.1.2	Zugrunde liegende Definitionen und Annahmen ..... 104
4.1.3	Grundlegende Kennzahlentypen ..... 110
4.1.3.1	RFID-Auswirkungen ..... 111
4.1.3.2	Effizienz- und Qualitätskennzahlen ..... 112
4.1.3.3	Struktur- und Mengenkennzahlen ..... 116
4.1.3.4	Bewertungssätze ..... 118
4.1.3.5	Zahlungsströme ..... 120
4.1.3.6	Gesamtprofitabilität ..... 121
4.1.4	Grundlegende Relationen zwischen Kennzahlentypen ..... 121
4.1.4.1	Kalkulation effizienzbedingter Kosteneinsparungen ..... 121
4.1.4.2	Kalkulation von Qualitätskosteneinsparungen ..... 122
4.1.4.3	Interdependenzen zwischen Effizienz- und Qualitätskennzahlen ..... 123
4.1.4.4	Kalkulation der Investitionskosten ..... 124
4.1.4.5	Kalkulation der Gesamtprofitabilität ..... 128
<b>4.2</b>	<b>Anwendungsstudie Kommissionierung: Modellspezialisierung ..... 131</b>
4.2.1	Analyse von RFID-Auswirkungen ..... 131
4.2.1.1	Kommissionierung: Definition und ökonomische Relevanz ..... 131
4.2.1.2	Prozessanalyse I: Gestaltungsparameter von Kommissioniersystemen ..... 133
4.2.1.3	Prozessanalyse II: Prozessmodell der manuellen Kommissionierung ..... 142
4.2.1.4	Potenzialanalyse ..... 144

---

4.2.1.5	Systemanalyse .....	148
4.2.2	Abgrenzung von Migrationsszenarien .....	152
4.2.3	Szenario-spezifische Modellierung der Qualitätskennzahlen .....	154
4.2.4	Szenario-spezifische Modellierung der Effizienzkennzahlen .....	160
4.2.5	Modellierung von Mengenkennzahlen .....	167
4.2.6	Modellierung von Bewertungssätzen .....	170
4.2.7	Szenario-spezifische Modellierung der Investitionsauszahlungen .....	174
<b>4.3</b>	<b>Fallstudie Getränkedistribution: Modellevaluierung .....</b>	<b>176</b>
4.3.1	Ausgangslage, Kommissionierprozess und Parameterwerte im Praxisbeispiel .....	177
4.3.2	Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	182
4.3.3	Sensitivitätsanalyse .....	187
4.3.3.1	Variation von Transponderstückkosten und Kommissionierfehlerrate .....	188
4.3.3.2	Variation exogener Bewertungssätze .....	191
4.3.3.3	Variation von Prozessmengen .....	193
4.3.3.4	Parametervariationen bei Betrachtung zusätzlicher Risikofaktoren .....	195
4.3.4	Schlussfolgerungen aus der Modellanwendung .....	199
<b>5</b>	<b>Relevanz und Generalisierbarkeit der Ergebnisse .....</b>	<b>201</b>
<b>5.1</b>	<b>Erkenntnisbeitrag .....</b>	<b>201</b>
<b>5.2</b>	<b>Gestaltungsbeitrag .....</b>	<b>202</b>
<b>5.3</b>	<b>Grenzen der Übertragbarkeit .....</b>	<b>203</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>206</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>211</b>
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>235</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zusammenhang zwischen IT-Investitionen und Produktivität auf Firmenebene .....	3
Abbildung 2:	Eigenschaften des Ubiquitous Computing.....	6
Abbildung 3:	Verknüpfung von digitaler und physikalischer Welt via RFID.....	7
Abbildung 4:	Aufbau der Arbeit.....	12
Abbildung 5:	Zeitabschnitte von IT-Wirtschaftlichkeitsanalysen .....	15
Abbildung 6:	Komponenten von RFID-Anwendungssystemen.....	20
Abbildung 7:	Indirekte Funktionalitäten der RFID-Technologie .....	26
Abbildung 8:	Teilprozesse der innerbetrieblichen Logistikkette .....	29
Abbildung 9:	Verbreitung der RFID-Technologie unter den befragten Unternehmen .....	34
Abbildung 10:	RFID-Einsatz in verschiedenen Anwendungsfeldern gemäß RFID-Referenzmodell.....	36
Abbildung 11:	RFID-Einsatz in Teilprozessen der Logistik.....	37
Abbildung 12:	Realisierung angestrebter Optimierungsziele des RFID-Einsatzes.....	39
Abbildung 13:	Hürden des RFID-Einsatzes .....	40
Abbildung 14:	Unterstellter Modellzusammenhang der Regressionsanalyse .....	48
Abbildung 15:	Anforderungsschema der RFID-Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	52
Abbildung 16:	Komponenten des TCO-Modells.....	57
Abbildung 17:	Prognose und Bewertung RFID-bedingter Bearbeitungszeitreduktion mittels ABPM .....	63
Abbildung 18:	Exemplarische Anwendung der „RFID Scorecard“ .....	70
Abbildung 19:	Nutzungshäufigkeit von Wirtschaftlichkeitsanalyseverfahren zur Evaluation von RFID-Systemen.....	78

