

Griemert, Silke

## Research Report

# Entscheidungsmodell für den wirtschaftlichen RFID-Einsatz

Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Betriebswirtschaft, No. 2-2010

### Provided in Cooperation with:

Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Hochschule Koblenz - University of Applied Sciences

*Suggested Citation:* Griemert, Silke (2010) : Entscheidungsmodell für den wirtschaftlichen RFID-Einsatz, Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Betriebswirtschaft, No. 2-2010, Fachhochschule Koblenz - University of Applied Sciences, Fachbereich Betriebswirtschaft, Koblenz, <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:1105-opus4-97>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/113308>

#### Standard-Nutzungsbedingungen:

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

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

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

#### Terms of use:

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

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

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



<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de/>



FACHHOCHSCHULE  
KOBLENZ  
University of Applied Sciences

# Wissenschaftliche Schriften



Radio Frequency Identification (RFID)

Prof. Dr. Silke Griemert

Fachbereich  
**Betriebswirtschaft**  
Nr. 2 - 2010

Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Betriebswirtschaft  
Koblenz University of Applied Sciences

Entscheidungsmodell für den wirtschaftlichen  
RFID-Einsatz

von  
Prof. Dr. Silke Griemert

Vollbeleg: Griemert, Silke: Entscheidungsmodell für den wirtschaftlichen RFID-Einsatz, in: Wissenschaftliche Schriften des Fachbereichs Betriebswirtschaft, Koblenz University of Applied Sciences, Nr. 2 - 2010

Koblenz, Januar 2010

ISSN 1868-3711

Alle Rechte vorbehalten.

© Professor Dr. Silke Griemert, Fachhochschule Koblenz. Das Werk einschließlich seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne Zustimmung der Autoren unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

## WISSENSCHAFTLICHE SCHRIFTEN

Mit der Herausgabe der "Wissenschaftlichen Schriften" werden aktuelle Ergebnisse der Forschungstätigkeiten des Fachbereichs Betriebswirtschaft dokumentiert und sowohl in gedruckter als auch in elektronischer Form veröffentlicht.

Wissenschaftler, Praktiker und Studierende erhalten Einblick in die wirtschaftswissenschaftliche Forschungsarbeit des Fachbereichs, die sich mit betriebswirtschaftlichen, volkswirtschaftlichen und wirtschaftsjuristischen Fragestellungen befasst. Eine anwendungsorientierte Forschung stellt dabei sicher, dass die Aufarbeitung vorhandenen Wissens und die Suche nach neuen Erkenntnissen von Gestaltungshinweisen für die Unternehmenspraxis begleitet wird.

Die Wissenschaftlichen Schriften des Fachbereichs Betriebswirtschaft an der Koblenz University of Applied Sciences erscheinen mehrmals jährlich. Weitere Informationen unter:

[www.fh-koblenz.de/betriebswirtschaft](http://www.fh-koblenz.de/betriebswirtschaft).

### Schriftenleitung

Prof. Dr. Christoph Beck  
Dipl. Betriebswirtin Nadine Hürth  
Prof. Dr. Andreas Mengen  
Dipl. Betriebswirtin Martina Mürtz  
Prof. Dr. Holger Philipps  
Prof. Dr. Georg Schlichting

## **RFID**

Bedingt durch den ständig zunehmenden Kostendruck wird es für Unternehmen immer wichtiger, Kostensenkungspotenziale systematisch zu identifizieren. Eine von vielen Unternehmen genutzte strategische Option ist die internationale Arbeitsteilung. Kostenvorteile entstehen hier vor allem durch weltweit differierende Arbeitsentgelte und unterschiedliche rechtliche Rahmenbedingungen. Gleichzeitig erhöht sich aber die logistische Komplexität und droht, die Vorteile dieser Strategie zu konterkarieren.

In diesem Zusammenhang gewinnt die Identifizierung von Gütern mit Hilfe von Funketiketten (RFID = Radio Frequency Identification) immer größere Bedeutung. Sie ermöglicht es logistische Prozesse zu beschleunigen und weniger fehleranfällig zu machen. Häufig mangelt es jedoch an praktikablen Entscheidungshilfen für den Einsatz dieser Technologie. Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, die vielfältigen Kriterien für den RFID-Einsatz aufzuzeigen und zu systematisieren. Dabei werden sowohl monetäre als auch nicht-monetäre Größen berücksichtigt. Abschließend wird eine modifizierte Nutzwertanalyse vorgestellt, mit deren Hilfe der Entscheider die am besten geeignete Alternative auswählen kann.

# INHALTSVERZEICHNIS

WISSENSCHAFTLICHE SCHRIFTEN .....	I
RFID .....	II
ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS .....	V
1 PROBLEMSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE .....	1
2 AUFBAU UND BEDEUTUNG VON RFID-SYSTEMEN .....	2
2.1 Aufbau von RFID-Systemen.....	2
2.1.1 Komponenten von RFID-Systemen .....	2
2.1.2 Kennzeichnung von RFID-Systemen .....	3
2.1.3 Leistungsmerkmale von RFID-Systemen .....	5
2.2 Entwicklung des Marktes für RFID-Systeme .....	6
2.2.1 Technische Entwicklung .....	6
2.2.2 Entwicklung technischer Standards .....	6
2.2.3 Wirtschaftliche Entwicklung .....	8
3 RFID IN DER SUPPLY CHAIN .....	10
3.1 Grundlagen des Supply Chain Managements .....	10
3.2 Das SCOR-Modell als Abbild der Supply Chain.....	11
3.3 RFID-Einsatz in der Beschaffung.....	12
3.4 RFID-Einsatz in der Fertigung .....	12
3.5 RFID-Einsatz bei der Lieferung.....	13
3.6 Aktueller Stand des RFID-Einsatzes in der Supply Chain .....	14
4 EINSATZ VON RFID-SYSTEMEN ALS ENTSCHEIDUNGSPROBLEM.....	15
4.1 Entscheidungstheoretische Grundlagen .....	15
4.2 Beschreibung der vorliegenden Entscheidungssituation .....	15
4.3 Anforderungen an ein Entscheidungsmodell für den RFID-Einsatz.....	18
4.4 Aufbau des vorgelegten Entscheidungsmodells .....	19
5 MONETÄRE ENTSCHEIDUNGSRECHNUNG FÜR DEN EINSATZ VON RFID .....	20
5.1 RFID als Problem des Kostenmanagements .....	20
5.2 RFID als Problem der Investitionsrechnung .....	21
5.3 Darstellung des vorgeschlagenen Rechenansatzes.....	22
5.4 Ermittlung der Rechengrößen .....	25
5.4.1 Charakter der verwendeten Rechengrößen .....	25
5.4.2 Ermittlung der RFID-Produktkosten .....	26
5.4.3 Bestimmung der RFID-Abstimmungskosten.....	27
6 NICHT-MONETÄRE ENTSCHEIDUNGSKRITERIEN .....	32
6.1 Erfassung der nicht-monetären Entscheidungskriterien.....	32
6.2 Bewertung der nicht-monetären Entscheidungskriterien .....	33

7 ZUSAMMENFÜHRUNG DER BEWERTUNGEN.....	35
7.1 Nutzwertanalyse als Scoring-Modell .....	35
7.2 Nutzwertanalyse zur Beurteilung des RFID-Einsatzes .....	36
8 ANWENDUNG DES VORGESCHLAGENEN VERFAHRENS .....	39
9 ZUSAMMENFASSUNG .....	41
LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS.....	43
AUTORENPORTRAIT .....	48
SCHRIFTENVERZEICHNIS .....	49



## ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Architektur eines RFID-Systems .....	3
Abbildung 2:	Frequenzbereiche und relevante Eigenschaften für RFID .....	4
Abbildung 3:	Erwartete Kostenentwicklung für RFID-Transponder .....	9
Abbildung 4:	Beispiel für eine Supply Chain .....	10
Abbildung 5:	Aufbau des vorgelegten Entscheidungsmodells.....	20
Abbildung 6:	Lebensphasen von RFID-Systemen als Basis des vorgeschlagenen Rechenmodells.....	23
Abbildung 7:	Ablauf einer Nutzwertanalyse.....	36
Abbildung 8:	Beispiel für einen gewichteten Zielbaum zur RFID-Einführung.....	37
Tabelle 1:	Monetäre Zielgrößen marktgängiger RFID-Kalkulationsprogramme.	16
Tabelle 2:	Nicht-monetäre Zielgrößen marktgängiger RFID- Kalkulationsprogramme .....	17
Tabelle 3:	Beispiel für eine Entscheidung bei mehrfacher Zielsetzung.....	18
Tabelle 4:	Kostenkomponenten marktgängiger RFID- Kalkulationsprogramme	22
Tabelle 5:	Abgrenzung des vorgeschlagenen Rechenansatzes .....	26
Tabelle 6:	Schwerpunkte des Kostenanfalls in den Phasen der RFID- Nutzung.	28
Tabelle 7:	Beurteilungskriterien für die RFID und ihre Maßgrößen.....	39

## 1 PROBLEMSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE

Die Identifikation von Produkten mit Hilfe von Funketiketten, die Radio Frequency Identifikation ist keine neue Technologie, aber sie gewinnt mit zunehmender Miniaturisierung elektronischer Speicher- und Verarbeitungskomponenten immer stärker an Bedeutung. Wurden bisher nur ausgewählte innerbetriebliche Prozesse mit dieser Technologie unterstützt, so ist jetzt eine Ausweitung auf unternehmensübergreifende Aktivitäten zu beobachten. Die Kombination von vermehrter Nachfrage und technologischer Entwicklung führt zu einem immer breiter werdenden Angebot an technischen Lösungen.

Folge dieser Entwicklung ist, dass der Markt unübersichtlicher wird. Gab noch vor wenigen Jahren die reine Verfügbarkeit der Technik häufig den Ausschlag für eine Investitionsentscheidung, so reicht dieses grobe Verfahren heute nicht mehr aus. Diese dieses Beitrags ist, dass es eines standardisierten Vorgehens bedarf, mit dessen Hilfe unterschiedliche Angebote auf einem anonymen Markt gegeneinander abgewägt werden können.

Wegen der Neuartigkeit der einzuführenden Technologie und der Komplexität der damit verbundenen Veränderungen scheuen sich viele Unternehmen vor deren Einführung. Die Folge ist, dass die damit verbundenen Informationsgewinne nicht als Wettbewerbsvorteil genutzt werden können. Gleichzeitig bleiben Erfahrungskurveneffekte aus, die weitere Kostensenkungen ermöglichen. Viele produzierende Unternehmen verfolgen heute das Konzept der Kernkompetenzen. Damit verbunden ist die Aufteilung der wertschöpfenden Aktivitäten auf mehrere Unternehmen, die in einer Lieferkette, oder Supply Chain, miteinander verbunden sind. Für einen optimalen Ablauf der Prozesse ist es notwendig, den Datenaustausch zwischen den Unternehmen so schnell und unkompliziert wie möglich zu gestalten. RFID kann hierfür einen wichtigen Beitrag leisten.

Die heute bereits existierenden Lösungsansätze sind entweder zu einfach oder zu komplex. Ziel dieser Arbeit ist es deshalb, einen durchgängigen Entscheidungsweg aufzuzeigen, der sowohl monetäre als auch nicht-monetäre Entscheidungskriterien integriert. Dabei sollen die Auswirkungen der neuen Technologie vollständig erfasst werden, also während des gesamten Lebenszyklus und über die beteiligten Unternehmen der Supply Chain. Die vorliegende Arbeit bildet vereint sowohl praktische als auch theoretische Überlegungen. So wird zunächst das technische geprägte Umfeld der RFID-Anwendung beleuchtet. Es schließen sich Überlegungen zur Wahl der monetären Entscheidungsgrößen an, die durch nicht-monetäre Kriterien praxisorientiert ergänzt werden. Abschließend wird ein Entscheidungsmodell entwickelt, in dem die vorgenannten Entscheidungsgrößen zusammengeführt und priorisiert werden.

## 2 AUFBAU UND BEDEUTUNG VON RFID-SYSTEMEN

### 2.1 Aufbau von RFID-Systemen

#### 2.1.1 Komponenten von RFID-Systemen

Die Abkürzung RFID steht für Radio Frequency Identifikation bzw. Radio Frequenz Identifikation (vgl. Sweeny II, P.J., 2005, S. 9). Diese Technik gehört zu den Auto-Identifikations-Technologien und wird für die Kennzeichnung von Gegenständen, Tieren und Menschen verwendet (vgl. Kern, C., 2006, S. 1). Eine leistungsfähige RFID-Anwendung besteht aus folgenden Komponenten (vgl. Glasmacher, A., 2005, S. 24):

- Transponder
- Antennen
- Lesegerät
- Controller
- IT-Infrastruktur

**Transponder** (Kunstwort, bestehend aus Transmitter [to transmit: senden] und Responder [to respond: antworten]), auch Tags oder Smart Label genannt, sind Datenspeicher. Sie bestehen aus einem Trägermaterial oder einem Gehäuse, einer Antenne und einem integrierten Schaltkreis (IC), auf dem die verschlüsselten Daten gespeichert werden (vgl. Walk, F., 2006, S. 255). Einige Transponder verfügen darüber hinaus über eine eigene Stromversorgung.

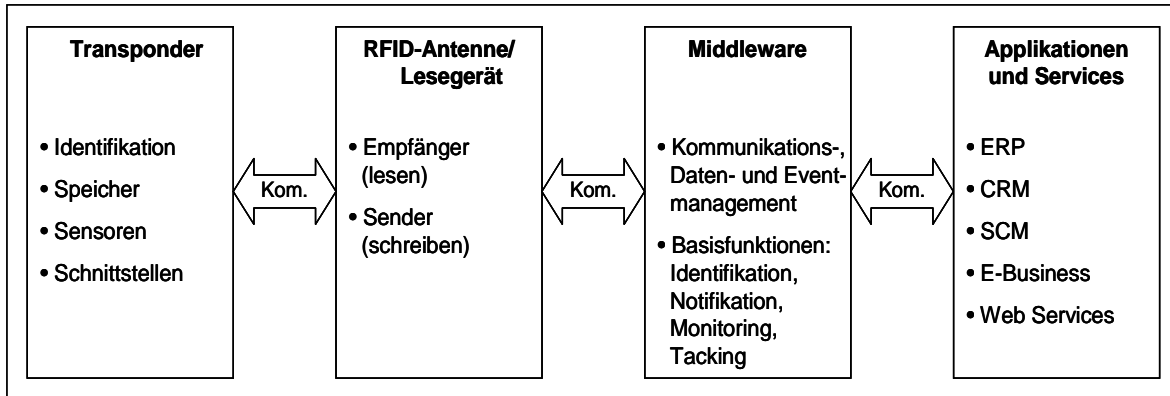
**Antennen** werden aus Gründen der Flexibilität häufig losgelöst vom Lesegerät angeboten und installiert. So können mehrere Antennen einem Lesegerät zugeordnet oder schwer zugängliche Montagepositionen realisiert werden (vgl. Glasmacher, A., 2005, S. 25).

**Lesegeräte**, auch als Leser oder Reader bezeichnet, empfangen die Transponderdaten, können sie teilweise aber auch verändern (vgl. Walk, F., 2006, S. 256). Dies geschieht auf der Basis von Funksignalen oder auch elektromagnetischen Wellen, die das Lesegerät aussendet und auf die der Transponder reagiert.

Als **Controller** werden industrielle PCs bezeichnet, in welcher die RFID-Transponderdaten dv-technisch verarbeitet werden. Controller ermöglichen bereits eine autarke RFID-Anwendung, mit der beispielsweise Bewegungen erfasst und Zugänge geöffnet werden. Darüber hinaus können Sie mit Hilfe einer Middleware-Software die empfangenen Signale an übergeordnete Anwendungssysteme zur Verarbeitung weitergeben.

Die übergeordneten **Applikationen und Services** binden RFID-Systeme über standardisierte Datenschnittstellen in die gängigen Warenwirtschafts-, Zeit-, Zutritts- und Transportdispositionssysteme ein (vgl. Glasmacher, A., 2005, S. 26). Die Daten können auch über das Internet ausgetauscht werden.

Abbildung 1: Architektur eines RFID-Systems



Quelle: In Anlehnung an Strassner, M., Fleisch, E., 2005, S. 47.

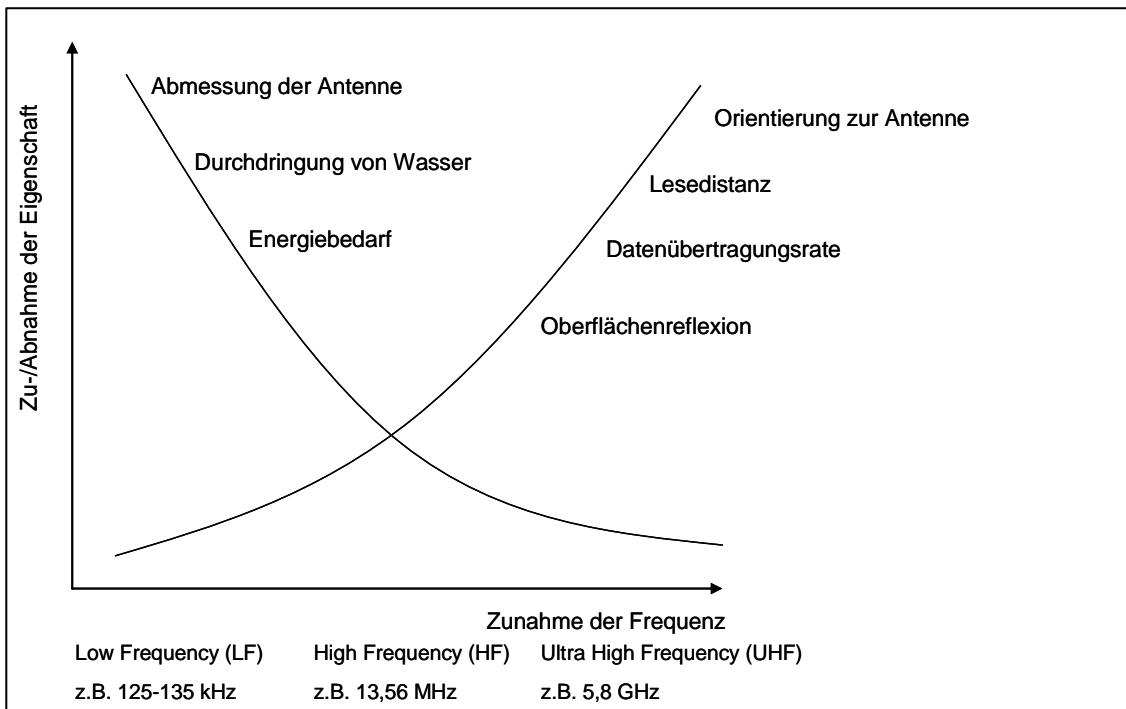
### 2.1.2 Kennzeichnung von RFID-Systemen

Aus der Vielzahl von Unterscheidungsmerkmalen von RFID-Systemen sollen im Folgenden die wichtigsten beschrieben werden.

Entscheidendes Kriterium für die Kennzeichnung von RFID-Anlagen spielt die **Betriebsfrequenz des Lesegerätes** (vgl. Wehking, K.-H./Seeger, F./Kummer, S., 2006, S. 1). Sie hat maßgeblichen Einfluss auf die Reichweite und das Verhalten in verschiedenen Medien. Da es sich bei RFID-Systemen aus rechtlicher Sicht um Funkanlagen handelt, sind außerdem gesetzliche Bestimmungen zu beachten. Die Auswahl eines RFID-Systems hat also einerseits technischen Erfordernissen, andererseits staatlichen Regeln zu folgen (vgl. Kern, C., 2006, S. 41, Henrici, D., 2008, S. 19). Als Frequenzbänder für RFID-Zwecke werden hauptsächlich genutzt:

- Niederfrequenz (NF bzw. LF) 135 KHz
- Hochfrequenz (HF) 13,56 MHz
- Ultrahochfrequenz (UHF) 868 MHz (Europa)/915 MHz (USA)
- Mikrowelle (MW) 2,45 GHz

Abbildung 2: Frequenzbereiche und relevante Eigenschaften für RFID



Quelle: Kern, C., 2006, S. 41.