---

Abbildung 20:	Kombinierter Einsatz von Verfahren im Rahmen einer RFID-Wirtschaftlichkeitsanalyse .....	83
Abbildung 21:	Typologie der Anwender von Verfahren der Wirtschaftlichkeitsanalyse im RFID-Kontext.....	86
Abbildung 22:	Qualitätskostenkomponenten im Kontext von Auto-ID-Systemen.....	108
Abbildung 23:	Kennzahlentypen des allgemeinen Bewertungsmodells .....	111
Abbildung 24:	Relationen zwischen Kennzahlen im allgemeinen Bewertungsmodell.....	130
Abbildung 25:	Prinzipien der Güterbereitstellung in Kommissioniersystemen.....	135
Abbildung 26:	Modellrelevante Gestaltungsparameter des Materialflusssystems .....	136
Abbildung 27:	Modellrelevante Gestaltungsparameter des Informationssystems.....	140
Abbildung 28:	Modellrelevante Gestaltungsparameter des Organisationssystems .....	141
Abbildung 29:	Ablaufdiagramm des Ist-Kommissionierprozesses.....	143
Abbildung 30:	Potenziale einer RFID-basierten Bearbeitungszeitreduktion im Ist-Kommissionierprozess.....	145
Abbildung 31:	Kommissionierfehlertypen .....	146
Abbildung 32:	Potenziale einer RFID-basierten Fehlerprävention bzw. -kontrolle im Ist-Kommissionierprozess.....	147
Abbildung 33:	Mobile Datenerfassung mit dem „RFID-Handschuh“ .....	150
Abbildung 34:	RFID-Potenziale in Abhängigkeit von mobiler bzw. stationärer RFID-Erfassung im Soll-Kommissionierprozess.....	151
Abbildung 35:	Modellrelevante Migrationsszenarien.....	152
Abbildung 36:	Relation von Auftrags- zu Objektfehlern für verschiedene Auftragsgrößen und Objektfehlerwahrscheinlichkeiten .....	170
Abbildung 37:	Implementierung der Modellrelationen in Form eines Excel-Kalkulators .....	176
Abbildung 38:	Zahlungsströme im Praxisbeispiel.....	186

---

Abbildung 39:	Kapitalwerte der RFID-Szenarien bei variierenden Transponderstückkosten .....	189
Abbildung 40:	Kapitalwerte der RFID-Szenarien bei variierender Ausgangs-Kommissionierfehlerrate .....	190
Abbildung 41:	Kapitalwerte der RFID-Szenarien bei variierendem Arbeitslohn .....	191
Abbildung 42:	Kapitalwerte der RFID-Szenarien bei variierenden externen Fehlerkosten (Kompensationskosten) .....	192
Abbildung 43:	Kapitalwerte der RFID-Szenarien bei variierender Ausgangs-Objektmenge.....	193
Abbildung 44:	Kapitalwerte der RFID-Szenarien bei variierender Auftragsmenge (und Auftragsgröße).....	194
Abbildung 45:	Kapitalwerte der RFID-Szenarien bei Vervielfachung der einmaligen Integrations- und Softwarekosten um die Faktoren 2 bis 10 .....	196
Abbildung 46:	Kapitalwerte der RFID-Szenarien bei variierender jährlicher Tagpreisreduktionsrate .....	197

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Techn. Parameter von RFID-Anwendungssystemen in Abhängigkeit vom Systemtyp.....	21
Tabelle 2:	Exemplarische Darstellung von SGTIN-Nummern im EPC-Format.....	24
Tabelle 3:	Rahmendaten der empirischen Studie.....	33
Tabelle 4:	IT- und RFID-Wirkungseffekte.....	46
Tabelle 5:	Einfluss von IT-Effekten auf Erreichung RFID-basierter Prozessoptimierung.....	49
Tabelle 6:	Kategorisierung etablierter Ansätze der Kosten-Nutzen-Quantifizierung hinsichtlich einer Anwendbarkeit zur Evaluation von RFID-Systemen.....	75
Tabelle 7:	RFID-Wirtschaftlichkeitsanalyse in Abhängigkeit von realisierten bzw. angestrebten RFID-Effekten.....	79
Tabelle 8:	RFID-Wirtschaftlichkeitsanalyse in Abhängigkeit des Nutzungsstatus.....	80
Tabelle 9:	RFID-Wirtschaftlichkeitsanalyse in Abhängigkeit von der bisherigen Nutzungsdauer.....	81
Tabelle 10:	RFID-Wirtschaftlichkeitsanalyse in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße.....	82
Tabelle 11:	Cluster mit verschiedenen Typen von „RFID-Evaluatoren“.....	85
Tabelle 12:	Segmentierung von RFID-Anwendern anhand von Erfolgsvariablen.....	88
Tabelle 13:	Wirtschaftlichkeitsanalyse bei erfolgreichen und weniger erfolgreichen RFID-Anwendern.....	89
Tabelle 14:	Ansätze zur Identifikation RFID-bezogener Nutzenpotenziale.....	91
Tabelle 15:	Ansätze zur Prognose RFID-bezogener Nutzenpotenziale.....	93
Tabelle 16:	Ansätze zur finanziellen Bewertung RFID-bezogener Nutzenpotenziale.....	95

Tabelle 17:	Ansätze zur Ex-Post-Messung RFID-bezogener Nutzenpotenziale .....	96
Tabelle 18:	Effizienz- und Qualitätskennzahlen des allgemeinen Bewertungsmodells .....	116
Tabelle 19:	Struktur- und Mengenkennzahlen des allgemeinen Bewertungsmodells .....	118
Tabelle 20:	Bewertungssätze des allgemeinen Bewertungsmodells .....	120
Tabelle 21:	Zahlungsströme des allgemeinen Bewertungsmodells .....	120
Tabelle 22:	Einmalig auftretende Kosten und zugehörige Kennzahlen im allgemeinen Bewertungsmodell.....	126
Tabelle 23:	Laufende Kosten und zugehörige Kennzahlen im allgemeinen Bewertungsmodell.....	128
Tabelle 24:	Modellrelevante Szenarien der informationstechnischen Unterstützung im Ist-Kommissionierprozess.....	144
Tabelle 25:	Gestaltungsparameter der Systemdimensionierung und relevante Ausprägungen bei RFID-unterstützten Kommissionierprozessen.....	149
Tabelle 26:	Modellrelevante Szenarien der informationstechnischen Unterstützung im Soll-Kommissionierprozess.....	151
Tabelle 27:	Empirische Erfahrungswerte zu Zeitanteilen der gesamten Kommissionierzeit.....	162
Tabelle 28:	Norm-Basiszeiten für unterschiedliche Modi der Auftragsbereitstellung .....	164
Tabelle 29:	Norm-Totzeiten für unterschiedliche Modi der Quittierung.....	166
Tabelle 30:	Modellrelevante Effizienzkennzahlen in den Szenarien .....	167
Tabelle 31:	Zeitaufwand der Rekommissionierung im Verhältnis zur Kommissionierung .....	172
Tabelle 32:	Zeitaufwand der manuellen Prüfung im Verhältnis zur Kommissionierung .....	174
Tabelle 33:	Szenario-spezifische Kalkulation einmaliger und laufender Kosten von RFID-Systemen .....	175
Tabelle 34:	Exogene Parameterwerte im Praxisbeispiel.....	180