Positiv an hohen Schwingungsfrequenzen sind die hohe Daten-übertragungsrate, der niedrige Energieverbrauch und die tendenziell höhere Lesereichweite.

Nachteilig ist, dass sich elektromagnetische Wellen dem sichtbaren Licht umso ähnlicher verhalten, je höher die Schwingungsfrequenz wird. Die Folge ist eine stärkere Oberflächenreflexion, was sich nachteilig auf die Zuverlässigkeit der Leseergebnisse auswirkt. Die Durchdringung von Wasser lässt nach, was den Einsatz bei lebenden Objekten erschwert.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal ist die **Stromversorgung der Transponder**. Hier gibt es (vgl. Wehking, K.-H., Seeger, F., Kummer, S., 2006, S. 2.; Sweeny II, P.J., 2005, 87 ff.):

- Passive Transponder besitzen keine eigene Stromversorgung, sondern gewinnen ihre Betriebsenergie aus der Einkopplung in das Antennenfeld.
- Aktive Transponder verfügen über eine eigene Batterie. Bei Aktivierung durch das Lesegerät generieren sie ein Signal, mit dem sie die Transponderdaten übermitteln. Dadurch erreichen sie eine vielfach höhere Sendeleistung. Da jeder Lesevorgang Energie verbraucht, ist die Lebensdauer dieser Tags begrenzt.
- Semiaktive Transponder besitzen ebenfalls eine eigene Batterie. Deren Energie fließt aber ausschließlich in spezielle Messsensoren (z.B. Temperaturüberwachung), während der eigentliche Transponder passiv ist.

Ebenfalls von Bedeutung ist die verwendete **Speichertechnologie** (vgl. Glasmacher, A., 2005, S. 27):

- Read-Only-Transponder können von den Lesegeräten nur ausgelesen werden. Bei der Programmierung durch den Hersteller werden Daten fest hinterlegt.

Zusätzliche variable Informationen, wie beispielsweise Datum und Uhrzeit der Herstellung, müssen auf einer externen Datenbank hinterlegt werden.

- Read-Write-Transponder können über das Lesegerät mit zusätzlichen Informationen beschrieben werden. Dadurch sind aktuelle Informationen dezentral am Objekt verfügbar.

Aufgrund der geringeren Komplexität sind Read-Only-Transponder kostengünstiger als solche mit Read-Write-Eigenschaften. Gleiches gilt für passive und aktive Varianten der Stromversorgung.

### 2.1.3 Leistungsmerkmale von RFID-Systemen

Die **Lesereichweite** von RFID-Systemen kann von wenigen Millimetern (passive Systeme) bis zu 100 Metern (aktive Systeme) variieren. Folgende Aufstellung gibt einen groben Überblick über die Abhängigkeit der Lesereichweite von der Funkfrequenz und der Energieversorgung der Transponder (vgl. Walk, F., 2006, S. 259):

	Passiv	Aktiv
NF	bis zu 1,5 m	bis zu 3,0 m
HF	bis zu 1,5 m	bis zu 3,5 m
UHF	bis zu 5,0 m	bis zu 30 m
MW	bis zu 0,5 m	bis zu 100 m

Eine hohe Reichweite sollte jedoch nicht mit hoher Qualität gleich gesetzt werden. So können etwa sich überschneidende Funkfelder den Erfolg einer RFID-Anwendung gefährden.

Auch die **Leserichtung** der Transponder wird von der Funkfrequenz bestimmt. Je höher die Frequenz, desto gerichtet der Lesekegel – und desto gezielter ist die Erfassung spezieller Objektgruppen möglich. So genannte Peiltransponder ermöglichen darüber hinaus eine genaue Ortung von Objekten, z.B. von Containern auf einem großen Lagergelände (vgl. Glasmacher, A., 2006, S. 29).

**Gruppenerfassung**, auch Pulkidentifikation genannt, ist ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal von RFID gegenüber Barcode-Systemen. So ist es heute möglich, ganze Gruppen sich bewogender Objekte, z.B. im Vorbeifahren, zu identifizieren. Technisch wird dies durch ein so genanntes Anti-Kollisionsverfahren möglich, welches verhindert, dass sich die Transponder gegenseitig beeinflussen. Das Lesegerät kommuniziert dabei innerhalb von Millisekunden selektiv mit jedem einzelnen Transponder (vgl. Glasmacher, A., 2005, S. 28, Wehking, K.-H., Seeger, F., Kummer, S., 2006, S.3).

Die **Beeinflussbarkeit** der Funkwellen durch technische und physikalische Rahmenbedingungen ist entscheidend für die Zuverlässigkeit des Lese- bzw. Schreibvorganges. Hierbei sind in der Supply Chain besonders relevant (vgl. Walk, F. 2006, S. 258 f., Glasmacher, A., 2005, S. 27 ff., Henrici, D., 2008, S. 89 f.):

- Elektromagnetische Einflüsse, beispielsweise durch Mobiltelefone oder Magnetkartenleser. Sie können den Lese-/ Schreibvorgang stören, aber auch die gespeicherten Daten vollständig unbrauchbar machen.
- Verpackungsmaterial, das den Transponder umgibt. So kann der RFID-Tag durch robuste Gehäuse vor Schmutz, Farbe oder Feuchtigkeit geschützt werden. Er kann dann während aller Produktions- und Transportvorgänge beim zu identifizierenden Objekt verbleiben. Zum anderen werden Transponder auch unsichtbar in Produkte integriert, um Zerstörung, Manipulation, Diebstahl oder Produktpiraterie entgegen zu wirken. Je dichter diese den Transponder umgebenden Materialien, desto geringer dessen Reichweite.
- Metall erschwert nach dem Prinzip des sogenannten Faraday'schen Käfigs eine hundertprozentige Leserate. So kann es beim Einsatz von metallenen Transportbehältern, etwa Containern, Gitterboxpaletten, zu Frequenzverschiebungen kommen. Probleme bereiten auch zu identifizierende Objekte aus Metall. Hier müssen speziell abgeschirmte „mount-on-metal-Transponder“ eingesetzt werden (vgl. Wehking, K.-H., Seeger, F., Kummer, S., 2006, S. 8).
- Bei der Erkennung von Produkten mit hohem Wasseranteil, etwa Lebensmitteln, kommt es zu verminderter Leistung durch Absorption der elektromagnetischen Wellen.

## **2.2 Entwicklung des Marktes für RFID-Systeme**

### **2.2.1 Technische Entwicklung**

Vom Blickwinkel der technischen Reife her sind Nieder- und Hochfrequenz-RFID-Systeme am weitesten entwickelt. Auch hier sind aber noch Leistungssteigerungen von bis zu 25% möglich (vgl. Walk, F., 2006, S. 265). Ziel der Entwicklungsbemühungen sind Kostensenkungen, einfachere Installation und Betrieb.

Ultrahochfrequente RFID-Anwendungen befinden sich dagegen immer noch in einer frühen Phase der Technologieentwicklung. Hier ist aufgrund der laufenden Standardisierungsprozesse in den nächsten Jahren mit permanenten Neuentwicklungen zu rechnen. Aufgrund des schnellen Wechsels von Produktgenerationen sind hier Anbieter zu bevorzugen, welche langfristige und kompatible Produktstrategien verfolgen (vgl. Walk, F., 2006, S. 265).

Ein besonderes Augenmerk wird in Zukunft auf den Aspekten Datensicherheit, Datenintegrität und Datenschutz liegen (vgl. Walk, F., 2006, S. 266, Kramer, P. Baumgärtner, J., 2005, S. 44 f.).

### **2.2.2 Entwicklung technischer Standards**

Für die RFID-Technologie als relativ junger und dynamischer Technik ist es von besonderer Bedeutung, dass die weltweite Entwicklung auf einer möglichst einheitlichen Basis verläuft. Nur so kann der volle Nutzen durch unternehmens- und bereichsübergreifende Anwendungen ausgeschöpft werden. Auch werden unnötige

Kosten bei der Produktentwicklung sowie bei einem späteren Anbieterwechsel vermieden.

Weltweit wurden deshalb Standardisierungsgremien gegründet, die sich um eine Vereinheitlichung der RFID-bezogenen Regeln bemühen. Je nach Standardisierungsaspekt können die folgenden Gebiete unterschieden werden (vgl. Wehking, K.-H., Seeger, F., Kummer, S., 2006, S. 2; Clasen, M., Jansen, R., Hustadt, J., 2006, S. 74 ff.):

### **Technologiestandards:**

Sie legen die grundlegenden technischen Eigenschaften der RFID-Systeme fest und beschreiben sie. Dies gilt beispielsweise für die zu verwendenden Frequenzbereiche und die Gestaltung der Luftschnittstelle Antenne - Transponder (ISO 18000).

### **Anwendungsstandards:**

Dieser noch im Ausbau befindliche Bereich empfiehlt auf einzelne Anwendungen angepasste technische Lösungen. Für den Einsatz in der Supply Chain sind dabei die Normen ISO 11784 und 142233 (Containeridentifikation) und ISO 17363 und 17367 (Bündelung im Logistischen Bereich) von Interesse.

### **Datenstandards:**

Ein reibungsloser Datenaustausch innerhalb der Supply-Chain benötigt ein einheitliches Datenformat und eine einheitliche Datenorganisation. So legt etwa das Datenprotokoll aus ISO/IEC 15962 die Syntax der auf dem Transponder gespeicherten Daten fest. Auf den einheitlichen Standards kann übergeordnete Anwendungssoftware aufsetzen.

### **Zulassungsvorschriften:**

RFID-Systeme gelten als Funkanlagen und unterliegen entsprechenden nationalen und internationalen Vorschriften. Diese werden von staatlichen Einrichtungen und supranationalen Organisationen erlassen und geben Funkfrequenzen und maximale Sendeleistungen vor.

Eine besondere Bedeutung bei der Erarbeitung international gültiger Standards kommt der Non-Profit-Organisation EPCglobal (Electronic Product Code) zu. Sie entwickelt wirtschaftliche und technische Standards für das EPC-Netzwerk, das im Sinne von Herstellern, Handel und Verbrauchern einen schnellen und sicheren Austausch von Produktdaten ermöglicht. Die Basis bildet dabei der Elektronische Produktcode EPC, womit ein erster Schritt Richtung RFID-Standardisierung getan ist (vgl. EPCglobal, 2006a, S.1). Neben technischen Aspekten spielt vor allem auch die weltweite Vereinheitlichung von Geschäftsprozessen eine entscheidende Rolle für die erfolgreiche Umsetzung von RFID in länderübergreifenden Supply Chains (vgl. EPCglobal, 2006b, S.1). Deutschland ist in dem genannten Gremium durch die Organisation GS1 (German Section 1) vertreten.

Die wesentlichen Vorteile des EPC-Global-Netzwerkes sind (vgl. Clasen, M., 2006, S. 191):

- Die Bereitstellung von Echtzeit-Informationen. Dafür wird auf das bestehende Internet aufgebaut, weshalb das EPCglobal-Netzwerk auch als „Internet der Dinge“ bezeichnet wird.



- Die jederzeitige Standortbestimmung von Objekten. Sie ermöglicht neben der Verfolgung des Lieferstatus auch das Aufspüren von Produktfälschungen, etwa durch Nachvollziehen des Transportweges.
- Die Informationstransparenz entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Dies ist besonders für Produkte von Bedeutung, für die der Gesetzgeber eine lückenlose Rückverfolgbarkeit vorgegeben hat (Lebensmittel, Pharmazeutika).

### 2.2.3 Wirtschaftliche Entwicklung

Wie mit vielen neuen Technologien sind auch mit der Funkidentifikation hohe Erwartungen verknüpft. Bei Anwendungen im militärischen Bereich wurden Rentabilitäten von über 1000% vorhergesagt (vgl. Doerr, K.H., Gates, W.R., Mutty, J.E., 2006, S. 727). Von einem Quantensprung in der Logistik wurde gesprochen (vgl. Ammann, R., 2005, S. 36). Optimistische Prognosen sehen den RFID-Markt zwischen 2004 und 2008 in den Ländern der alten EU-Staaten bereits von knapp 400 Millionen Euro auf über 2,5 Milliarden Euro wachsen (vgl. Schenk, M., 2005, S. 1).

Dem steht die Tatsache gegenüber, dass die Einführung von RFID-Systemen im Supply Chain Management erst am Anfang steht. Operative Anwendungen finden sich derzeit nur in geschlossenen logistischen Systemen wie der Produktionssteuerung und dem Behältermanagement (vgl. Strassner, M., Fleisch, E., 2005, S. 45). Daraus wird deutlich, dass die Wachstumsprognosen für RFID-Anwendungen differenziert betrachtet werden müssen. Hatte man in den vergangenen Jahren die UHF-Technologie als einzig leistungsfähig angesehen, werden heute unterschiedliche RFID-Lösungen für verschiedenartige Probleme befürwortet (vgl. Walk, F., 2006, S. 266). Folgende Frequenzbereiche und Anwendungen haben sich im Bereich des Supply Chain Managements etabliert (vgl. Walk, F., 2006, S. 266):

#### **Niederfrequenzbereich**

Zeiterfassung, Zutrittskontrolle, Wegfahrsperrung, Schließsysteme, Industrieautomation, Kennzeichnung von Anlagevermögen (Werkzeuge/Maschinen, medizinische Geräte, Computer,..)

#### **Hochfrequenzbereich**

Zeiterfassung, Zutrittskontrolle  
 Verwaltung von Anlagevermögen  
 Logistikanwendungen (Express & Parcel, Airline Industrie,...)  
 Kennzeichnung von Einzelgegenständen (Textil, hochwertige Konsumgüter,...)  
 Produktkennzeichnung im Handel (Intelligente Regale, Abgangserfassung,...)

#### **Ultrahochfrequenzbereich**

Supply Chain Logistik Anwendungen auf Paletten- und Kistenebene  
 Produktverfolgung („Tracking and Tracing“)  
 Straßenbenutzungsgebühren  
 Kennzeichnung von Einzelgegenständen (wieder verwendbare Paletten und Kisten)

#### **Mikrowellenbereich**

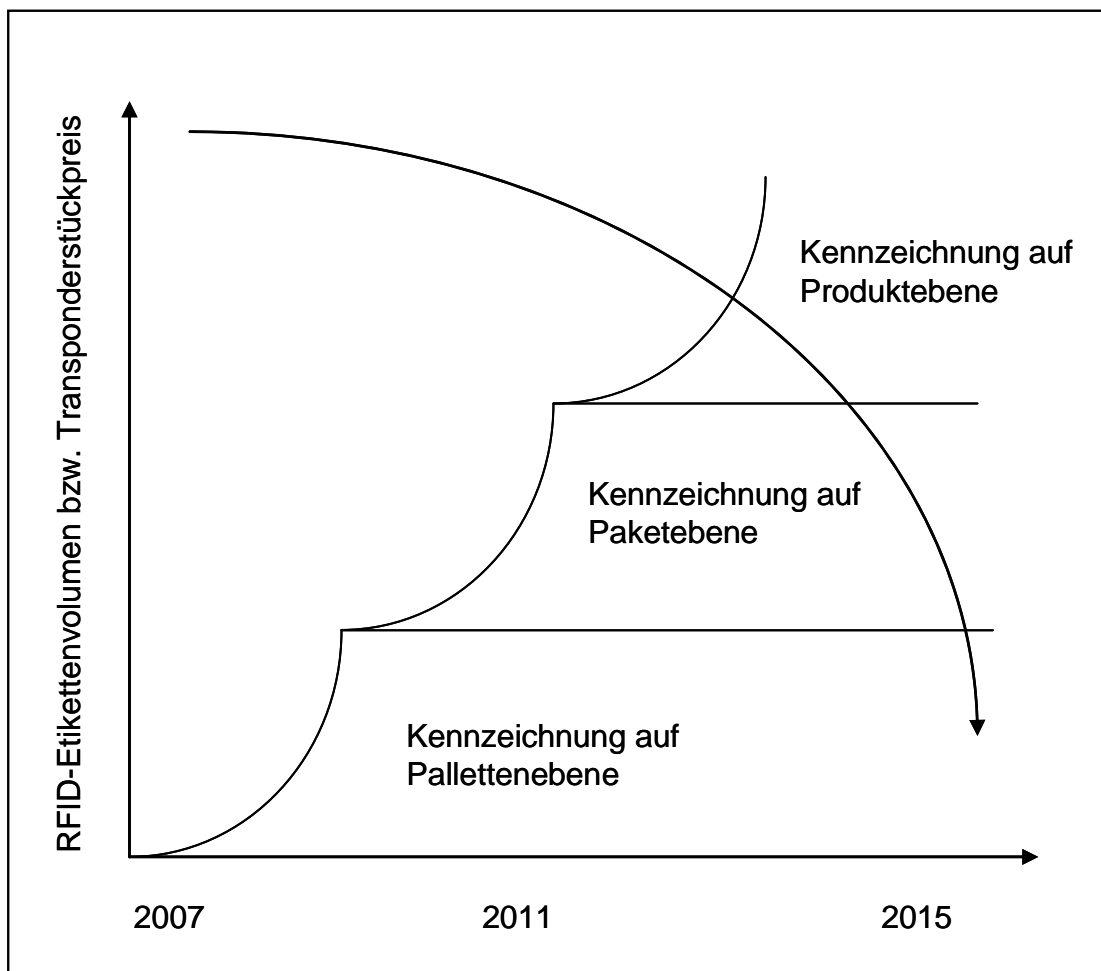
Straßenbenutzungsgebühren

## Containerverfolgung („Tracking and Tracing“) Zugangskontrolle für Fahrzeuge

Insgesamt liegt das durchschnittliche reale Wachstum für RFID Hardware seit einigen Jahren bei ca. 30%. Dabei wächst die Menge der Transponder im Vergleich zur den abgesetzten Lesegeräten überproportional. Aber auch Softwareprodukte und die dazugehörigen Hardwareinstallationen gehören zu den Wachstumstreibern (vgl. Walk, F., 2006, S. 266).

Das Wachstum des RFID-Marktes ist aus zwei Gründen von großer Bedeutung. Zum einen werden aufgrund des wachsenden Marktvolumens Erfahrungskurven- und Größendegressionseffekte erwartet (vgl. o.V., 2005b, S. 21; Dönges, H., 2005, S. 475). Diese führen zu sinkenden Stückkosten, so dass eine größere Zahl von RFID-Anwendungen wirtschaftlich erscheint (vgl. DesMarteau, K., 2004, S. 44; Jansen, R., Mannel, A., 2005, S. 89). Abbildung 3 zeigt die wahrscheinliche Entwicklung der Transponderpreise in Abhängigkeit von der verwendeten Menge. Wird heute weitgehend auf Palettenebene gekennzeichnet, so geht die Entwicklung in Richtung Paket-, bzw. Produktidentifizierung (Pallet-, Case- und Item-Tagging). Während die RFID-Kennzeichnung von Paletten in der Regel mehrfach genutzt werden kann, gehen die Tags auf Kartons und Produkten mit diesen unter.

**Abbildung 3: Erwartete Kostenentwicklung für RFID-Transponder**



Quelle: In Anlehnung an Jansen, R., Mannel, A., 2005, S. 90.