---

Tabelle 35:	Endogene Parameterwerte der Ebenen B bis D im Praxisbeispiel.....	183
Tabelle 36:	Zahlungsströme und Gesamtprofitabilität im Praxisbeispiel (Szenario 1) .....	184
Tabelle 37:	Zahlungsströme und Gesamtprofitabilität im Praxisbeispiel (Szenario 2) .....	185

**Abkürzungsverzeichnis**

ABC	Activity Based Costing
ABPM	Activity Based Performance Measurement
AHP	Analytic Hierarchy Process
Auto-ID	Automatische Identifikation
BER	Bearbeitungszeitreduktion
BSC	Balanced Scorecard
CAPM	Capital Asset Pricing Model
DPP	Direkter Produkt-Profit
DPR	Direkte Produkt-Rentabilität
EAN	European Article Number
EAS	Electronic Article Surveillance
EDI	Electronic Data Interchange
EPC	Electronic Product Code
EPCIS	EPC Information Service
ERP	Enterprise Resource Planning
EVA	Economic Value Added
FER	Fehlerreduktion
GTIN	Global Trade Item Number
HF	High Frequency (Kurzwellen)
IT	Informationstechnologie
KMU	Kleine und Mittlere Unternehmen
KPI	Key Performance Indicators
KWM	Kapitalwertmethode
LF	Low Frequency (Langwellen)
Imi	leistungsmengeninduziert
Imn	leistungsmengenneutral

MDE	Mobile Datenerfassung
MTM	Methods-Time Measurement
NPV	Net Present Value
ONS	Object Naming Service
OR	Operations Research
PBV	Pick-by-voice
PC	Personal Computer
PDA	Personal Digital Assistant
PKR	Prozesskostenrechnung
REJ	Rapid Economic Justification
RFID	Radiofrequenz-Identifikation / Radio Frequency Identification
SaaS	Software as a Service
SCOR	Supply-Chain Operations Reference
SGTIN	Serialized Global Trade Item Number
SHF	Super High Frequency (Zentimeterwellen)
SOA	Serviceorientierte Architektur / Service-oriented Architecture
TCO	Total Cost of Ownership
TEI	Total Economic Impact
TVO	Total Value of Opportunity
UC	Ubiquitous Computing
UHF	Ultra High Frequency (Dezimeterwellen)
UPC	Universal Product Code
URL	Uniform Resource Locator
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WLAN	Wireless Local Area Network

# 1 Informationssysteme und Produktivität

*„Productivity is a simple concept. It is the amount of output produced per unit of input. While it is easy to define, it is notoriously difficult to measure, especially in the modern economy. In particular, there are two aspects of productivity that have increasingly defied precise measurement: output and input.“<sup>1</sup>*

Die Rolle von Informationstechnologien (IT) bei der Generierung von ökonomischem Wert in Unternehmen, Industriezweigen und nationalen bzw. multinationalen Wirtschaftsräumen war und ist durch ein hohes Maß an Kontroversen und Unsicherheit gekennzeichnet. Nachdem bis Mitte der 1990er Jahre der empirische Nachweis der positiven Auswirkungen von IT in Produktivitäts- und anderen Performancestatistiken nur eingeschränkt möglich war (sogenanntes „Productivity Paradox“<sup>2</sup>), konnte schließlich durch eine Ausweitung der zugrunde liegenden Datenbasis mit Verzögerung eine positive Korrelation verifiziert werden.<sup>3</sup> Nichtsdestoweniger mehrten sich Stimmen, die angesichts der Wandlung von IT zum Gebrauchsgut<sup>4</sup> eine sinkende Relevanz im strategischen Entscheidungskalkül von Unternehmen prognostizierten.<sup>5</sup> Trotz Plausibilität der beobachteten Tendenz einer zunehmenden Standardisierung von IT-Komponenten ist zu hinterfragen, ob dies mit einer sinkenden Bedeutung im Technologiemanagement von Firmen gleichgesetzt werden kann: So verdeutlicht Abbildung 1, dass der Zusammenhang zwischen eingesetztem IT-Kapital und Multifaktorproduktivität<sup>6</sup> zwar in der Gesamtheit unzweifelhaft als positiv detektiert werden kann, für den Einzelfall jedoch keineswegs einen aus ökonomischer Sicht vertretbaren IT-Einsatz garantiert.<sup>7</sup> Es ist im Gegenteil bei Ausbleiben begleitender organisatorischer Anpassungen damit zu rechnen, dass im Einzelfall Unternehmen durch ihre Technologieinvestition im Verhältnis