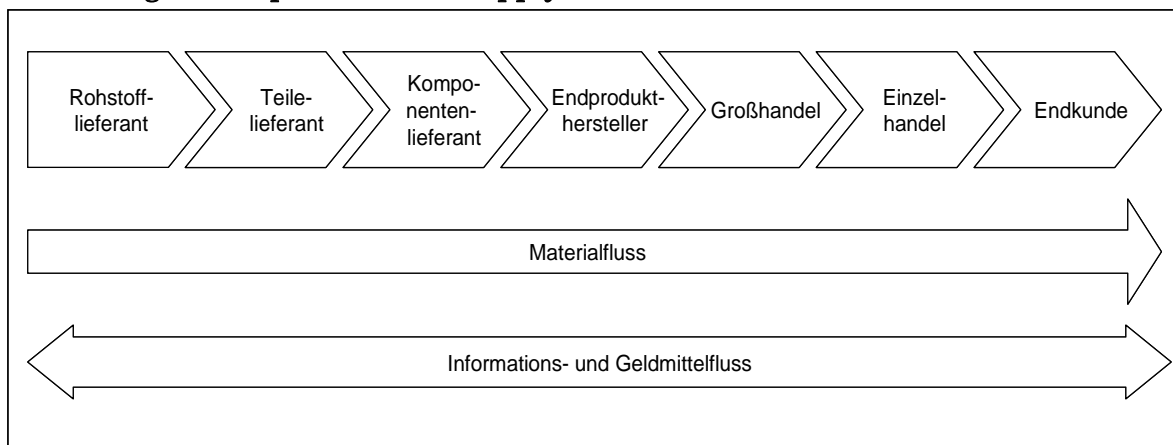
Zum anderen erfordert ein breiteres Anbieterspektrum eine systematischere Vorgehensweise bei der Systemwahl. Wo es wie bisher nur eine begrenzte Zahl an Anbietern gab, mussten oft wirtschaftliche Überlegungen hinter Frage der Lieferbarkeit in den Hintergrund treten. Je vergleichbarer jedoch die Angebote, desto wichtiger wird ein standardisiertes Vorgehen bei der Anbieterwahl (vgl. Vojdani, N., Spitznagel, J., Resch, S., 2006, S. 61).

### 3 RFID IN DER SUPPLY CHAIN

#### 3.1 Grundlagen des Supply Chain Managements

In Zeiten ständig wachsenden Wettbewerbsdrucks versuchen immer mehr Unternehmen, ihre Kosten durch Supply Chain Management zu senken. Das ist die Zusammenarbeit rechtlich selbstständiger Unternehmen mit dem Ziel, die relevanten Teile der Wertschöpfungskette flussorientiert zu koordinieren (vgl. Weber, J., Bacher, A., Groll, M., 2003, S. 10). In einer umfassenden Sichtweise ist es die Aufgabe des Supply Chain Managements, sowohl die Material- und Informationsflüsse entlang der gesamten Wertschöpfungskette als auch die Kooperationsbeziehungen zu den Lieferanten und Kunden in der Kette zu gestalten (vgl. Seuring, S., 2001, S. 615). Wie Abbildung 4 zeigt, stellt die Supply Chain in der Praxis jedoch weniger eine „Kette“, sondern ein Netzwerk von Unternehmen dar. Es schließt alle an der Leistungserstellung beteiligten Organisationen von der Lieferquelle bis zum Konsumenten ein (vgl. Schmidt, D., 2006, S. 18).

**Abbildung 4: Beispiel für eine Supply Chain**



Quelle: In Anlehnung an Schmidt, D., 2006, S. 19.

Der Begriff der Supply Chain wird in der betriebswirtschaftlichen Literatur sehr unterschiedlich definiert. Dabei können zwei Grundtypen unterschieden werden (vgl. Göpfert, I., 2002, S. 28 f.):

- Abgrenzungen mit direktem Bezug auf die betriebswirtschaftliche Logistik und
- Abgrenzungen, welche die unternehmensübergreifende Gestaltung der Geschäftsprozesse in den Mittelpunkt stellen.

Wegen des engen Bezugs des RFID zur betrieblichen Logistik soll in diesem Beitrag der erstgenannte Definitionsansatz verwendet werden. Demnach zählen zu den Aufgaben des Supply Chain Managements die Planung und Kontrolle des gesamten Material- und Dienstleistungsflusses, einschließlich der damit verbundenen Informations- und Geldflüsse innerhalb eines Netzwerkes von Unternehmen und deren Bereichen. Die aufeinander folgenden Stufen der Wertschöpfungskette sollen an der Entwicklung, Erstellung und Verwertung von Sachgütern und/oder Dienstleistungen partnerschaftlich zusammenarbeiten, um Effektivitäts- und Effizienzsteigerungen zu erreichen (vgl. Hahn, D., 2000, S. 12).

### 3.2 Das SCOR-Modell als Abbild der Supply Chain

Als Basis für die Identifizierung von Objekt in Logistikvorgängen bietet sich das Supply-Chain-Operations-Reference-Modell (SCOR-Modell) an. Dieses branchenunabhängige Modell wurde vom Supply Chain Council (SCC, Supply Chain Council), einer Non-Profit-Organisation, entwickelt und dient zum Darstellen, Analysieren und Konfigurieren von Supply-Chains (vgl. Schmidt, D., 2006, S. 54 ff.). So wird ein branchenunabhängiger Standard für unternehmensübergreifende Supply Chains geschaffen (vgl. Weber, J., 2002a, S. 197).

Die **Prozessebene** stellt die fünf Kernprozesse Planung (Plan), Beschaffung (Source), Herstellung (Make), Distribution (Deliver) und Entsorgung (Return) und ihre Beziehungen dar (vgl. SCC, 2006, S. 6).

Auf der **Konfigurationsebene** werden für jeden der fünf Kernprozesse standardisierte Prozesskategorien angeboten. Sie bilden die häufigsten praktischen Ausprägungen der Kernprozesse ab, etwa die Fertigung auf Lager und die Auftragsfertigung (vgl. SCC, 2006, S. 9). Mit Hilfe der Prozesskategorien ist es möglich, die Aufgabenverteilung zwischen den Supply Chain Partnern nachzuzeichnen.

Auf der **Gestaltungsebene** dienen Prozesselemente dazu, die Prozesskategorien noch weiter zu detaillieren. So umfasst beispielsweise die Produktion auf Lager die Prozesselemente Produktionsplanung, Materialausgabe, Produktion, Verpacken, Einlagerung und Produktionsfreigabe. Jedes Prozesselement wird durch vorgegebene Maßgrößen, Instrumente, Inputs und Outputs genau definiert (vgl. SCC, 2006, S. 11 ff.).

Die **Implementierungsebene** ist im SCOR-Modell (Supply Chain Operations Reference) bewusst nicht ausformuliert. Hier können durch weitere Detaillierung unternehmens- bzw. branchenspezifische Besonderheiten bei der Prozessgestaltung berücksichtigt werden.

Das SCOR-Modell ist explizit darauf gerichtet, die Schnittstellen zwischen den Supply Chain Partnern zu beschreiben und unternehmensübergreifende Prozesse zu erfassen. Es erscheint deshalb in besonderer Weise dazu geeignet, die Auswirkungen von RFID in der Supply Chain abzubilden.

Die im Rahmen des Supply Chain Managements sinnvoll durch RFID zu unterstützenden Aktivitäten sollen im Folgenden nur kurz aufgeführt werden. Eine ausführliche Darstellung findet sich bei Schmidt (vgl. Schmidt, D., 2006, S. 60 ff.).

### **3.3 RFID-Einsatz in der Beschaffung**

Die Warenannahme kann durch RFID-Transponder am Transportmittel (z.B. LKW, Eisenbahnwaggon oder auch am Gabelstapler) und an der Ware beschleunigt werden. Wird die Ankunft der Sendung elektronisch erfasst, kann ein automatischer Abgleich mit den Bestelldaten vorgenommen werden. Bei der anschließenden Warenkontrolle können Menge und Qualität erfasst und mit den Lieferdaten abgestimmt werden. Der RFID-basierte Prozess bietet den Vorteil, den Lesevorgang in der Bewegung durchzuführen. Hierfür wird der Ladungsträger durch ein RFID-Gate gezogen und kann danach direkt zum Bestimmungsort gebracht werden (vgl. Vogell, K., 2005, S. 7 f.). Die Einlagerung wird durch automatisches Sortieren der Ware mit Zuweisung eines Lagerplatzes erleichtert. Die eingelagerten Teile können dann fortlaufend überwacht und der Lagerbestand durch automatische Auslagerungs- und Nachbestellvorgänge konstant gehalten werden.

Um die notwendigen Informationen für den Lieferanten und den Abnehmer zugänglich zu machen, ist eine Vernetzung dieser Unternehmen unerlässlich (vgl. Lange, V., Lammers, W., Meiß, C., 2005, S. 39).

### **3.4 RFID-Einsatz in der Fertigung**

Den größten Nutzen erbringen RFID-Systeme, wenn sie bereits vor bzw. während des Produktionsvorganges auf die zu identifizierenden Objekte aufgebracht werden. Sind die Transponder widerstandsfähig gestaltet, können sie auch stark beanspruchende Fertigungsschritte wie Tauch- und Brennvorgänge überstehen. Folgende Leistungen können RFID-Systeme während der Herstellungsphase des Supply Chain Managements erbringen (vgl. Schmidt, D., 2006, S. 67 f.).

Vor Beginn des eigentlichen Fertigungsvorgangs muss das notwendige Produktionsmaterial kommissioniert werden. Sind das Material und dessen Behälter mit RFID-Tags ausgestattet, ist eine gezielte Steuerung des Materialnachschiebs möglich. Besonders geeignet ist die Technologie auch für ein „elektronisches Kanban“. Hierbei löst der Monteur bei Materialbedarf ein Funksignal aus, das die Teilenummer an das Nachschubsystem übermittelt. Unverzüglich wird das Material in standardisierten Kleincontainern am Bedarfsort angeliefert und gleichzeitig die Neufertigung der verwendeten Teile angestoßen (vgl. Schmidt, D., 2006, S. 65).

Produkte, die aus vielen Einzelteilen bestehen, bedingen eine komplexe Fertigungssteuerung. Werden die einzelnen Produktkomponenten mittels RFID-Chip gekennzeichnet, ist eine eindeutige Zuordnung zum jeweiligen Endprodukt möglich (vgl. Strassner, M., Fleisch, E., 2005, S. 45).

Elektromagnetisch gekennzeichnete Produkte sind in der Lage, die Fertigungsvorrichtungen über die notwendigen Produktionsschritte zu informieren. So erhält etwa ein Fertigungsroboter mittels Funksignal die Information über die Art

des nächsten zu fertigenden Werkstücks und leitet daraus die erforderlichen Werkzeuge und Arbeitsschritte ab. Damit sind Fertigungslose der Größe eins möglich.

Die vollzogenen Fertigungsschritte können protokolliert werden und ermöglichen damit einen Echtzeitbetrieb der Fertigungssteuerung.

Bei einigen Produkten wie beispielsweise Keramikerzeugnissen oder Lebensmitteln umfassen die Produktionsvorgänge auch Reifezeiten. Barcodesysteme oder handschriftliche Vermerke werden durch mehrfache Reinigungs- und Umlagerungsprozesse leicht unlesbar. RFID dagegen kann jedes individuelle Objekt zweifelsfrei identifizieren. Darüber hinaus kann der Reifeprozess auf den Tags dokumentiert und so für eine spätere Rückverfolgung genutzt werden (vgl. o.V., 2005a, S. 45).

Darüber hinaus sind das Werkzeug- und das Ersatzteilmanagement lohnende Anwendungsfälle für RFID im Fertigungsbereich (vgl. Schenk, M., 2005, S. 1).

### **3.5 RFID-Einsatz bei der Lieferung**

Bevor die Ware an den Kunden ausgeliefert wird, müssen die einzelnen Bestandteile der Sendung bereitgestellt (= kommissioniert) werden. Vorteile ergeben sich hier besonders bei der Kommissionierung von Mischpaletten, sofern RFID-Transponder auf dem Umkarton (Case-Level) angebracht sind (vgl. Vogell, K., 2005, S. 8). So kann bei manueller Kommissionierung der Mitarbeiter zuverlässig zu den relevanten Lagerorten geführt werden. Erfolgt die Kommissionierung vollautomatisch, werden die Packroboter durch Funksignale über die Identität der Ware informiert. Ein manuelles Nacharbeiten, etwa durch Abhaken eines Bestellscheins, kann entfallen.

Je nach Art und Umfang der Sendung werden die Produkte direkt bei der Kommissionierung in Versandverpackungen eingelegt. Sie können zu diesem Zweck aber auch in eine spezielle Verpackerei weitergeleitet werden. Dies ist insbesondere bei speziellen Anforderungen, wie beispielsweise seemäßiger Verpackung, von Bedeutung. Die Verpackung hat für die RFID-Anwendung eine besondere Bedeutung, denn hier entscheidet sich, ob zusätzliche Informationen durch die RFID-Kennzeichnung der Ladungsträger (z.B. Paletten, Gitterboxen) und/oder der Umverpackung (z.B. Versandkisten, Container) gewonnen werden sollen. Unterschieden werden in der Regel die Ebenen „Ladungsträger“ (Pallet-Level), „Umkarton“ (Case-Level) und „Einzelprodukt“ (Item-Level) (vgl. Vogell, K., 2005, S. 3).

Die so gekennzeichnete Ware bzw. deren Verpackung kann nun über Funksignale die Informationen für einen automatisch erstellten Lieferavis bzw. Lieferschein bereitstellen. So kann der Empfänger der Ware zeitnah über Liefertermin und –umfang informiert werden. Voraussetzung für eine überbetriebliche Kommunikation ist die Nutzung des gemeinsamen Datenstandards EDIFACT (Electronic Data Interchange for Factura). Ist zusätzlich der LKW mit einem Lesegerät ausgestattet, sind Versender und Empfänger über die Zuordnung der Ware zu einem speziellen LKW informiert. Darüber hinaus können Falsch- oder Fehllieferungen bereits beim Verladevorgang erkannt werden. Parallel zu den oben beschriebenen Vorgängen

dienen die RFID-Daten als Basis für die Ausbuchung der Ware aus dem Lagerverwaltungssystem. So ist ein Echtzeitbestand des Fertigwaren-lagers gegeben.

Der Transport der Ware zum Abnehmer erfolgt nicht zwangsläufig durch eine direkte Zustellung. So kann es betriebswirtschaftlich sinnvoll sein, Sendungen beispielsweise in einem zentralen Distributionszentrum neu zusammenzustellen. Auch bei einem Wechsel des Transportmittels z.B. vom LKW auf Bahn oder Schiff ist es von großem Interesse, den aktuellen Standort der Ware im Sinne einer Echtzeit-Logistik verfolgen zu können. Eine entsprechende RFID-Kennzeichnung macht dies möglich.

### **3.6 Aktueller Stand des RFID-Einsatzes in der Supply Chain**

Basierend auf dem SCOR-Modell können die Supply-Chain-Partner sich über die Verwendung der RFID-Technologie für unternehmens-übergreifende Prozesse abstimmen. Hierdurch vollzieht sich ein grundsätzlicher Wandel im Aufbau der Informationskette: anstatt einer zentralen Steuerung über einen Zentralrechner findet jetzt eine dezentrale Abstimmung durch mobile Transponder und Rechnernetzwerke statt (vgl. Lange, V., Lammers, W., Meiß, C., 2005, S. 37). Ziel ist es, jederzeit über den aktuellen Stand der Güterbewegung informiert zu sein („realtime logistics“). Derzeit im Realbetrieb eingesetzt sind die folgenden Funktionen (vgl. Lange, V., Lammers, W., Meiß, C., 2005, S. 38):

- Veränderungen des Bearbeitungsstatus (Fortschreibung des Logistikprozesse, Alarm bei Abweichungen)
- Kontrolle und Optimierung (Erhöhung der Prozessqualität, Verringerung des Handlingaufwandes)
- Permanente Inventur
- Überwachung des Produktionsfortschritts über einen Soll-/Ist-Abgleich (Fertigungskontrolle/Materialflussüberwachung)
- (Pulk-)Erfassung am Wareneingang, Auftragsabgleich
- (Pulk-)Erfassung am Warenausgang/Ausbuchung aus dem Lagerbestand/evtl. Nachbestellung, Impuls zum Erstellen des Lieferschein.

Auch bei den logistischen Anwendungen spielt das Tracking (Sendungsverfolgung) und Tracing (Auffinden von Objekten) eine große Rolle. So können Lieferdifferenzen durch Diebstahl und Schwund verringert und dadurch Kosten aufgrund von Nachlieferungen oder Kundenverärgerung gesenkt werden.

Ein weiteres Einsatzgebiet ist das Mehrwegbehälter-Management. Ineffiziente Verwaltungs- und Verfolgungssysteme führen hier zu Leistungseinbußen und ebenfalls hohen Schwund- und Diebstahlsquoten (vgl. Strassner, M., Fleisch, E., 2005, S. 46; Lange, V., Lammers, W., Meiß, C., 2005, S. 39).

## 4 EINSATZ VON RFID-SYSTEMEN ALS ENTSCHEIDUNGSPROBLEM

### 4.1 Entscheidungstheoretische Grundlagen

Die Frage nach der Einführung von RFID in der Supply Chain stellt aus betriebswirtschaftlicher Sicht eine Entscheidung dar. Das bedeutet, dass unter bestimmten Umweltzuständen eine Wahl zwischen mehreren Handlungsalternativen so getroffen werden muss, so dass eine bestmögliche Zielerfüllung erreicht wird (vgl. Bea, F.-X., 2004, S. 311).

Zur Beschreibung eines Entscheidungsproblems müssen dessen drei Elemente bekannt sein:

- Umweltzustände
- Alternativen
- Ziele

Die Umweltzustände beschreiben den durch den Entscheidungsträger nicht beeinflussbaren Entscheidungsraum. Diese Begrenzungen können sowohl unternehmensinterne als auch unternehmensexterne Gegebenheiten sein.

Die Alternativen stellen die voneinander unabhängigen Handlungsmöglichkeiten dar. Für ein Entscheidungsproblem müssen immer mehrere Wahlmöglichkeiten gegeben sein (vgl. Schweitzer, M., 1994, S. 51). Die Menge aller realisierbaren Alternativen ergibt den Entscheidungsraum.

Ziele sind Aussagen über erwünschte Zustände, die als Ergebnisse von Entscheidungen erreicht werden sollen (vgl. Bea, F.-X., 2004, S. 316). Gibt es mehrere Ziele, so müssen deren Abhängigkeiten untereinander analysiert werden. Auch sind Aussagen über deren relative Wichtigkeit zu treffen.

### 4.2 Beschreibung der vorliegenden Entscheidungssituation

Der **Zustandsraum** als Menge aller Umweltzustände kann wie folgt beschrieben werden (vgl. Schmidt, D., 2006, S. 18 f.):

- Die Wertschöpfungsketten innerhalb und zwischen den Unternehmen sind stark arbeitsteilig (Supply Chain).
- Die Unternehmen sind durch eine Vielzahl logistischer Aktivitäten vernetzt.
- Die Interessen der Einzelunternehmen sind nicht identisch mit den Gesamtzielen der Supply Chain.
- Zum Erfolg des Endproduktes tragen alle Unternehmen in der Supply Chain bei.

Als **Alternativen** stehen zu Wahl (vgl. Gebauer, W., 2006, S. 9; Clasen, M., Jansen, R., Hustadt, J., 2006, S. 61) :

- RFID ersetzt bestehende Identifikationssysteme.



- RFID wird parallel zu bereits bestehenden Identifikationssystemen (z.B. Barcode) genutzt.
- Auf die Einführung von RFID wird verzichtet.

Bezüglich der relevanten **Ziele** können nach Auswertung der einschlägigen Literatur folgende Feststellung getroffen werden:

**Monetäre Ziele** stehen, vor allem bei kurzfristiger Betrachtung, im Vordergrund. Dies spiegelt sich in angestrebten Zielgrößen wie Rentabilität des eingesetzten Kapitals (ROI, Return on Investment), Amortisationsdauer oder Kapitalwert wider. (vgl. DesMarteau, K., 2004, S. 44 ff.; Doerr, K., Gates, W., Mutty, J., 2006, S. 727 ff.; Jansen, R., Mannel, A., 2005, S. 27). Die monetären Ziele sollen in der Regel extremiert werden. So wird etwa eine Maximierung des Kapitalwertes angestrebt oder eine Minimierung der Amortisationsdauer. Tabelle 1 zeigt, welche monetären Zielgrößen in aktuellen Ansätzen zur Wirtschaftlichkeitsbeurteilung von RFID-Investitionen verfolgt werden.

**Tabelle 1: Monetäre Zielgrößen marktgängiger RFID-Kalkulationsprogramme**

<b>Verfasser</b>	<b>Mannel</b>	<b>Seeburger</b>	<b>EPC global</b>	<b>Ockenga</b>
<b>Zielgrößen</b>				
<b>ROI</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Kapitalwert</b>	<b>X</b>	<b>-</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Amortisation</b>	<b>X</b>	<b>-</b>	<b>X</b>	<b>-</b>

Daneben müssen **nicht-monetäre Ziele** beachtet werden, die vor allem auf längere Sicht bedeutsam sind. Hierzu zählen etwa die Qualität der Kunden-Lieferanten-Beziehung oder das Ansehen des Unternehmens. Die wichtigsten nicht-monetären Ziele aktueller Veröffentlichungen zeigt Tabelle 2. Unter dem Punkt „Strategische Ziele“ sind Punkte wie Bekanntheitsgrad, Pionierposition und Sicherung der Überlebensfähigkeit zusammengefasst. Hier streben die Unternehmen regelmäßig ein zufrieden stellendes Maß an (Satisfizierung). Eine besondere Rolle spielt die Forderung nach Schutz der Verbraucherdaten (vgl. Barut, M. u.a., 2006, S. 296; Kramer, P., Baumgärtner, J., 2005, S. 44 f.). Sofern bereits gesetzliche Regelungen bestehen, müssen diese eingehalten werden (Fixierung).

Tabelle 2: Nicht-monetäre Zielgrößen marktgängiger RFID-Kalkulationsprogramme

	Mannel	Ockenga	EPC global	Gebauer
Effizienz	X	-	-	X
Fehlbestand	X	-	X	X
Kunden-zufriedenheit	-	-	-	X
Strategische Ziele	-	-	X	-
Datenqualität	-	-	-	X

Die genannten Ziele sind nicht unabhängig voneinander. Eine vollständige Analyse aller denkbaren Beziehungen zwischen ihnen kann und soll an dieser Stelle nicht geleistet werden. Es sind aber einige besonders stark konkurrierende Ziele herauszustellen:

- Die kurzfristigen monetären Ziele der Unternehmen stehen in Konkurrenz zu den längerfristig erzielbaren Effizienzgewinnen.
- Die monetären Ziele jedes einzelnen Unternehmens stehen in Konkurrenz zu denen der anderen Supply Chain-Partner. Sie konkurrieren auch mit dem Optimum der gesamten Supply Chain.
- Die Forderung nach dem Schutz von Verbraucherdaten steht in Konkurrenz zu allen übrigen monetären und nicht-monetären Zielen.

Im betrachteten Fall handelt es sich also um eine Entscheidungssituation mit mehrfacher Zielsetzung. Hier zu einer Lösung zu kommen setzt voraus, dass der Entscheidungsträger über ein Präferenzsystem verfügt, in dem sich seine individuellen Einstellungen gegenüber den folgenden Merkmalen widerspiegeln (vgl. Ewert, R., Wagenhofer, A., 2004, S. 33 ff.).

Die Untersuchung aktueller Veröffentlichungen zu diesem Thema macht deutlich (vgl. DesMarteau, K., 2004, S. 44 ff.; Doerr, K., Gates, W., Mutty, J., 2006, S. 727 ff.; Jansen, R., Mannel, A., 2005, S. 27).

- Die **Artenpräferenz** macht Aussagen darüber, welcher Ergebnisart der Entscheidungsträger den Vorzug gibt. Monetären Zielen wird von Entscheidungsträgern in der Praxis regelmäßig der Vorzug vor nicht-monetären Zielen gegeben.
- Die **Höhenpräferenz** beschreibt, welchen Wert der Entscheidungsträger unterschiedlichen Ergebnishöhen beimisst. Für das hier vorliegende Entscheidungsproblem werden lineare Nutzenfunktionen unterstellt.
- Die **Zeitpräferenz** gibt an, wie der Entscheidungsträger den unterschiedlichen zeitlichen Anfall der Ergebnisse bewertet. Bei der Bewertung von RFID-

Projekten wird früheren Zahlungsüberschüssen regelmäßig der Vorzug vor späteren gegeben. Darüber hinaus rangieren kurzfristige Ziele vor langfristigen.

- Die **Sicherheitspräferenz** kennzeichnet die Art und Weise, in welcher der Entscheidungsträger Ergebnisse bewertet, deren Eintreffen ungewiss ist. Die hohe Wertschätzung, welche die Amortisationsdauer als Bewertungsmaßstab genießt, deutet auf ein hohes Sicherheitsbedürfnis der Investoren hin.

Liegt – wie hier – eine Entscheidung unter mehrfacher Zielsetzung vor, muss die Rangordnung der Ziele untereinander bestimmt werden. Entscheidend dafür ist die Ausprägung der unterschiedlichen Präferenzen. Tabelle 3 zeigt das Grundmodell einer Entscheidung bei mehrfacher Zielsetzung.

**Tabelle 3: Beispiel für eine Entscheidung bei mehrfacher Zielsetzung**

Ziele	$z_1$	$z_2$	$z_3$	Summe der Produkte aus Gewicht und Ergebnis
Zielgewicht (in g)	0,5	0,3	0,2	
Alternativen				
$a_1$	26	10	16	19,2
$a_2$	26	8	10	17,4
$a_3$	-2	40	20	15

Quelle: Bea, F.- X., 2004, S. 325.

### 4.3 Anforderungen an ein Entscheidungsmodell für den RFID-Einsatz

Wie aus den vorangegangenen Ausführungen hervorgeht, muss ein Entscheidungsmodell zur Beurteilung von RFID-Anwendungen unterschiedlichen Anforderungen genügen. Diese lauten im Einzelnen:

- Mehrfache Zielsetzung  
Wie oben gezeigt, kann über die Einführung von RFID nicht unter rein monetären Aspekten entschieden werden. Das zu entwickelnde

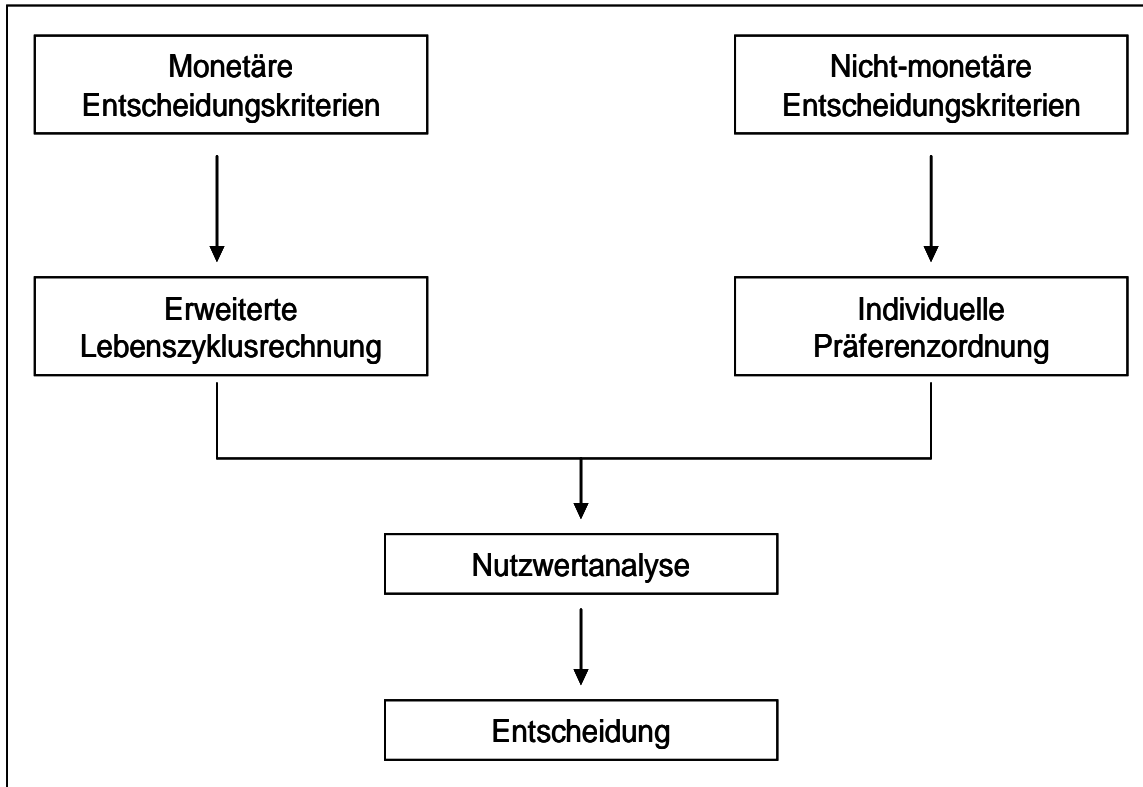
Entscheidungsmodell muss deshalb in der Lage sein, sowohl quantitative als auch qualitative Entscheidungskriterien zu integrieren.

- **Lebenszyklusorientierung**  
Die Umstellung von Identifikationsprozessen auf Funktechnologie erfordert nicht nur erhebliche Investitionen. Für eine leistungsfähige RFID-Installation sind umfangreiche Versuche und Tests unter Praxisbedingungen notwendig. Häufig müssen die zugrunde liegenden Logistikprozesse reorganisiert werden. Folgekosten wie Wartung, Instandhaltung und Entsorgung sind zu beachten. In allen Lebenszyklusphasen eines RFID-Systems fallen aber auch Nutzen/Leistungen an, welche in die Entscheidung einfließen müssen.
- **Unternehmensübergreifende Betrachtung**  
Entscheidungen über den Einsatz von RFID-Systemen in der Supply Chain werden in Unternehmen getroffen, welche in Lieferketten eingebunden sind. Die Abhängigkeiten und Synergien, die sich innerhalb der Supply Chain ergeben, müssen im Entscheidungsmodell abgebildet werden
- **Praktikabilität**  
Aufgrund der hohen Bedeutung, welche logistischen Prozessen in der Supply Chain zukommt, sind die Entscheidungsträger typischerweise in logistiknahe Funktionen eingebunden. Das Controlling-Wissen ist in diesem Bereich eher gering (vgl. Weber, J., 2002a, S. 18) . Das zu entwickelnde Entscheidungsmodell sollte daher leicht verständlich sein. Die benötigte Datenbasis sollte in den Unternehmen vorhanden sein oder aber ohne größeren Aufwand zu erheben sein.

#### **4.4 Aufbau des vorgelegten Entscheidungsmodells**

Wie aus den in Punkt 3.3 erarbeiteten Kriterien hervorgeht, spielen bei der Entscheidung über den RFID-Einsatz sowohl monetäre als auch nicht monetäre Kriterien eine Rolle. Wie Abbildung 5 zeigt, wird diesem Umstand im vorgelegten Modell dadurch Rechnung getragen, dass es auf zwei unterschiedlichen Entscheidungsrechnungen aufbaut, wovon die erste monetäre Größen beinhaltet, die zweite nicht-monetäre (ähnlich bei Doerr, K. et al., 2006, S. 729 ff.). Beide Stränge laufen zunächst separat. Für die endgültige Entscheidungsfindung werden die Ergebnisse beider Eingangsberechnungen gewichtet und in eine Punktbewertung überführt. Der Alternative mit der höchsten Punktsomme ist dann der Vorzug zu geben.

**Abbildung 5: Aufbau des vorgelegten Entscheidungsmodells**



## 5 MONETÄRE ENTSCHEIDUNGSRECHNUNG FÜR DEN EINSATZ VON RFID

### 5.1 RFID als Problem des Kostenmanagements

Für die Gestaltung der Kostensituation einer Supply Chain können zwei Ansatzpunkte unterschieden werden (vgl. Seuring, G., 2002, S. 114, Friedl, B., 2009, S. 38 ff.):

- Die **Produktkosten**, welche durch den Prozess der Leistungserstellung verursacht werden.
- Die **Abstimmungskosten**, welche durch die Zusammenarbeit innerhalb der Supply Chain entstehen.

Für einen langfristigen überdurchschnittlichen Erfolg sollte die Höhe der Gesamtkosten der Supply Chain auf ein Niveau gesenkt werden, das dauerhaft den Anforderungen der Kunden entspricht. Insgesamt dürfen die Kosten der Zusammenarbeit nicht die Einsparungen bei den Produktkosten übersteigen, welche durch die Zusammenarbeit in der Supply Chain erwirtschaftet wurden. Daneben sollte die Struktur der Kosten so beeinflusst werden, dass sie flexibel auf Fertigungsschwankungen reagieren. Damit wird gleichzeitig überproportionalen Kostenschwankungen bei Beschäftigungsänderungen vorgebeugt (Kostenverhalten) (vgl. Schweitzer, M., Friedl, B., 1997, S. 449).

Der Einsatz funkbasierter Identifikationssysteme steht in zweierlei Hinsicht in Beziehung zu den Ansatzpunkten des Kostenmanagements:

- Die Anschaffung der RFID-Komponenten wirkt sich auf die produktbezogenen Kosten aus. Diese werden im Weiteren als Produktkosten bezeichnet.
- Der Einsatz von RFID in den Logistikprozessen beeinflusst die Kosten der Zusammenarbeit. Diese treten in zwei Ausprägungen auf. Zum einen durch die Zusammenarbeit innerhalb eines Unternehmens, als Kommunikationskosten. Zum anderen durch die Zusammenarbeit zwischen den Supply Chain Partnern. Die hierbei entstehenden Kosten werden im Rahmen dieser Arbeit mit Transaktionskosten benannt. Beide Einflussgrößen zusammen sollen im Weiteren als Abstimmungskosten bezeichnet werden.

Ziel des Kostenmanagements in der Supply Chain ist es, sowohl die Produkt- als auch die Abstimmungskosten zu senken

## 5.2 RFID als Problem der Investitionsrechnung

Reduziert auf die Zahlungsströme, stellt sich die Einführung von RFID als Investitionsproblem dar. Das verwendete Rechenmodell sollte dabei die Präferenzstruktur der Entscheidungsträger so genau wie möglich abbilden. Von den in Abschnitt in 4.2 aufgeführten Präferenzen sind dabei die folgenden relevant:

- Höhenpräferenz: monetäre Größen werden umso besser bewertet, je positiver sie sich auf den Erfolg des Unternehmens auswirken.
- Zeitpräferenz: positive Einflüsse auf den monetären Erfolg des Unternehmens werden umso höher bewertet, je früher sie anfallen. Bei negativen Einflüssen ist es umgekehrt.
- Sicherheitspräferenz: Die Entscheidungsträger können als risikoavers gekennzeichnet werden. Daraus resultiert die Forderung nach einer möglichst kurzfristigen Bindung der Finanzmittel durch Investitionen.

Eine Untersuchung der bisher in der Literatur vorgestellten Lösungsansätze zur Beurteilung von RFID-Investitionen zeigt, dass diese weitgehend auf dynamischen Investitionsrechenverfahren, insbesondere der Kapitalwertmethode basieren. Sie entsprechen damit in weiten Teilen den oben genannten Anforderungen. So wirken sich Einzahlungsüberschüsse (Artenpräferenz) umso positiver auf die Zielgröße aus, je höher sie sind (Höhenpräferenz) und je früher sie anfallen (Sicherheitspräferenz). Die Sicherheitspräferenz des Entscheidungsträgers kann weiterhin durch die Höhe des Kalkulationszinssatzes zum Ausdruck gebracht werden.

Die dynamischen Investitionsrechenverfahren können jedoch nicht in vollem Umfang als optimal bezeichnet werden. Die Einschränkungen beziehen sich dabei auf die Forderung, dass das Rechenmodell den gesamten Lebenszyklus einer RFID-Anwendung erfassen muss (siehe Abschnitt 3.3). Hierbei ist insbesondere auf die Entsorgungproblematik von RFID-Tags auf Artekelebene hinzuweisen. Typischerweise beschränken sich die dynamischen Verfahren der Investitionsrechnung jedoch auf die Zeitspanne von der Anschaffung eines Investitionsgutes bis zu dessen Veräußerung. Dies wird auch aus der Untersuchung marktgängiger Verfahren zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von RFID-Anwendungen deutlich, wie Tabelle 4 zeigt.

**Tabelle 4: Kostenkomponenten marktgängiger RFID-Kalkulationsprogramme**

<b>Verfasser</b> <b>Kostenarten</b>	<b>Mannel</b>	<b>Ockenga</b>	<b>EPC global</b>	<b>Gebauer</b>
<b>Hardware</b>	X		X	X
<b>Software</b>	X	X	X	
<b>Installation</b>	X	X		
<b>Personal</b>		X		X
<b>Training</b>		X		
<b>Bestände</b>		X	X	
<b>Schwund</b>		X		X
<b>Betrieb</b>			X	
<b>Zinsen</b>			X	X

Diese Betrachtung greift für die Entscheidung über den Einsatz von RFID zu kurz. Wie bereits oben erwähnt, sind im Vorfeld der RFID-Einführung umfangreiche Tests notwendig, deren monetäre Effekte in die Vorteilhaftigkeitsbetrachtung einfließen müssen. Gleiches gilt für Entsorgungsaktivitäten, welche gegebenenfalls im Anschluss an die Nutzungszeit anfallen.

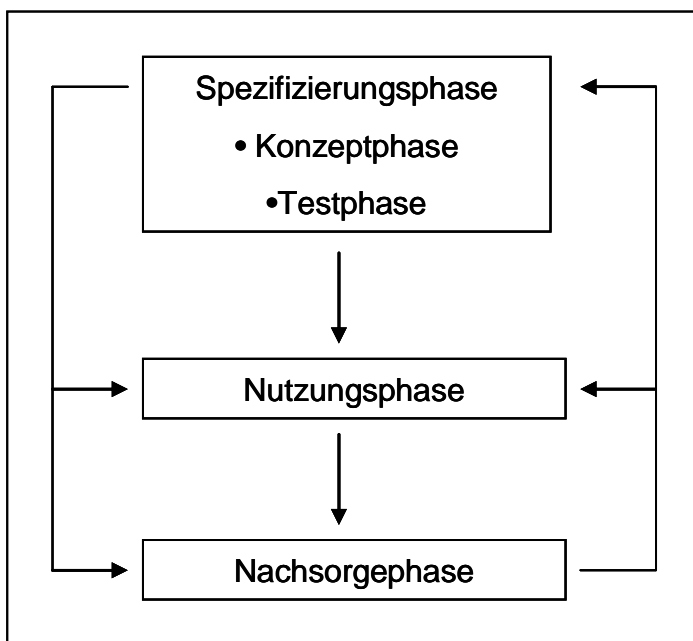
Das Rechenmodell, das diesen erweiterten Anforderungen am besten gerecht wird, ist die Lebenszykluskostenrechnung (Product Lifecycle Costing). Darin werden alle während des gesamten Lebenszyklus anfallenden Erfolgswirkungen eines Produktes erfasst und dem Produkt zugerechnet (vgl. Ewert, R., Wagenhofer, A., 2005, S. 297).