---

<sup>1</sup> Brynjolfsson und Hitt (1998), S. 49.

<sup>2</sup> Vgl. Brynjolfsson (1993).

<sup>3</sup> Vgl. Brynjolfsson und Hitt (1996), S. 541ff.

<sup>4</sup> Engl.: Commodity.

<sup>5</sup> IT, so die Argumentation, erfüllt zunehmend alle Charakteristika einer Gebrauchsinfrastruktur, vergleichbar mit Telefonie und Stromversorgung. Daher sind zukünftig kaum strategische Wettbewerbsvorteile durch den Einsatz von IT, sondern allenfalls das Aufrechterhalten der Wettbewerbsfähigkeit, zu erwarten. Diese These wurde durch das Schlagwort „IT doesn't matter“ bekannt. Vgl. Carr (2003), S. 41ff.

<sup>6</sup> Produktivität bzw. Multifaktorproduktivität ist definiert als Verhältnis von Ausbringungsniveau einer Produktionseinheit zur Gesamtheit der für die Erstellung des Outputs verbrauchten Inputfaktoren (Arbeit, Kapital etc.) über einen gegebenen Zeitraum. Vgl. Diewert (2001), S. 85.

<sup>7</sup> Vgl. hierzu auch Dedrick, Gurbaxani und Kraemer (2003), S. 7.

zum Status quo schlechter gestellt werden.<sup>8</sup> Welches spezifische Kosten-Leistungs-Verhältnis im Einzelfall zu erwarten ist, lässt sich hingegen anhand von historischen Aggregatgrößen, die lediglich Input-Output-Relationen betrachten und von den zur Leistungserstellung relevanten Prozessen abstrahieren, kaum prognostizieren – insbesondere bei Investitionen in IT mit neuartigen Systemeigenschaften, für die keinerlei Erfahrungswerte vorliegen.

Um dennoch im Individualfall einen ökonomisch vorteilhaften Einsatz von IT-Systemen sicherzustellen, ist die Wirtschaftlichkeitsanalyse unverzichtbarer Bestandteil der Investitionsplanung.<sup>9</sup> In ihrem Kern dient sie der Ermittlung des Verhältnisses von Ertrag und Mitteleinsatz einer Investition in IT-Systeme.<sup>10</sup> Sie unterstützt dadurch maßgeblich die Vorbereitung, Umsetzung, Kontrolle und Anpassung von IT-Projekten. Da die Wirtschaftlichkeitsanalyse allerdings eher ein übergeordnetes Konzept bzw. ein Sammelbegriff für eine Vielzahl heterogener Verfahren darstellt, besteht bei Auftreten neuer Entwicklungen in der IT<sup>11</sup> der Bedarf, eine adäquate Anpassung entscheidungsrelevanter Parameter in entsprechenden Vorgehensmodellen und Verfahren vorzunehmen. Die Frage der ökonomischen Vorteilhaftigkeit ist aufgrund ex ante unbekannter Kausalitäten und Interdependenzen zwischen Technologie, Aufgabenträger und unterstütztem Leistungsprozess stets aufs Neue zu stellen. Daher steht zu erwarten, dass IT-Projekte ihren Status als strategisch relevante Investition auf mittlere Sicht beibehalten werden und die Wirtschaftlichkeitsanalyse verstärkt eine erfolgskritische Komponente des IT-Managements darstellen wird.