### **5.3 Darstellung des vorgeschlagenen Rechenansatzes**

Der vorgeschlagene Rechenansatz muss sowohl den Anforderungen des Kostenmanagements als auch denen der Investitionsrechnung genügen. Das Problem besteht darin, dass beide Betrachtungsweisen auf unterschiedlichen Datenbasen aufbauen. Das Kostenmanagement verfolgt das Ziel der Unternehmenssteuerung und basiert auf den Größen Kosten und Leistung. Die Investitionsrechnung dagegen strebt eine möglichst genaue Abbildung der Zahlungsströme an und setzt Ein- und Auszahlungen ein. Benötigt wird ein Bindeglied zwischen den Betrachtungsweisen. Dieses findet sich im Kostenbegriff, wie er sich aus dem investitionsorientierten Ansatz der Kostenrechnung ableiten lässt (vgl. Schweitzer, M., Küpper, H.-U., 1998, S. 212 ff. Ewert, R., Wagenhofer, A., 2005, S. 41 ff.). Im Unterschied zum traditionellen Kostenbegriff wird hier auf eine Periodisierung verzichtet, so dass sich die Sichtweisen von Kosten- und Investitionsrechnung angleichen.

Die hier vorgeschlagene Vorgehensweise orientiert sich an der Produktlebenszyklusrechnung. Sie basiert damit auf Ein- und Auszahlungen beziehungsweise dem erweiterten Kosten- und Leistungsbegriff (vgl. Kremin-Buch, B., 2001, S. 138, ähnlich Katayama, T., Asada, T., 2009, S. 168 f.). Im Unterschied zum Product Lifecycle Costing im engeren Sinne bezieht er sich jedoch nicht auf ein Produkt und seine Lebensphasen, sondern zeichnet die Zahlungswirkungen einer Investition – in diesem Fall von RFID-Systemen - während ihrer gesamten Lebensdauer nach. Während das Product Lifecycle Costing im engeren Sinne den Produktions-, den Konsumenten- und den Nachsorgezyklus unterscheidet (vgl. Ewert, R., Wagenhofer, A., 2005, S. 298), sollen hier nach Spezifizierungsphase, Nutzungsphase und Nachsorgephase differenziert werden (siehe Tabelle 3). Im Gegensatz zu den Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung liegt das besondere Augenmerk auf den der Nutzung vorgelagerten Phasen. Das liegt darin begründet, dass erst die individuelle Anpassung der Funkidentifikation an die spezifischen Gegebenheiten eines Unternehmens sowie die Umweltbedingungen den dauerhaften Erfolg gewährleistet. In Abbildung 6 sind die Zusammenhänge zusammengefasst.

**Abbildung 6: Lebensphasen von RFID-Systemen als Basis des vorgeschlagenen Rechenmodells**



Im Folgenden sollen die einzelnen Phasen näher charakterisiert werden.

Die **Spezifizierungsphase** kann in zwei Unterphasen unterteilt werden. So muss zunächst während einer **Konzeptphase** über die grundsätzliche technische Lösung entschieden werden. Diese ist zum ersten abhängig von der Art der zu kennzeichnenden Güter. So erfordern etwa Metalle und Flüssigkeiten besondere Arten von Transpondern (vgl. hierzu Abschnitt 2.1.3). Weiterhin spielt deren physikalische Beanspruchung, etwa durch Seetransporte oder extreme klimatische Bedingungen eine Rolle. Aus Transportgut und Transportart ergibt sich die Wahl der geeigneten Verpackung. Häufig werden auch mehrere Einzelverpackungen auf einem Ladungsträger, etwa einer Palette, zusammengefasst. Die Verpackung muss aber



nicht nur den materiellen Bedingungen gewachsen sein, sondern muss darüber hinaus wirtschaftlichen Anforderungen genügen. So wird ihre Gestaltung vom erwarteten Konsumentenverhalten oder der Einbindung in eine Supply Chain mitbestimmt (vgl. Erkens, E., 2005, S. 256). Aus Gründen des Datenschutzes muss bei der Kennzeichnung auf Artekelebene auch die Möglichkeit der Deaktivierung der RFID-Transponder bestehen (vgl. Barut, M. et al., 2006, S. 299).

Die Summe der Anforderungen an die Verpackung begrenzt gleichzeitig die Auswahl möglicher RFID-Anwendungen. Auch die Entscheidung, ob Verpackung bzw. Ladungsträger als Ein- oder Mehrweg-Lösung eingesetzt werden sollen, beeinflusst die Art der RFID-Technologie (vgl. Koch, R., Mannel, A., 2005, S. 148). Damit eng verknüpft ist die Wahl des geeigneten Lieferanten. Neben den üblichen Kriterien wie Lieferqualität, Zuverlässigkeit oder Preisgestaltung (vgl. Seicht, G., 1994, S. 343) spielt hier die Technologieführerschaft eine besondere Rolle (vgl. Walk, F., 2006, S. 260).

Als zweite Unterphase der Spezifizierungsphase ist die **Testphase** zu betrachten. Sie schließt sich üblicherweise an die Konzeptphase an, kann diese aber auch unterstützen (vgl. Schenk, M., 2006, S. 1). Um die gewählte Technologie an die spezifischen Gegebenheiten der Supply Chain anzupassen, sind umfangreiche physikalisch-technische Tests notwendig. Nur so kann die geforderte Lesesicherheit der Transponder sichergestellt werden. Gegenstand solcher Versuche kann beispielsweise die optimale Platzierung der RFID-Transponder an der Verpackung bzw. dem Ladungsträger sein, oder sich auf die bestmögliche Ausgestaltung der Lesegeräte beziehen. Weil diese Untersuchungen eine große apparative Ausstattung erfordern, werden sie bevorzugt von hochschuleigenen bzw. hochschulnahen Instituten durchgeführt. Dazu zählen in Deutschland etwa:

- Institut für Beratung, Forschung, Systemplanung, Verpackungsentwicklung und –prüfung, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg,
- Institut für Fördertechnik und Logistik, Universität Stuttgart,
- Fraunhofer-Institut für Fabrik-Betrieb und –automatisierung (Fraunhofer IFF), Magdeburg
- Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (Fraunhofer IML), Dortmund.

Die **Nutzungsphase** umfasst den aktiven Einsatz der RFID-Technologie in der Supply Chain. Um den maximalen Nutzen zu erzielen, sollten die Produkte zum frühestmöglichen Zeitpunkt durch RFID-Transponder gekennzeichnet werden. So können die nachgelagerten Fertigungsstufen der Supply Chain auf die darauf gespeicherten Informationen zugreifen. Ebenfalls Gegenstand der Nutzungsphase ist die Frage der Rücksendung von Waren und Produkten. Diese stellt insofern ein Problem dar, als die Produkte zwischenzeitlich bereits den Einflussbereich der Supply Chain verlassen hatten und die Transponder gegebenenfalls aus Gründen des Datenschutzes deaktiviert wurden (vgl. Kramer, P., Baumgärtner, J., 2005, S.45).

Abschließend folgt die **Nachsorgephase**. Sie erfasst neben der Entsorgung, Wartung, Reparatur usw. auch die Aktivitäten, die in Bezug auf den Datenschutz notwendig werden. Dies ist gerade für RFID-Anwendungen auf Artekelebene von großer

Bedeutung (vgl. Barut, M. et al., 2006, S. 299). So muss sichergestellt sein, dass nicht aus den RFID-Tags bereits entsorgter Produkte oder Verpackungen ein Nutzerprofil des Käufers erstellt werden kann. Dieses Problem ergibt sich besonders bei Konsumgütern.

Am Beispiel der Datenschutzproblematik wird besonders deutlich, dass Spezifizierungs-, Nutzungs- und Nachsorgephase inhaltlich nicht voneinander zu trennen sind. Sie sind vielmehr durch eine Vielzahl von Vor- und Rückkopplungen miteinander verbunden.

## **5.4 Ermittlung der Rechengrößen**

Zur Erfassung der monetären Beurteilungsgrößen muss zunächst über den Charakter der verwendeten Rechengrößen entschieden werden. Danach ist zu bestimmen, in welcher Höhen Produkt- und Transaktionskosten in den unterschiedlichen Lebenszyklusphasen einer RFID-Anwendung anfallen.

### **5.4.1 Charakter der verwendeten Rechengrößen**

Nach der Entscheidung über das Rechenmodell muss die Natur der darin verwendeten Rechengrößen festgelegt werden.

Ihrer Beschaffenheit nach ist die Entscheidung über die Einführung von RFID in der Supply Chain eine Investitionsentscheidung. Aufgrund ihrer langfristigen Ausrichtung sollte bei der Entscheidung berücksichtigt werden, wie sich deren monetäre Wirkungen über den Investitionszeitraum verteilen. Für diesen Zweck sind pagatorische Rechengrößen besser geeignet als kalkulatorische. Letztere verfolgen den Zweck einer gleichmäßigen Planbarkeit und nivellieren deshalb die diskontinuierlich anfallenden monetären Größen. Aus diesem Grund erscheinen Ein- und Auszahlungen als die zweckmäßigsten Rechengrößen. Diese sind für die zu beschaffenden Sachgüter und Dienstleistungen, wie beispielsweise Software und spezifische Testreihen, ohne größere Probleme bestimmbar. Basis können etwa Kostenvoranschläge oder Angebote sein.

Sehr viel schwieriger wird es, die laufenden Aktivitäten während der Nutzungsphase monetär zu bewerten. Typischerweise werden die Zahlungsströme hierfür nicht mehr gesondert erfasst, sondern in die periodische Kosten- und Leistungsrechnung aufgenommen (vgl. Ewert, R., Wagenhofer, A., 2005, S. 299). Ein Rückgriff auf die aktuelle betriebliche Datenbasis kann hier zu falschen Einschätzungen führen. Grund dafür ist, dass infolge der Periodisierung von bereits in der Vergangenheit unternommenen Aktivitäten die aktuelle Kostenhöhe von Entscheidungen in der Vergangenheit beeinflusst ist. Ein Lösungsansatz für die gegebene Problemstellung, d.h. kontinuierlich anfallende Geldgrößen, deren Ursache in Entscheidungen der Vergangenheit liegen, findet sich Ewert und Wagenhofer (vgl. Ewert, R., Wagenhofer, A., 2005, S. 41). Sie schlagen den Begriff der Kosten II bzw. Leistungen II vor und verstehen darunter:

Kosten II: Verringerung der die ggf. unsicheren, mehrperiodigen monetären Konsequenzen einer Aktion widerspiegelnden Repräsentanzgröße.

Leistungen II: Erhöhungen der die ggf. unsicheren, mehrperiodigen monetären Konsequenzen einer Aktion widerspiegelnden Repräsentanzgröße.

Indem die Repräsentanzgröße als Kapitalwert festgelegt wird, erlaubt diese Definition eine Verknüpfung der Kostenrechnung mit der Investitionsrechnung. Es kann gezeigt werden, dass bei Vernachlässigung von Zinseffekten die investitionstheoretische und die kostenrechnerische Vorgehensweise zu übereinstimmenden Ergebnissen führt. Die so gewonnenen Daten können für Planungszwecke verwendet werden (vgl. Schweitzer, M., Küpper, H.-U., 1998, S. 241 f.).

Tabelle 5 fasst Gemeinsamkeiten und Unterschiede des vorgeschlagenen Rechenansatzes (=“Rechenmodell“) im Vergleich zu Kapitalwertmethode und Produktlebenszyklusrechnung zusammen.

**Tabelle 5: Abgrenzung des vorgeschlagenen Rechenansatzes**

	<b>Kapitalwert- methode</b>	<b>Produktlebens- zyklusberechnung</b>	<b>Rechenmodell</b>
<b>Lebenszyklus- bezug</b>	Nein	Ja	Ja
<b>Phasen</b>	Nur Nutzung	Herstellung Nutzung Nachsorge	Auswahl & Test Nutzung Nachsorge
<b>Rechengrößen</b>	Ein- und Auszahlungen	Ein- und Auszahlungen	Investitions- theoretische Kosten

#### 5.4.2 Ermittlung der RFID-Produktkosten

Der überwiegende Teil der Produktkosten (vgl. Abschnitt 5.1) fällt in der **Spezifizierungsphase** an. Beginnend mit der Wahl der geeigneten Technologie und des leistungsfähigsten Lieferanten umfassen sie die Kosten bis zur Vertragsverhandlungen und der Vertragsabwicklung. Diese Kosten werden nach allgemeinem Verständnis als Transaktionskosten bezeichnet (vgl. Bea, F.-X., Haas, J., 2005, S. 375 ff.). Im Rahmen dieses Beitrags sollen „Transaktionskosten“ jedoch nur die Kosten umfassen, welche durch die Zusammenarbeit mit den eigenen Supply Chain-Partnern entstehen.

Da die Vorbereitungen einer großen Investitionsentscheidung nicht Gegenstand der laufenden Logistikaktivitäten sind, bilden sie nicht den Gegenstand der (Logistik-) Kostenrechnung. Sie werden vielmehr als Aufgabe der Logistikführung verstanden und sind damit Bestandteil der Gemeinkosten. Um ein umfassendes Bild der Gesamtkosten einer RFID-Anwendung zu erhalten, müssen die Kosten der Investitionsvorbereitung fallweise ermittelt werden. In diesem Zusammenhang bietet sich eine Selbstaufschreibung der hierfür aufgewendeten Zeit durch die involvierten Mitarbeiter an. Sollten Reise- oder sonstige abgrenzbare Kosten angefallen sein, können auch diese zugerechnet werden.

Zweite Komponente der Produktkosten bilden die Anschaffungs-auszahlungen für die Hard- und Softwarekomponenten der RFID-Anwendung (vgl. Abschnitt 2.1.1). Diese Auszahlungen sind relativ einfach zu prognostizieren, da durch Belege (z.B. Kostenvoranschläge, Listenpreise) eine eindeutige Zuordnung zur relevanten Investition getroffen werden kann und auch die Höhe vorhersagbar ist.

Dritter Bestandteil der Produktkosten sind die Aufwendungen für Tests von Verpackung und RFID. Basis für Prognosen sind hier die Verhandlungen mit den durchführenden Instituten. Diese verrechnen in der Regel feste Tagessätze, welche in Abhängigkeit von der Ausstattung und der Erfahrung der Institutionen variieren. Der Umfang der Prüfungen bemisst sich zunächst nach dem Neuigkeitsgrad der RFID-Anwendung für das beauftragende Unternehmen. Es empfiehlt sich, zunächst unterschiedliche Transponder sowie unterschiedliche Lesegeräte zu testen. Hinzu kommt die Wirkung, welche von der Anbringung der Transponder an verschiedenen Stellen der Verpackung bzw. deren Positionierung im Verpackungsverband ausgeht. Bereits bei dem einfachen Problem von zwei verschiedenen Transpondern, zwei unterschiedlichen Lesegeräten und zwei verschiedenen Lagen ergeben sich  $2^3 = 8$  unterschiedliche Versuchsaufbauten. Soll das Zusammenwirken dieser unterschiedlichen Faktoren zuverlässig gemessen werden, sind vielfältige Versuchsaufbauten und jeweils etwa 20-30 Durchläufe notwendig. Darüber hinaus erhöht sich die Komplexität der Testreihen, wenn Transponder nicht nur auf der Paket-Ebene, sondern auch auf den Sammelträgern und/oder Ladungsträgern angebracht werden sollen.

Da RFID-Transponder und Verpackung eine untrennbare Einheit bilden, sollten sie auch gemeinsam auf Belastungen durch Umwelt- und Transporteinwirkungen getestet werden. So stellen die häufig verwendeten Pappverpackungen aufgrund ihrer hydrophilen Eigenschaft ein Risiko für die Zuverlässigkeit der RFID-Transponder dar. Auch die Einflüsse durch Erschütterungen sollten im Vorfeld getestet werden. Nur wenige Anbieter sind bisher in der Lage, diese kombinierten Untersuchungen anzubieten.

Produktkosten im Rahmen der **Nutzungsphase** entstehen durch die laufende Beschaffung neuer RFID-Transponder, sofern nicht mehrfach verwendbare Tags verwendet werden. Darüber hinaus sind Hard- und Softwarekomponenten laufend zu warten und gegebenenfalls instand zu setzen.

In der **Nachsorgephase** fallen Kosten für die körperliche Entsorgung der RFID-Transponder an. Dabei müssen die darauf gespeicherten Informationen im Rahmen des Datenschutzes unleserlich gemacht werden, sofern die Produkte an einen Endkunden ausgeliefert werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Elemente der Produktkosten relativ einfach bestimmt werden können, da sie überwiegend pagatorischen Charakter haben.

### 5.4.3 Bestimmung der RFID-Abstimmungskosten

Die Abstimmungskosten (vgl. Abschnitt 5.1) setzen sich aus den Transaktionskosten und den Kommunikationskosten zusammen. Beide Kostenkategorien haben

gemeinsam, dass sie durch die Notwendigkeit der Abstimmung mit internen bzw. externen Supply Chain Partnern entstehen.

In der **Spezifizierungsphase** entstehen zunächst Transaktionskosten, weil sich die Partner innerhalb der Supply Chain auf einen gemeinsamen RFID-Standard einigen müssen.

Der größte Anteil der Abstimmungskosten fällt in der **Nutzungsphase** an. Sie entstehen durch die laufende Abstimmung der Datenbestände, sowohl in Form von Transaktionskosten zwischen den Supply-Chain-Partnern als auch in Form von Kommunikationskosten innerhalb der einzelnen Unternehmen. Neben den kontinuierlich anfallenden Routinearbeiten werden aber auch Kosten durch regelmäßige Verständigungstreffen zwischen den Supply-Chain-Partnern anfallen.

Die Besonderheit der **Nachsorgephase** besteht darin, dass alle am RFID-System Beteiligten Sorge dafür tragen müssen, dass die auf den Transpondern gespeicherten Informationen nicht an Unbefugte gelangen. Dies kann nur durch die Abstimmung zwischen allen Supply-Chain-Partnern sichergestellt werden.

Tabelle sechs fasst die Schwerpunkte des Kostenanfalls zusammen.

**Tabelle 6: Schwerpunkte des Kostenanfalls in den Phasen der RFID-Nutzung**

	<b>Produkt-Kosten</b>	<b>Abstimmungs-Kosten</b>
<b>Spezifizierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten der Entscheidungsvorbereitung</li> <li>• Kosten der Hard- und Softwarekomponenten</li> <li>• Test von RFID und Verpackung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einigung auf RFID-Standard in der Supply Chain</li> </ul>
<b>Nutzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• laufende Beschaffung von Transpondern</li> <li>• Wartung des Systems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• laufende Abstimmung der Datenbestände</li> </ul>
<b>Nachsorge</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entsorgung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherstellung des Datenschutzes</li> </ul>

Transaktionskosten als Kosten der Abstimmung mit vor- und nachgelagerten Supply Chain-Partnern haben immer dann eine besondere Bedeutung, wenn längerfristige, individuelle Beziehungen zwischen Lieferanten und Abnehmern bestehen (vgl. Weber, J., 2002a, S. 56). Auf beiden Seiten liegt der Zusammenarbeit die Erwartung zugrunde, dass die damit verbundenen Vorteile die Risiken aus gegenseitiger Abhängigkeit überkompensieren. Dies kann für eine Supply Chain als typisch angesehen werden. Gerade die Aufteilung so komplexer Funktionen wie der Produktidentifikation erfordert enge wechselseitige Informationsbeziehungen. Für die Zusammenarbeit zwischen Lieferanten und ihren Kunden gibt es jedoch keine Marktpreise, welche als Vergleichswert herangezogen werden könnten. Sollen die

dafür anfallenden Kosten in die Entscheidungsrechnung aufgenommen werden, stellt sich deshalb die Frage nach dem anzusetzenden Wert.

Bedingt durch die engen Beziehungen innerhalb der Supply Chain sind im vorliegenden Fall jedoch die Informationsasymmetrien, wie sie üblicherweise der Preisbildung im freien Markt zugrunde liegen, deutlich abgeschwächt.

Die Ermittlung der Kosten des Lieferanten sollte deshalb unter folgenden Bedingungen erfolgen (vgl. Weber J., 2002a, S. 58):

- Der Werteverzehr bezieht sich auf die voraussichtliche Dauer der Einbindung in die Supply Chain. Eine kürzerfristige Periodisierung, etwa auf Monate, wird hier der Realität nicht gerecht.
- Die Kosten jeder einzelnen Lieferbeziehung sind separat zu erfassen und zuzurechnen. Damit wird vom Grundsatz der traditionellen Kostenrechnung abgewichen, dass der Werteverzehr möglichst unabhängig vom individuellen Einzelfall erfasst werden sollte (vgl. Schweitzer, M., Küpper, H.-U., 1998, S. 11 f.).
- Die laufende Erfassung der tatsächlich anfallenden Kosten erfolgt nur noch als Instrument der Vertrauenssicherung. Sie geben Gewissheit darüber, dass die tatsächliche Entwicklung der geplanten entspricht. Gleichzeitig hilft der Blick auf die konkreten Zahlen, potenzielle Konflikte über die Aufteilung des Erfolgs innerhalb der Supply Chain auf eine objektive Basis zu stellen.

Für die Kommunikationskosten als Kosten der innerbetrieblichen Abstimmung ergeben sich ähnliche Fragestellungen. Auch hier existieren keine Marktpreise. Auch hier kommt es zu Informationsasymmetrien, wobei es sich jetzt um die unterschiedliche Wissensverteilung zwischen den Abteilungen eines Unternehmens handelt (vgl. Ewert, R., Wagenhofer, A., 2005, S. 583).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass für den hier betrachteten Fall Transaktions- und Kommunikationskosten einige wichtige Gemeinsamkeiten aufweisen.

- Für die erbrachten Leistungen bestehen keine Marktpreise.
- Zwischen Leistungserbringern und Leistungsempfängern bestehen längerfristige Beziehungen.
- Zwischen Leistungserbringern und Leistungsempfängern bestehen Informationsasymmetrien. Sie sind jedoch deutlich geringer als bei Verhandlungspartnern auf dem anonymen Markt.

Die Vorgehensweise für die Ermittlung des Wertansatzes kann deshalb für Transaktions- und Kommunikationskosten gleich sein.

Ihrer Konstruktion nach handelt es sich bei der Inanspruchnahme logistischer Leistungen durch Supply Chain Partner, aber auch durch unternehmenseigenen Linienabteilungen um innerbetriebliche Lieferbeziehungen (vgl. Friedl, B., 2003, S. 436.). Die Leistungserstellung verursacht Kosten im erstellenden Bereich, hier der Logistikbereich, welche zu Erlösen für den Abnehmer, hier dem Supply Chain Partner oder der Linienabteilung führen. Im Zuge der innerbetrieblichen

Leistungsverrechnung werden die Kosten der Logistik ermittelt und den empfangenden Abteilungen belastet. Zur Koordination von Entscheidungen verschiedener Bereiche finden sich in der Literatur und in der Praxis Verrechnungs- bzw. Lenkpreise als Instrument (vgl. Schweitzer, M., Küpper, H.-U., 1998, S.469 ff.; Ewert, R., Wagenhofer, A., 2005, S. 577 ff.). Es gibt verschiedene Ansätze zu deren Bestimmung (vgl. Ewert, R., Wagenhofer, A., 2005, S. 585 ff.) :

- Marktorientierte Verrechnungspreise,
- Kostenorientierte Verrechnungspreise,
- Verhandelte Verrechnungspreise.

Marktorientierte Verrechnungspreise setzen voraus, dass es für die angebotene interne Leistung externe Vergleichspreise gibt. Sowohl bei den Transaktionskosten als auch bei den Koordinationskosten wird dies in der Regel nicht der Fall sein, weil etwa das Verbuchen von Wareneingängen keine marktgängige Leistung darstellt. Der Ansatz marktorientierter Verrechnungspreise ist deshalb für das betrachtete Problem weniger geeignet.

Kostenorientierte Verrechnungspreise basieren auf den Kosten, welche für die Erstellung einer Leistung angefallen sind. Sie können auf der Basis von Voll- oder Teilkosten ermittelt werden (vgl. Friedl, B., 2002, S. 445). Da es sich bei der RFID-Einführung um eine langfristige Entscheidung handelt, stellen Lenkpreise auf der Basis von Vollkosten eine gute Annäherung an die entscheidungsrelevanten Kosten dar. Dies gilt besonders für die Koordinationskosten, weil die Einbindung von Leistungserbringer und Leistungsempfänger in dasselbe Unternehmen weitergehende Entscheidungsspielräume nicht gestattet. In den Rechenansatz zur Beurteilung von RFID-Systemen sollten deshalb bei den Koordinationskosten sowohl die variablen Kosten, also etwa die Inanspruchnahme von Personal für die Wareneingangsprüfung, als auch die fixen Kosten, in der Regel die Gemeinkosten der Bereiche, einbezogen werden.

Als dritte Möglichkeit bieten sich Verrechnungspreise an, welche zwischen Leistungserbringer und Leistungsempfänger verhandelt werden. Dies setzt voraus, dass die Verhandelnden frei in der Wahl ihrer Verhandlungspartner sind, die Beziehung also als letztes Mittel auch abrechnen können (vgl. Ewert, R., Wagenhofer, A., 2005, S. 618). Dies ist bei Supply Chain Partnern der Fall. Dem Vorteil einer größtmöglichen Autonomie bei der Preisfindung steht dabei der Nachteil gegenüber, dass Faktoren wie Marktmacht oder Verhandlungsgeschick einen größeren Einfluss haben können als die Wirtschaftlichkeit der Leistungserstellung. Als Wertansatz für die Transaktionskosten bieten sich also zwei Möglichkeiten an: Kostenorientierte Verrechnungspreise auf der Basis von Vollkosten oder Verhandelte Verrechnungspreise. Eine Lösung lässt sich herbeiführen, indem der Verrechnungspreis verhandelt wird, wobei die Kosten des Leistungserbringers Basis der Verhandlungen sind. Diese Vorgehensweise wird auch als Chained Target Costing bezeichnet (vgl. Slagmulder, R., 2002, S. 81 f.).

Des Weiteren ist die Frage zu beantworten, ob die Transaktionskosten kontinuierlich oder fallweise erfasst werden sollten. Entgegen der Auffassung Webers, dass die Kosteneinsparungen durch unternehmensübergreifende Zusammenarbeit nicht

Gegenstand der Kostenrechnung sind (vgl. Weber, J., 2002b, S. 139), wird hier für eine kontinuierliche Erfassung plädiert. Die Kosten der überbetrieblichen Abstimmung sollten für die geplante Dauer der gemeinsamen RFID-Nutzung in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einbezogen werden. Dabei sind insbesondere die Aufwendungen beim Austausch waren- und bestandsbezogener Informationen von Interesse. Eine Erfassung ist hier möglich, wenn bestimmte Mitarbeiter regelmäßig die Abwicklung der Bestellungen innerhalb der Supply Chain betreuen.

Ebenfalls eine wesentliche Kostenart für Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von RFID sind die Kosten, welche durch die Lagerhaltung entstehen. Damit sind zum einen die Kosten der Lagerhaltung selbst, also Miete, Abschreibungen, Heizung usw. gemeint. Zum anderen Opportunitätskosten, welche in Form von kalkulatorischen Zinsen auf das gebundene Kapital anfallen (vgl. Schweitzer, M., Küpper, H.-U., 1998, S. 119 f.). Diese Kostenart wird nicht nur für die hier vorliegende Entscheidung benötigt, sondern ist vielmehr Bestandteil jedes Kostenrechnungssystems. Es ist deshalb unproblematisch, die bereits vorliegenden Kosteninformationen für die Wirtschaftlichkeitsermittlung zu nutzen. Lagerhaltungs- und Zinskosten sind deshalb von so großer Bedeutung, weil sie anzeigen ob es gelingt, mit Hilfe von RFID den so genannten Bullwhip- oder Peitschenknall-Effekt zu vermindern. Dieser entsteht durch nicht abgestimmte Handlungen und Informationen innerhalb der Supply Chain. Eine Änderung der externen Nachfrage führt dazu, dass jede Stufe der Supply Chain auf die bei ihr eingehende Bestellung noch eine Sicherheitsmarge hinzufügt. Das führt im Endeffekt zu einer peitschenknallartigen Verstärkung der Primärnachfrage und damit zu überhöhten Materialbeständen in der Supply Chain (vgl. Goldbach, M., 2002, S. 97).

Einer der wesentlichen Gründe für die Einführung von RFID ist die Optimierung der Gesamtlagerbestände der Supply Chain. Eine besondere Stellung bei der Ermittlung der Wirtschaftlichkeit nehmen die so genannten Fehlmengenkosten ein (vgl. Weber, 2002a, S. 103 f.). Sie sollten in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einbezogen werden, um ein vollständiges Bild der Entscheidungssituation zu gewinnen. Problematisch ist dabei die anzusetzende Kostenhöhe, denn die Ursachen einer „Out-of-Stock“-Situation können vielfältig sein. Zusätzliche Kosten, etwa für Eilfrachten, Konventionalstrafen oder kurzfristige Umrüstung der Produktionsanlagen können verhältnismäßig einfach und klar abgrenzbar erfasst werden. Dasselbe gilt für reduzierte Erlöse, wenn beispielsweise dem Kunden wegen Terminüberschreitung ein Preisnachlass gewährt werden muss oder er die Abnahme der Leistung ganz verweigert. Schwieriger wird es, wenn der Kunde aufgrund mangelnder Lieferfähigkeit seinen Bedarf bei einer anderen Bezugsquelle deckt. Oder wenn sich Kunden aufgrund schlechter Mundpropaganda schon im Voraus anderweitig orientieren. Die so entgangenen Deckungsbeiträge können nur schlecht monetär erfasst werden. Ein weiteres Problem ist, dass die Fehlmengenkosten häufig gar nicht vom Logistikbereich verursacht wurden, sondern beispielsweise auf Versäumnisse im Vertrieb oder in der Fertigung zurückzuführen sind. Für die Entscheidung über den RFID-Einsatz sind diese Kosten nicht relevant. Die genannten Gründe sprechen dafür, Fehlmengenkosten nicht kontinuierlich in der Kostenrechnung zu erfassen. Vielmehr sollte eine auf Erfahrungswerten beruhender Verrechnungssatz ermittelt werden, welcher den Kostenanfall aufgrund von Fehlmengen möglichst realistisch abbildet (vgl. Weber, 2002a, S. 105).



## 6 NICHT-MONETÄRE ENTSCHEIDUNGSKRITERIEN

### 6.1 Erfassung der nicht-monetären Entscheidungskriterien

Neben den bisher diskutierten monetären Entscheidungskriterien gibt es einige weitere Gründe, welche bei der Einführung der neuen Technologie berücksichtigt werden müssen. Diese Gründe sind einer monetären Bewertung nicht oder nur schwer zugänglich (vgl. Abschnitt 6.2). Bei Sichtung der einschlägigen Literatur fällt auf, dass die genannten Argumente – von unten näher behandelten Ausnahmen abgesehen - für alle Anwendungsgebiete der RFID-Technologie ähnlich sind. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die genannten Nutzen beziehungsweise Risiken allgemeingültigen Charakter haben.

Als Argumente für die Einführung von RFID finden sich insbesondere die folgenden (vgl. Strassner, M, Fleisch, E, 2005, S. 46 ff.; Jansen, R., Mannel, A., 2005, S. 27; Vojdani, N., Spitznagel, J., Resch, S., 2006, S. 63; Doerr, K., Gates, W., Mutty, J., 2006, S. 734 f.):

RFID-Transponder können durch eine entsprechende technische Ausstattung deutlich widerstandsfähiger gestaltet werden als herkömmliche Barcode-Kennzeichnungen. RFID erlaubt deshalb die Kennzeichnung von Gütern, für die dies aufgrund widriger Umwelt- und/oder Transportbedingungen vorher nicht möglich gewesen wäre.

RFID ermöglicht durch seine höhere Reichweite die Identifikation von Transportgütern auch bei ungeführten Prozessen. Dies ist besonders bei Logistikprozessen von Bedeutung, wenn etwa ein Gabelstapler oder ein LKW nicht auf eine exakte Fahrtroute festgelegt werden muss.

Durch die erhöhte Speicherkapazität von RFID-Transpondern können große Datenmengen direkt an den Objekten gespeichert werden. Es können dann Informationen hinterlegt werden, welche unternehmensübergreifend nutzbar sind. Die Folge ist eine Datenintegration innerhalb der Supply Chain. Dies gilt sowohl für den Umfang der hinterlegten Daten, also der Integrationsbreite, als auch die Anzahl der einbezogenen Zulieferstufen, der Integrationstiefe.

Die Integration der Datenströme innerhalb der Supply Chain führt gleichzeitig zu einer verstärkten Kundenbindung. Kostenmäßig macht sich dieser Aspekt in einer erhöhten Warenverfügbarkeit bemerkbar.

Im Rahmen der voranschreitenden Integration von Zulieferern und Kunden innerhalb der Supply Chain wird der Einsatz von RFID immer stärker zum Wettbewerbsvorteil gegenüber Mitbewerbern, welche diese Technologie noch nicht unternehmensübergreifend einsetzen. Das Image des eigenen Unternehmens wird positiv beeinflusst. Es ist zu erwarten, dass in nicht allzu ferner Zukunft die Güterkennzeichnung mit RFID als selbstverständlich vorausgesetzt wird.

Bei einer flächendeckenden Verwendung von RFID steigt die Prozessqualität. Dies ist insbesondere auf die im Vergleich zu einer manuellen Erfassung, höhere Zuverlässigkeit einer RFID-basierten Identifikation zurückzuführen. Es kommt seltener zu Fehlmengen, welche häufig nur durch den intensiven Arbeitseinsatz der Mitarbeiter ausgeglichen werden können. Auch reduziert sich durch die Möglichkeit

eines durchgängigen Tracking-and-Tracing mit Hilfe von RFID die Notwendigkeit von arbeitsintensiven Suchaktivitäten. Beide Aspekte zusammen bewirken eine höhere Arbeitszufriedenheit der Mitarbeiter, welche sich jetzt höherwertigen Tätigkeiten zuwenden können.

Ein besonderer Aspekt des RFID-Einsatzes ist die Sicherheit. Er kommt besonders dann zum Tragen, wenn von den gekennzeichneten Gütern eine Gefahr ausgeht, wie etwa im militärischen Bereich. Auch bei chemischen oder sonstigen Gefahrgütern ist es von besonderer Bedeutung, dass nicht durch unsachgemäßen Transport, fehlerhafte oder zu lange Lagerung oder auch durch Verwechslung Menschen gefährdet werden. Eine produktnahe RFID-Kennzeichnung verringert dieses Risiko.

Der Einsatz von RFID birgt aber nicht nur Chancen, sondern bringt auch Risiken mit sich. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die folgenden Argumente zu nennen (vgl. Strassner, M, Fleisch, E, 2005, S. 46 ff.; Jansen, R., Mannel, A., 2005, S. 27; Vojdani, N., Spitznagel, J., Resch, S., 2006, S. 63; Doerr, K., Gates, W., Mutty, J., 2006, S. 734 f.) :

Der oben genannte Nutzen der Prozesssicherheit setzt eine absolute Zuverlässigkeit der RFID-Systeme voraus. Diese kann aber in vielen Fällen noch nicht vollständig gewährleistet werden. Ebenso wenig kann im Einzelfall sicher gestellt werden, dass die tatsächliche Lebensdauer eines RFID-Chips mit der geplanten übereinstimmt. Als Folge kann sich die Zuverlässigkeit der Erfassung unkontrolliert verringern. Unsichere Prozesse sind aber unter dem Aspekt des Total Quality Managements unbedingt zu vermeiden.

Durch die lang anhaltende Unsicherheit darüber, welche Standards sich weltweit durchsetzen werden, haben sich die Hersteller von RFID-Anwendungen zurückgehalten. Nicht in allen Fällen sind deshalb die benötigten Mengen an Transpondern oder Lesegeräten erhältlich. Bevor die Entscheidung für eine bestimmte RFID-Technologie getroffen wird, sollte deshalb die tatsächliche Verfügbarkeit der Komponenten geprüft werden.

Ein spezielles Risiko für die RFID-Technologie liegt in der Einschätzung von Datenschützern, dass von der funkgestützten Identifikation eine Gefährdung für die Datensicherheit ausgeht. Neben den dafür anfallenden Kosten (s.o.), sind es insbesondere die potenziellen Imageschäden, die es zu vermeiden gilt. Im Mittelpunkt steht die Sorge, dass durch die RFID-Kennzeichnung von Waren möglicherweise die Verbrauchs- oder Lebensgewohnheiten der Konsumenten erfasst werden könnten. Dies ist besonders bei Gütern zu beachten, die an den Endverbraucher ausgeliefert werden.

## **6.2 Bewertung der nicht-monetären Entscheidungskriterien**

In den meisten Fällen wäre eine Quantifizierung der nicht-monetären Entscheidungskriterien durch die Erfassung als Opportunitätskosten möglich. Der dafür notwendige Aufwand wäre aber unangemessen hoch, die Abbildungsgenauigkeit vergleichsweise gering. In dieser Arbeit wird deshalb die Auffassung vertreten, dass die nicht-monetären Bewertungskriterien durchgängig qualitativ behandelt werden sollten.

Aufgabe des Entscheidungsträgers ist es, sich ein umfassendes Bild des RFID-Einsatzes in der für ihn relevanten Supply Chain zu machen. Wie die Ausführungen in 6.1 zeigen, können die Argumente weit über die rein monetären Erwägungen hinausgehen. Eine allgemeingültige Bewertung kann aus den genannten Gründen hier nicht vorgenommen werden, die nachfolgenden Entscheidungskriterien können aber bei Gewichtung helfen.

### **Aspekte der Kundenbindung**

1. Der Einsatz von RFID führt zu einer engeren Beziehung zwischen Kunden und Lieferanten. Dieser Aspekt sollte umso stärker Beachtung finden, je intensiver der Wettbewerb in der Branche ist.
2. Ist ein gemeinsamer Standard innerhalb der Supply Chain gefunden, wirkt dieser als Markteintrittsbarriere. Neuen Konkurrenten wird der Zugang zur bestehenden Lieferkette erschwert die Beziehung zwischen den etablierten Partnern verstetigt.
3. Wird RFID bereits in der eigenen Supply Chain eingesetzt, ist eine Anpassung an den Standard zwingend.

### **Aspekte der Handhabung**

4. Je kleinteiliger die zu kennzeichnenden Güter, desto eher ist deren Funkidentifizierung zum empfehlen.
5. Bei Gütern, die einem Verfalldatum unterliegen, erweist sich RFID als hilfreich bei der Organisation der Warenbestände.
6. Je mehr Stufen die Supply Chain hat, desto günstiger ist der RFID-Einsatz zu beurteilen.
7. Die Beschaffenheit des Trägermaterials sowie dessen Behandlung im Fertigungsprozess ist zu berücksichtigen.