---

<sup>8</sup> Vgl. Brynjolfsson und Hitt (1998), S. 53f.

<sup>9</sup> Vgl. Stickel (2001), S. 63.

<sup>10</sup> Vgl. Heinrich und Lehner (2005), S. 369.

<sup>11</sup> Als Beispiel für gegenwärtige Entwicklungstendenzen im Hard- und Softwarebereich seien die Schlagworte „Mehrkernprozessoren“ (alternativ: Multicore-Prozessoren, Paralleles Rechnen) sowie das Paradigma der webbasierten Bereitstellung von Anwendungsprogrammen („Software as a Service“, SaaS) genannt. Bzgl. Mehrkernprozessoren vgl. Heroux, Raghavan und Simon (2006), S. 379ff.; bzgl. „Software as a Service“ vgl. Turner, Budgen und Brereton (2003), S. 38ff.

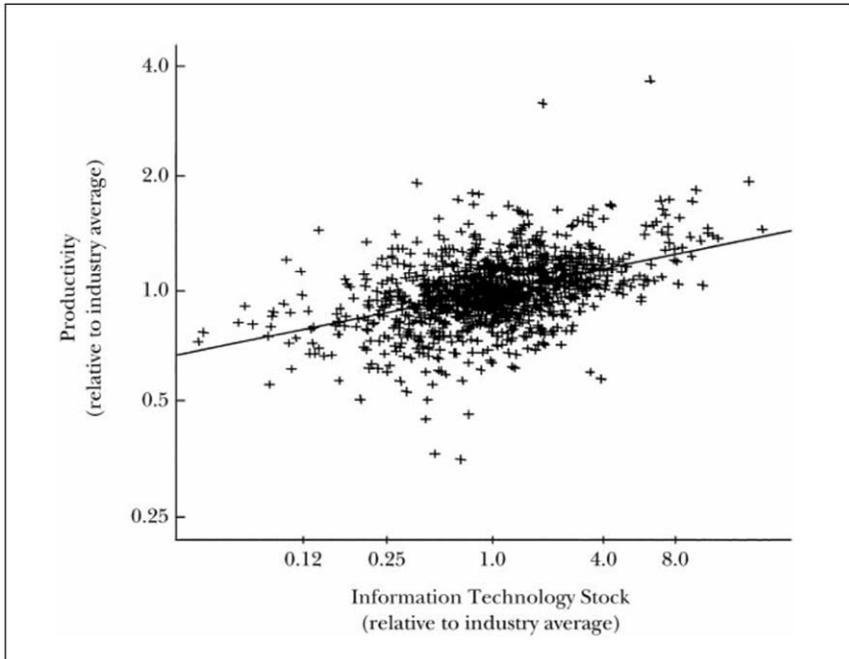


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen IT-Investitionen und Produktivität auf Firmenebene

Quelle: Brynjolfsson und Hitt (2000), S. 32.

## 1.1 Messung des Einflusses von IT auf die ökonomische Performance

Nicht nur im Hinblick auf informationstechnologische Weiterentwicklungen ist die Frage der ökonomischen Vorteilhaftigkeit von IT immer wieder neu zu stellen. Vielmehr verdeutlicht die Geschichte der Quantifizierung ökonomischer Auswirkungen der IT, dass darüber hinaus eine starke Abhängigkeit der Ergebnisse von betrachteter Analyseebene, verfolgten Zielsetzungen und zugrunde liegender Datenbasis gegeben ist.<sup>12</sup> Im Hinblick auf die mit der Analyse verfolgten Zielsetzungen stehen beispielsweise auf Länderebene ökonomische Aggregatgrößen wie Bruttoinlandsprodukt und Konsumentenrente im Vordergrund, während auf Firmenebene die Arbeitsproduktivität und in letzter Konsequenz

---

<sup>12</sup> Vgl. Hitt und Brynjolfsson (1996), S. 121ff.