### **Aspekte der Sicherheit**

8. Je höher die Sicherheitsanforderungen an das Produkt, desto zwingender ist die Notwendigkeit eines RFID-Einsatzes.
9. Unter Sicherheitsaspekten sind besonders Güter, die später an schwer zugänglichen Stellen verbaut werden, mit Funkidentifikation zu versehen. Hierdurch kann eine laufende Kontrolle sicherheitsrelevanter Teile erfolgen wodurch Gefahrenpotenziale abgebaut werden.
10. Die Fremdgefährdung bei der Warenidentifikation, etwa beim Einlesen von Barcodes, kann durch den RFID-Einsatz entscheidend verringert werden.

### **Aspekte des Datenschutzes**

11. Bei Konsumgütern ist die RFID-Kennzeichnung unter Datenschutzaspekten eher kritisch zu sehen.
12. Die Aussagen 4 und 8 stehen in Konflikt zueinander. Das Vertrauen der Verbraucher muss deshalb durch geeignete Maßnahmen gewonnen werden.

Außerdem ist zu beobachten, wie sensibel die Verbraucher auf den Aspekt des Datenschutzes reagieren.

## 7 ZUSAMMENFÜHRUNG DER BEWERTUNGEN

### 7.1 Nutzwertanalyse als Scoring-Modell

Um eine abschließende Entscheidung über den Einsatz von RFID in der Supply Chain zu treffen, müssen monetäre und nicht-monetäre Bewertungskriterien zusammengeführt werden. Ein Instrument zur mehrdimensionalen Bewertung von Handlungsalternativen ist die Nutzwertanalyse (vgl. Weber, J., 2006, S. 285 ff.). Durch ihren stringenten Aufbau lassen sich Entscheidungen systematisch entwickeln und damit auch Dritten gegenüber schlüssig darstellen. Unter dem Begriff „Utility Analysis“ in den USA eingeführt, wurde die Methode in den 1970er Jahren von Zangemeister in Deutschland bekannt gemacht (vgl. Zangemeister, C., 1971, Nutzwertanalyse). Im Folgenden wird zunächst der Ablauf der traditionellen Nutzwertanalyse skizziert (vgl. Weber, J., 2006, S.286.; Küpper, H.-U., 2005, S. 74). Abbildung 7 zeigt den Ablauf grafisch.

Der erste Schritt umfasst die Problemdefinition und damit den betrachteten Entscheidungsspielraum.

In einem zweiten Schritt sind die relevanten Alternativen festzulegen. Dazu gehört auch die Null-Alternative, also das Unterlassen jeglicher Aktivitäten.

Im dritten Schritt wird das Zielsystem analysiert und zusammengestellt. Das Zielsystem ist streng hierarchisch zu gliedern. Die Ziele sollen überschneidungsfrei sein, ihre Anzahl nicht zu groß.

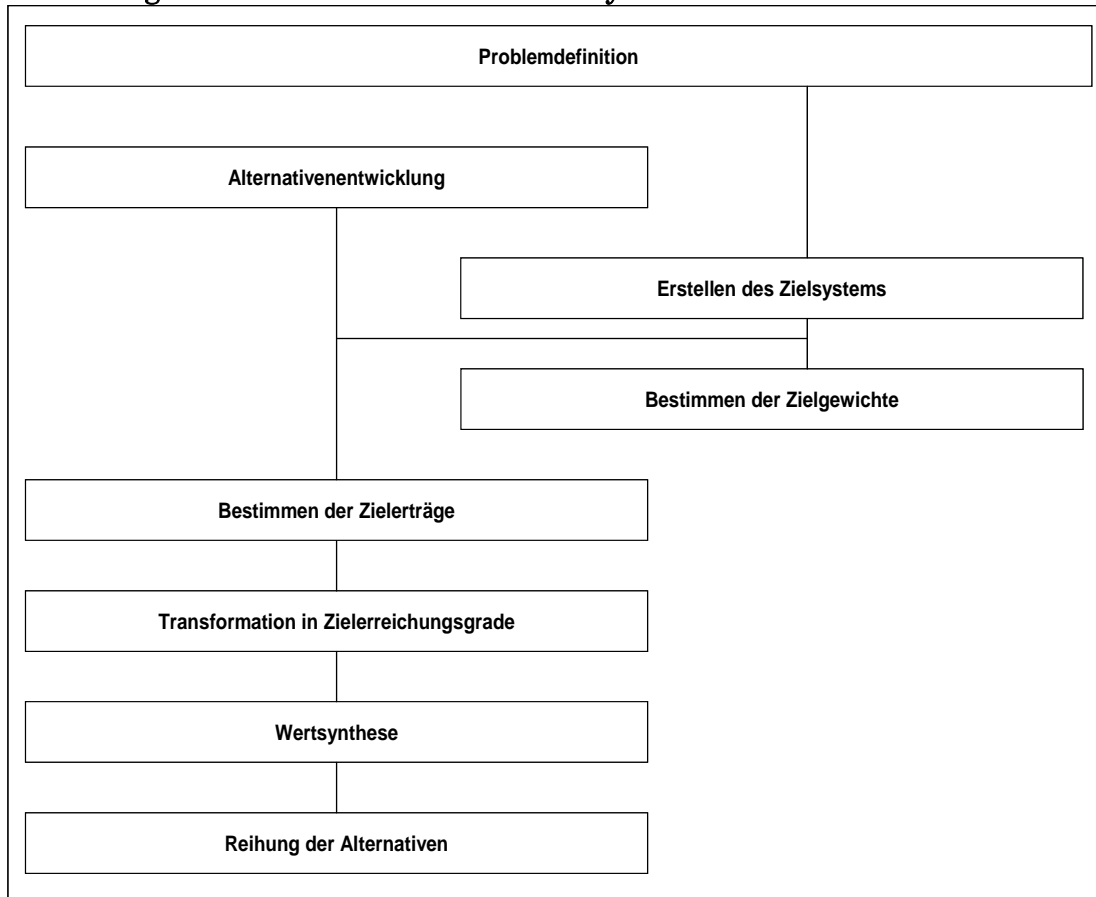
Gegenstand des vierten Schrittes ist die Zielgewichtung. Sie bildet die Präferenzen des Entscheidungsträgers ab und erfolgt zweckmäßiger Weise gemäß der Stufung des Zielsystems.

Im fünften Schritt ist für jede Zielgröße die Art ihrer Messung festzulegen und den möglichen Ausprägungen Wertziffern zuzuordnen. Es bietet sich an den Nutzen ordinal zu messen, das heißt Klassen zu bilden, denen jeweils Punktwerte zugeordnet sind (Scoring-Verfahren). Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass Teilziele mit unterschiedlichen Bewertungsdimensionen vergleichbar gemacht werden. Implizit wird dabei unterstellt, dass für jedes Kriterium eine eindimensionale Präferenzstruktur vorliegt und die Kriterien unabhängig voneinander bewertet werden können.

In einem sechsten Schritt werden die Zielerreichungsgrade bestimmt. Dafür werden für jedes Teilziel Nutzenfunktionen bestimmt. Anschließend wird ermittelt, welche Position die Alternative auf der Nutzenfunktion einnimmt und danach der Zielbeitrag errechnet. Diese Vorgehensweise soll eine größtmögliche Objektivität bei der Entscheidungsfindung sicherstellen.

Der siebente Teilschritt ist ein reiner Rechenvorgang, das Zielsystem, Gewichte und Nutzenfunktionen bereits festliegen. Durch Addition der Teilnutzen erfolgt die Ermittlung des Gesamtnutzens. In der Regel erfolgt dann eine Entscheidung für die Alternative mit dem höchsten Gesamtnutzen.

**Abbildung 7: Ablauf einer Nutzwertanalyse**



Quelle: In Anlehnung an Scholles, F., 2006, S. 3.

## 7.2 Nutzwertanalyse zur Beurteilung des RFID-Einsatzes

Im Folgenden wird gezeigt, wie mit Hilfe der Nutzwertanalyse monetäre und nicht-monetäre Entscheidungskriterien für den RFID-Einsatz in der Supply-Chain zusammengeführt werden können. Da Ausgangssituation und Präferenzen individuell jeweils unterschiedlich sind, wird hier nur der prinzipielle Ablauf geschildert. Die Parameter müssen dann an die jeweilige Entscheidungssituation angepasst werden.

Der erste Schritt der Nutzwertanalyse, die Festlegung der Entscheidungssituation, kann als optimale Warenidentifikation in der Supply Chain umschrieben werden. Im zweiten Schritt sind die Alternativen festzulegen. Für das betrachtete Problem lauten diese (vgl. Abschnitt 4.2.). Hier können grundsätzlich betrachtet werden:

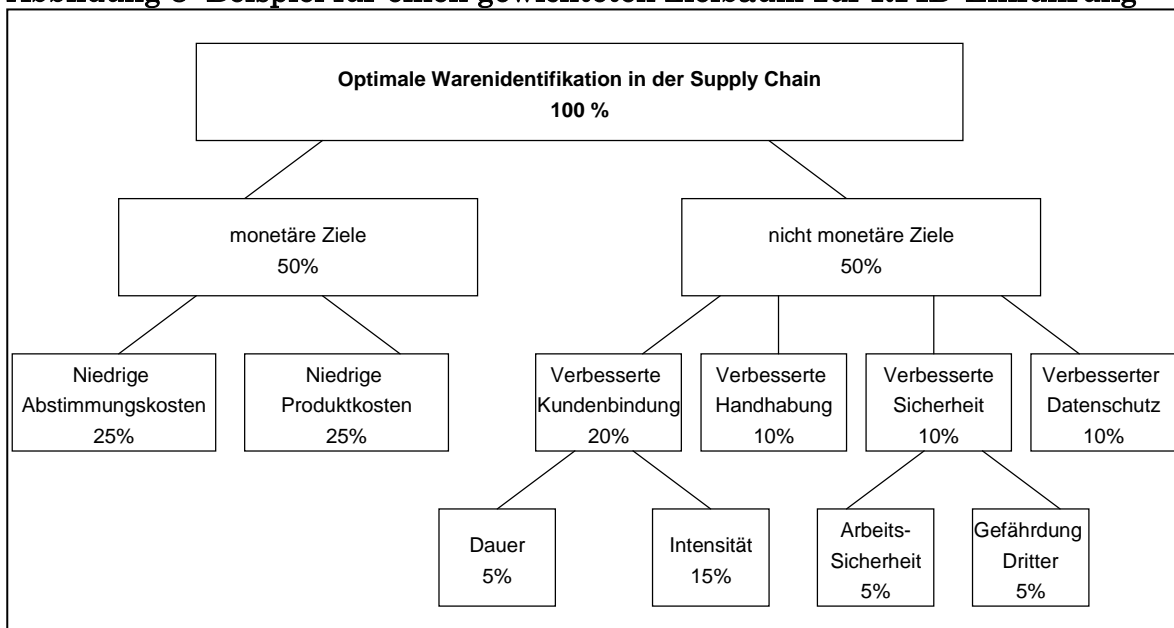
- RFID ersetzt bestehende Identifikationssysteme.
- RFID wird parallel zu bereits bestehenden Identifikationssystemen (z.B. Barcode) genutzt.

- Auf die Einführung von RFID wird verzichtet.

Der dritte Schritt umfasst die Strukturierung und Darstellung des Zielsystems. Dafür ist es notwendig, die häufig nur unpräzise formulierten Absichten wie etwa „Erhöhung der Kundenbindung“ in konkrete und messbare Kriterien umzusetzen. Da im vorliegenden Fall die Nutzwertanalyse der Zusammenführung von monetären und nicht-monetären Entscheidungskriterien dient, werden auch die Kostenüberlegungen einbezogen. Das Ergebnis ist eine hierarchische Zielstruktur, ein sogenannter Zielbaum (vgl. Weber, J., 2006, S. 286). Eine mögliche Ausprägung für das vorliegende Problem findet sich in Abbildung 8. Die hohe Bedeutung, welche monetären Zielen von den Entscheidungsträgern beigemessen werden, wird durch eine hohe Zielgewichtung abgebildet.

Eng mit dem dritten ist der vierte Schritt verknüpft, die Zielgewichtung. Dazu werden die Elemente des Zielsystems untereinander gewichtet, was am sinnvollsten stufenweise geschieht. Durch Multiplikation der Prozentangaben entlang eines Zielpfades ergibt sich die Bedeutung der Unterziele bezogen auf die höchste Ebene. Eine mögliche Zielgewichtung findet sich in Abbildung 8.

**Abbildung 8: Beispiel für einen gewichteten Zielbaum zur RFID-Einführung**



Im fünften Schritt werden die Maßgrößen für jedes der ausgewiesenen Ziele sowie die Bewertungsskalen festgelegt. Für den vorliegenden Fall werden lineare Nutzenfunktionen unterstellt (vgl. Abschnitt 4.2), so dass eine höhere Zielerreichung regelmäßig mit einem höheren Punktwert einhergeht. Die Maßgrößen müssen für jedes Kriterium individuell bestimmt werden. So erfolgt die Messung der Kostenkomponente über den in Abschnitt 5.4.1 näher erläuterten investitionsorientierten Kostenbegriff. Die Vorteilhaftigkeit wird entsprechend durch den modifizierten Kapitalwert gemessen. Er bildet die Zeit-, aber auch die Sicherheitspräferenz der Investoren ab. Eine mögliche Unterteilung der Zielerreichungsskala wäre, drei Klassen zu bilden, wobei die erste einen positiven

Kapitalwert, die zweite einen Kapitalwert von null und die dritte einen negativen Kapitalwert abbildet.

Die Dauer der Kundenbindung kann in Jahren erfasst werden, wobei diese Größe sowohl die Dauer der bisherigen Zusammenarbeit, aber auch die gewünschte Bindungsdauer umfasst. Für die Intensität der Kundenbindung müssen Ersatzgrößen herangezogen werden, etwa die Häufigkeit von Treffen, die Anzahl der Telefonkontakte oder die eingeräumte Entscheidungsfreiheit. Die letztgenannte Größe ist dabei von besonderer Wichtigkeit, aber nur subjektiv zu bestimmen.

Die Bewertung der Handhabungsgerechtigkeit der RFID-Anwendung kann mit arbeitswissenschaftlichen Verfahren erfasst werden. So kann hier die Anzahl der manuellen Eingriffe in den Identifikationsprozess herangezogen werden. Basis könnte eine Multimomentaufnahme oder eine Selbsterfassung sein. Bei dieser Betrachtung sollten vor allem auch die unternehmensübergreifenden Prozesse betrachtet werden, da hier ein hohes Vereinfachungspotenzial zu erwarten ist.

Die Arbeitssicherheit lässt sich durch die Häufigkeit von Unfallmeldungen erfassen. Die Gefährdung Dritter, etwa durch fehlerhaft gelagerte Produkte, lässt sich mit Hilfe einer FMEA abschätzen.

Bei der Beurteilung des Datenschutzes muss auf Expertenwissen zurückgegriffen werden. Hier sind Aussagen über die Möglichkeit der Deaktivierung von RFID-Chips oder eventuellen Datenmissbrauch erforderlich. Die gesetzlichen Vorschriften für dieses Problem sind streng zu beachten. Im Rahmen der Nutzwertanalyse wird deshalb die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen zum Datenschutz als sogenanntes K.O.-Kriterium behandelt. RFID-Anwendungen, welche den Vorschriften nicht genügen, werden aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen. Tabelle 7 fasst die Ergebnisse zusammen.

**Tabelle 7: Beurteilungskriterien für die RFID und ihre Maßgrößen**

Beurteilungskriterium	Maßgröße
Kosten	Kapitalwert
Dauer der Kundenbindung	Jahre
Intensität der Kundenbindung	Anzahl der Treffen pro Jahr Entscheidungsspielraum
Handhabbarkeit	Anzahl der notwendigen Handgriffe Dauer Identifikationsvorgang
Arbeitssicherheit	Anzahl der Unfallmeldungen
Gefährdung Dritter	Risikoprioritätszahl
Datensicherheit	Gesetzeskonformität

Sind die Maßgrößen erfasst und die Bewertungsklassen gebildet, ist in einem sechsten Schritt über die Zielerreichungsgrade der betrachteten Alternativen zu entscheiden. Sofern nicht auf quantitative Größen zurückgegriffen werden kann, etwa beim Kapitalwert oder bei der Anzahl der beobachteten Handgriffe, ist dieser Vorgang nicht ohne subjektive Einschätzungen möglich. Dies gilt besonders für Größen wie die Intensität der Kundenbindung oder die Gefährdung Dritter.

Abschließend werden in einem siebenten Schritt die Zielerreichungsgrade mit den Kriteriengewichten multipliziert. Diese Teilnutzwerte werden je Alternative addiert, wodurch sich deren (Gesamt)nutzwerte ergeben. Die Entscheidung sollte dann für die Alternative mit dem höchsten Nutzwert fallen.

## 8 ANWENDUNG DES VORGESCHLAGENEN VERFAHRENS

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Verfahren entwickelt, welches Aussagen über die Wirtschaftlichkeit des RFID-Einsatzes in der Supply Chain ermöglicht. An dieses Verfahren wurden Anforderungen gestellt, die sich aus dessen praktischer Anwendbarkeit ergeben (vgl. Abschnitt 4.3). Im Folgenden soll untersucht werden, inwieweit das vorgeschlagene Verfahren den Anforderungen entspricht.

Der **Forderung nach mehrfacher Zielsetzung** wird dadurch Rechnung getragen, dass sowohl monetäre als auch nicht monetäre Entscheidungskriterien berücksichtigt werden. Die monetäre Komponente wird durch die Lebenszyklusanalyse abgebildet, die nicht monetären Größen werden zunächst gesondert erfasst. Beide Entscheidungsstränge fließen dann in einer Nutzwertanalyse zusammen.

Ein Schwachpunkt des Modells besteht in der stark vereinfachenden Präferenzordnung, welche der traditionellen Nutzwertanalyse zugrunde liegt. Es wird davon ausgegangen, dass sich der Gesamtnutzwert durch einfache Addition der Teilnutzwerte ermitteln lässt, was die Unabhängigkeit der Teilnutzen voraussetzt.



Diese ist aber in der Praxis häufig nicht gegeben, wie sich an den Kriterien Kundenbindung und Kosteneinsparung nachvollziehen lässt. Im Supply Chain Management werden die Lieferbeziehungen entscheidend durch das Preisniveau beeinflusst.

Die aufgezeigten Schwachstellen können durch eine erweiterte Form der Nutzwertanalyse verringert werden. So ist es bei der Modifikation des Verfahrens nach Bechmann möglich, weitere Wertbeziehungen wie Komplementarität, Konkurrenz oder Indifferenz abzubilden (vgl. Bechmann, A., 1978). Die Gefahr, dass subjektiven Einschätzungen mit Hilfe der Wertanalyse der Anschein einer Pseudogenauigkeit verliehen wird, ist damit zwar nicht vollständig gebannt, aber doch vermindert (vgl. Scholles, F., 2006, S. 13 ff.).

Die **Lebenszyklusorientierung** des vorgestellten Modells spiegelt sich in der Anwendung einer modifizierten Produktlebenszyklusrechnung für die Ermittlung des monetären Vorteilhaftigkeit der RFID-Anwendung wider. Bei der Produktlebenszyklusrechnung handelt es sich um ein gut eingeführtes Controlling-Instrument, das gemäß einer Befragung von 2002 in etwa 30% der befragten Unternehmen zum Einsatz kam (vgl. Franz, K.-P., Kajüter, P., 2002, S. 579 f.). Die Wertgrößen, die in das Modell eingehen, zeichnen die Kostenwirkungen während der Spezifizierungs-, der Nutzungs- und der Nachsorgephase nach. Der Wertansatz beruht dabei auf dem investitionstheoretischen Kostenbegriff. Für die nicht pagatorischen Kosten der Abstimmung kann auf die Ansätze der innerbetrieblichen Kostenverrechnung zurückgegriffen werden.

Eine **unternehmensübergreifende Betrachtung** der wirtschaftlichen Auswirkungen von RFID kann durch das vorgestellte Modell sichergestellt werden. Die Produktkosten erfassen den Prozess der Auswahl, Prüfung, Nutzung und Entsorgung der körperlichen RFID-Komponenten. Das größte Nutzenpotenzial liegt dabei in der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit von Zulieferern und Abnehmern in der Spezifizierungsphase. Wird gemeinsam über Auslegung der RFID-Anwendung entschieden, ist eine optimale Einbindung in die Informationsversorgungssysteme sowie in die logistischen Prozesse der beteiligten Unternehmen gegeben (vgl. Slagmulder, R., 2002, S. 80). Sofern sich also mehrere Supply Chain Partner an der Nutzung der Technologie beteiligen, werden hier die Kosten aller Unternehmen einbezogen. Die überbetriebliche Zusammenarbeit wird durch die Transaktionskosten erfasst. Kapitalkosten bilden die Einsparungen aufgrund verminderter Bestände in der Supply Chain ab – Folge der verbesserten Koordination.

Ein grundlegendes Problem kann mit Hilfe des vorgelegten Ansatzes nicht gelöst werden: die Aufteilung der Kosten und Nutzen auf die Supply Chain Partner. Hier kann es keine allgemeingültige Lösung finden. Sie wird vielmehr Gegenstand von Vertragsverhandlungen sein und fällt damit unter die Fragestellung des Beziehungscontrollings in der Supply Chain (vgl. Weber, J., Bacher, A., Groll, M., 2003, S. 37 f.).

Bei der Entwicklung des Beurteilungsansatzes wurde besonderer Wert auf die **praktische Umsetzbarkeit** gelegt. So erfordern die beiden Basisverfahren, Lebenszyklusrechnung und Nutzwertanalyse, kein tiefer gehendes mathematisches

Verständnis. Sie sind damit ohne größeren Aufwand mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms in eine DV-Lösung umsetzbar.

Wie gezeigt wurde, lassen sich die notwendigen Entscheidungsgrößen monetärer und nicht-monetärer Art in den beteiligten Organisationen ohne größeren Aufwand erheben. Teilweise sind sie bereits Bestandteil der regelmäßigen Kostenrechnung oder entsprechen den Rechengrößen einer regulären Investitionsrechnung. Die Zusammenführung aller Entscheidungskriterien in einer Nutzwertanalyse hat den Vorteil einer größtmöglichen Transparenz des Entscheidungswegs. Dies erhöht die Akzeptanz der Ergebnisse. Auch die modifizierte Nutzwertanalyse nach Bechmann lässt sich in ein praktikables Vorgehen umsetzen. Sie setzt allerdings das Verständnis der Booleschen Algebra voraus, damit es nicht zu Anwendungsfehlern kommt.

Mit dem vorliegenden Bewertungsverfahren kann auch über die Vorteilhaftigkeit der in Abschnitt 4.2 vorgestellten Alternativen entschieden werden:

- Ersatz bestehender Identifikationssysteme durch RFID
- Parallele Nutzung von bestehenden Identifikationssystemen und RFID
- Verzicht auf die Einführung von RFID

Eine Einführung von RFID ist immer dann vorteilhaft, wenn der mit Hilfe des Rechenmodells ermittelte Punktwert von der betrachteten Alternative höher ist als die konkurrierenden Alternativen.

Die gilt auch dann, wenn noch keine hundertprozentige Zuverlässigkeit der Anwendung gegeben ist, wie dies zurzeit häufig der Fall ist. Zu vergleichen sind hier die Produktkosten mit den Abstimmungskosten. Es ist davon auszugehen, dass eine Leserate von 98% einen geringeren apparativen Aufwand erfordert als eine hundertprozentige. Die Produktkosten sind also vergleichsweise geringer. Dem stehen erhöhte Aufwendungen für Abstimmung und Kontrolle gegenüber. Hinzu kommen nicht monetäre Beurteilungskriterien wie Erfahrungs- oder Imagegewinn. Abhängig von der individuellen Situation kann sich dann der Einsatz von RFID für eine Übergangsphase auch unter nicht optimalen Bedingungen empfehlen. Im Rahmen des vorgeschlagenen Rechenmodells zeigt sich eine Entscheidung für den RFID-Einsatz durch einen höheren Punktwert als die vergleichbare Situation ohne RFID-Einsatz.

## **9 ZUSAMMENFASSUNG**

Im Rahmen dieses Beitrags wurde zunächst die Bedeutung von RFID für die Informationsversorgung in der Supply Chain untersucht. Die Ausführungen zeigen, dass die funkbasierte Produktidentifikation hier einen wichtigen Beitrag leisten kann. Die Fortschritte bei den internationalen Standardisierungsbemühungen sowie die fortlaufende Miniaturisierung elektronischer Komponenten bilden die Basis dafür.

Der stark wachsende Markt für RFID-Anwendungen erfordert ein einheitliches Auswahlverfahren. Das im Rahmen dieses Beitrags entwickelte Vorgehen ist anwendungsneutral und erlaubt die Integration von monetären und nicht-monetären

Beurteilungskriterien. Es ist deshalb für die Auswahl auf einem anonymen Markt geeignet.

Der größte Vorteil aus RFID-Anwendungen ergibt sich bei einem bereichs- bzw. unternehmensübergreifenden Einsatz. Das vorgestellte Modell umfasst den gesamten Lebenszyklus der Anwendung. Damit kann das volle Nutzenpotenzial der Technologie abgebildet werden.

## LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

- Alexander, S., 2006: RFID schlägt Barcode, in: Computerwoche, H.15, S. 36-37.
- Ammann, R., 2005: Auf allen Frequenzen, Verpackungsrevue, interpack special, S. 36-40.
- Barut, M. et al., 2006: RFID and Corporate Responsibility: Hidden Costs in RFID Implementation, in: Business and society review, 111:3, S. 287-303.
- Bacheldor, B., 2006: New EPCglobal Tools for Aerospace, Chemical and Pharmacy, in: RFID Journal, online unter: [www.rfidjournal.com/articleview/2455/](http://www.rfidjournal.com/articleview/2455/), abgerufen am 6.11.2006.
- Bea, F.- X., 2004: Entscheidungen des Unternehmens, in: Bea, F.X., Friedl, B., Schweitzer, M., Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Bd.1, Grundlagen, 9. Auflage, Stuttgart.
- Bea, F.-X., Haas, J., 2005: Strategisches Management, 4. Aufl., Stuttgart.
- Bechmann, A., 1978: Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung, Bern.
- Clasen, M., Jansen, R., Hustadt, J., 2005: Aktueller Status der Standardisierung bei RFID-Anwendungen für die Logistik, in: Seifert, W., Decker, J. (Hrsg.): RFID in der Logistik – Erfolgsfaktoren für die Praxis. Dokumentation des BVL-Arbeitskreises „RFID in der Logistik“, Hamburg, S. 61-85.
- DesMarteau, K., 2004: Manufacturers hard-pressed to find ROI from RFID, in: Apparel, H.2, S. 44-49.
- Dönges, C., 2005: Veränderungen in der Logistik durch RFID, in: Jahrbuch der Logistik, Düsseldorf 2005, S. 271-274.
- Doerr, K., Gates, W., Mutty, J., 2006: A hybrid approach to the valuation of RFID-MEMS technology applied to ordnance inventory, International journal of production economics, H.2, S. 726-741.
- Erkens, E., 2005: Ladungsträger-Management in der Automobilindustrie, in: Seifert, W., Decker, J. (Hrsg.): RFID in der Logistik – Erfolgsfaktoren für die Praxis. Dokumentation des BVL-Arbeitskreises „RFID in der Logistik“, Hamburg, S. 256-266.
- EPCglobal, 2006a: Über GS1 Germany, online unter: [www.gs1-germany/internet/content/ueber\\_gs1\\_germany/i](http://www.gs1-germany/internet/content/ueber_gs1_germany/i), abgerufen am 8.11.2006.

- EPCglobal, 2006b: EPCglobal, online unter:  
[www.gs1-germany/internet/content/e39,e52](http://www.gs1-germany/internet/content/e39,e52), abgerufen am 8.11.2006.
- Ewert, R., Wagenhofer, A., 2005  
 Interne Unternehmensrechnung, 6. Auflage, S. 585 ff.
- Franz, K.-P. und P. Kajüter, 2002: Kostenmanagement in Deutschland, in:  
 Franz, K.-P. und P. Kajüter (Hrsg.), Kostenmanagement, 2. Aufl., Stuttgart,  
 S.569-585.
- Friedl, B., 2009, Kostenmanagement, Stuttgart 2009.
- Gebauer, W.,2006: RFID Assessment: Potenzialbewertung für den Einsatz  
 der RFID-Technologie in der Supply Chain, in: RFID-  
 Wirtschaftlichkeitsmodelle im Vergleich, Tagesforum der Deutschen Logistik  
 Akademie, 4.4.2006, Tagungsdokumentation.
- Glasmacher, A., 2005: Grundlagen der Radio Frequenz Identifikation (RFID),  
 in: Seifert, W., Decker, J. (Hrsg.): RFID in der Logistik – Erfolgsfaktoren für die  
 Praxis. Dokumentation des BVL-Arbeitskreises „RFID in der Logistik“,  
 Hamburg, S. 23-31.
- Göpfert, I., 2002: Einführung, Abgrenzung und Weiterentwicklung des Supply  
 Chain Managements, in: Busch, A., Dangelmeier, W. (Hrsg.): Integriertes  
 Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver  
 unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse, Wiesbaden, S. 25-44.
- Goldbach, M., 2002: Organizational Settings in Supply Chain Costing. In:  
 Seuring, Stefan und Maria Goldbach (Hrsg.): Cost Management in Supply  
 Chains. Heidelberg, New York, S. 109-133.
- Hahn, D., 2000: Problemfelder des Supply Chain Management, in:  
 Wildemann, H. (Hrsg.): Supply Chain Management, München,  
 S. 9-21.
- Henrici, D., 2008 : Security and Privacy in Large-scale RFID Systems,  
 Challenges and Solutions, Diss. TU Kaiserslautern.
- Himme, A., 2009: Kostenmanagementprojekte in Deutschland, Ergebnisse  
 einer empirischen Untersuchung, in: Controlling, H.7, S. 402-408.
- Irrgang, R., 2005: Professioneller Weg zum einsatzreifen RFID-Konzept,  
 in: Logistik, H.9, S. 30-33.
- Jansen, R., Mannel, A., 2005: Wirtschaftlichkeit von RFID-Anwendungen,  
 in: Seifert, W., Decker, J. (Hrsg.): RFID in der Logistik – Erfolgsfaktoren für die  
 Praxis. Dokumentation des BVL-Arbeitskreises „RFID in der Logistik“,  
 Hamburg, S. 86-97.

- Jansen, R., Mannel, A., 2005: RFID in der Logistik – eine gute Investition?  
In: Austropack, H.7, S. 26-27.
- Katayama, T. und Asada, T., 2009: An evaluation theory for practical use of RFID under supply chain project management, in: Ohara, S.(Hrsg.): Japanese Project Management, KPM- innovation, development and improvement, s. 167-180.
- Kern, C., 2006: Anwendung von RFID-Systemen, Berlin/Heidelberg.
- Koch, R., Mannel, A., 2005: Beispielhafte Bewertung einer idealtypischen Prozesskette in der Textillogistik, in: Seifert, W., Decker, J. (Hrsg.): RFID in der Logistik – Erfolgsfaktoren für die Praxis. Dokumentation des BVL-Arbeitskreises „RFID in der Logistik“, Hamburg, S. 143-168.
- Kohlmann, Britta, 2009: Veränderungen in der Arbeitsorganisation der Instandhaltung durch RFID und Condition Monitoring Technologien, in: Scholz-Reiter, B. (Hrsg.): Technologiegetriebene Veränderungen der Arbeitswelt, S. 3-23.
- Kramer, P. , Baumgärtner, J., 2005: RFID und CRM: Viele offene rechtliche Fragen in: Absatzwirtschaft H.2, S. 44-45.
- Kremin-Buch, B., 2001: Strategisches Kostenmanagement, 2. Aufl., Wiesbaden.
- Küpper, H.-U., 2005, Controlling, München.
- Klein, W., 2005: Wann rechnet sich RFID? In: Markt&Technik, H.38, S. 44-45.
- Lange, V., Lammers, W., Meiß, C., 2005: Anwendungsfelder der RFID Technologie, in: Seifert, W., Decker, J. (Hrsg.): RFID in der Logistik – Erfolgsfaktoren für die Praxis. Dokumentation des BVL-Arbeitskreises „RFID in der Logistik“, Hamburg, S. 32-60.
- Mannel, A., 2006: rfid-cab (costs and benefits analyzer): Wirtschaftlichkeitsanalyse mit System, in: RFID-Wirtschaftlichkeitsmodelle im Vergleich, Tagesforum der Deutschen Logistik Akademie, 4.4.2006, Tagungsdokumentation.
- Ockenga, G., 2006: Identifikation und Umsetzung von RFID-Potenzialen im Supply Chain Management, in: RFID-Wirtschaftlichkeitsmodelle im Vergleich, Tagesforum der Deutschen Logistik Akademie, 4.4.2006, Tagungsdokumentation.
- o.V., 2005a: RFID in der Käsekruste, in: Markt&Technik, H. 38, S. 45.
- o.V., 2005b: Druckfähige Tags senken RFID-Stückkosten deutlich, in: PackReport.

- Seiter, M, Urban, U., Rosentritt, C, 2008, : Wirtschaftlicher Einsatz von RFID, Ergebnisse einer empirischen Studie in Deutschland. Research Papier Nr. 15, International Performance Research Institute.
- Schenk, M., 2006: Fraunhofer-Labor testet RFID praxisnah, in: Information Week H.4/5. S. 16-17.
- Schaefer, H.-W., 2006: Anforderungen an ein Wirtschaftlichkeitsmodell zur Einführung eines RFID-Systems, in: RFID-Wirtschaftlichkeitsmodelle im Vergleich, Tagesforum der Deutschen Logistik Akademie, 4.4.2006, Tagungsdokumentation.
- Schmidt, D., 2006: RFID im Mobile Supply Chain Management; Anwendungsszenarien, Verbreitung und Wirtschaftlichkeit, Wiesbaden.
- Scholles, F., 2006: Die Nutzwertanalyse und ihre Weiterentwicklung, [www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Ptm\\_BewNwa.htm](http://www.laum.uni-hannover.de/ilr/lehre/Ptm_BewNwa.htm), abgerufen am 1.2.2007.
- Schweitzer, M., 1994 : Gegenstand der Industriebetriebslehre, in: Schweitzer, M. (Hrsg.), Industriebetriebslehre, München, S. 1-60.
- Schweitzer, M., Friedl, B., 1997 : Kostenmanagement bei verschiedenen Wettbewerbsstrategien, in: Becker, W., Weber, J. (Hrsg.): Kostenrechnung, Stand und Entwicklungsperspektiven, Wiesbaden, S. 447-463.
- Schweitzer, M., Küpper, H.-U., 2008: Systeme der Kosten- und Erlösrechnung, 9. Auflage, S. 652ff.
- Seicht, G., 1994: Industrielle Anlagenwirtschaft, in: Schweitzer, M. (Hrsg.): Industriebetriebslehre, 2. Aufl., München, S. 327-445.
- Seuring, S., 2002: Supply Chain Target Costing – An Apparel Industry Case Study, in: Seuring, S., Goldbach, M. (Hrsg.): Cost Management in Supply Chains, Heidelberg/New York, S. 111-125.
- Seuring, S., 2001 : Supply Chain Costing, Kostenreduktionen durch Zusammenarbeit in der Wertschöpfungskette, in: Controlling, H. 12, S. 615.
- Slagmulder, R., 2002: Managing Costs across the Supply Chain, in: Seuring, S., Goldbach, M. (Hrsg.): Cost Management in Supply Chains, Heidelberg/New York, S. 75-88.
- Strassner, M., Fleisch, E., 2005: Innovationspotenzial von RFID für das Supply-Chain-Management, in: Wirtschaftsinformatik, H.1, S. 45-54.
- Supply-Chain-Council, 2006: Supply-Chain Operations Reference-model, Version 8.0, SCOR Overview, <http://www.supply-chain.org/galleries/default-file/SCOR%2080%20overview%20booklet.pdf>, abgerufen am 30.10.2006.

- Sweeney, P., 2005: RFID for Dummies, Hoboken.
- Utz, C., 2006: Kalkulationsschema: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beim Einsatz von RFID-Systemen, in: RFID-Wirtschaftlichkeitsmodelle im Vergleich, Tagesforum der Deutschen Logistik Akademie, 4.4.2006, Tagungsdokumentation.
- Vogell, K., 2006: Ein Kosten-Nutzen-Modell für den Einsatz von RFID, in: RFID-Wirtschaftlichkeitsmodelle im Vergleich, Tagesforum der Deutschen Logistik Akademie, 4.4.2006, Tagungsdokumentation.
- Vogell, K., 2006: Prozessveränderungen durch RFID/EPC in der Supply Chain, online unter:  
[www.gs1germany.de/content/e39/e466/e468/datei/epc\\_rfid/mip\\_4\\_prozessveränderung](http://www.gs1germany.de/content/e39/e466/e468/datei/epc_rfid/mip_4_prozessveränderung), abgerufen am 8.11.2006.
- Vojdani, N., Spitznagel, J., Resch, S., 2006: Mit System und Methode zur idealen Anwendung, in: Information Management & Consulting, H.2, S. 61-64.
- Walk, F., 2006: RFID - Stand der Technologie- und Marktentwicklung. Was kommt nach dem Hype? VDI-Berichte, Nr. 1928, Düsseldorf, S. 255-267.
- Weber, J. 2002a: Logistik- und Supply Chain Controlling, 5. Aufl., Stuttgart.
- Weber, J., 2002b: Logistikkostenrechnung, Kosten-, Leistungs- und Erlösinformationen zur erfolgsorientierten Steuerung der Logistik, 2. Aufl., Berlin/Heidelberg.
- Weber, J., 2006: Einführung in das Controlling, 11. Aufl., Stuttgart.
- Weber, J., Bacher, A., Groll, M., 2003: Mögliche Instrumente für ein Supply Chain Controlling, Schriftenreihe Advanced Controlling, Bd. 32, Vallendar.
- Wehking, K.-H., Seeger, F., Kummer, S., 2006: RFID-Technologie: Bindeglied zwischen Informationsfluss und Materialfluss. Wie zuverlässig sind die Informationsvorgänge? In: Logistics Journal, H. 3, S. 1-13.
- Zangemeister, C., 1971: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik. Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen, 2. Aufl., München.
- Zeibig, S., 2006: Radio Frequency Identifikation (RFID), in: Controlling, H.1, S. 51-52.



## AUTORENPORTRAIT



Prof. Dr. Silke Griemert lehrt Betriebswirtschaft und Controlling im Fachbereich Betriebswirtschaft der Koblenz University of Applied Sciences. Ihre Arbeitsschwerpunkte sind u.a. Diversity Management, Shareholder Value und Supply Chain Management. Vor der Tätigkeit als Professorin war sie Organisatorin und stellvertretende Leiterin des Training Centers bei der Siemens Nixdorf AG in Düsseldorf.

Kontakt: [griemert@fh-koblenz.de](mailto:griemert@fh-koblenz.de)

## SCHRIFTENVERZEICHNIS

- Nr. 1      Verfahren der Kundenwertermittlung  
Darstellung und Bewertung der Kundenwertmessung als Bestandteil des  
Marketing-Controlling,  
Prof. Dr. Andreas Mengen  
Mai 2009
- Nr. 2      Entscheidungsmodell für den wirtschaftlichen RFID-Einsatz  
Prof. Dr. Silke Griemert  
Januar 2010