



universität
wien

Masterarbeit

Titel der Masterarbeit:

**„Bewertung und Ermittlung der Vorteilhaftigkeit
des RFID-Einsatzes zwischen Suppliern und
Retailern“**

Verfasser

Matthias DIEWALD

Angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 915

Studienrichtung lt. Studienblatt: Masterstudium Betriebswirtschaft

Betreuerin: ao. Univ.-Prof. Dr. Christine Strauß

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die Masterarbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wien, im August 2015



Matthias Diewald

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	I
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Formelverzeichnis	VIII
Abkürzungsverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
2 Grundlagen, Definitionen und Funktionsprinzip	4
2.1 Was bedeutet RFID?	4
2.2 Bestandteile des RFID-Systems	5
2.2.1 Der Transponder	5
2.2.2 Das Schreib- und Lesegerät	10
2.2.3 Die Middleware	10
3 Fundamentale Entwicklungen im Zusammenhang mit RFID	11
3.1 Das Internet der Dinge	11
3.2 Ubiquitous Computing	12
4 Arten der Vernetzung des RFID-Einsatzes	14
4.1 Klassifizierung der Zusammenarbeit	14
4.2 Grundlegende Potentiale	16
5 Verbesserungspotential für die Logistikkette	18
5.1 Auswirkungen auf Groß- und Einzelhändler unter Einsatz von RFID	18
5.1.1 Modell zur Berechnung des Gewinns für die Teilnehmer der Logistikkette unter Verwendung von RFID	20
5.1.2 Numerische Grundannahmen für Szenarien-Anwendungen des Modells	23
5.2 Erkenntnisse aus dem Modell	39
5.3 Minderung der beobachteten Auswirkungen	41
5.3.1 Cost-Benefit-Sharing	41
6 Herausforderungen an den RFID-Einsatz	46

6.1	Technische Herausforderungen:	46
6.2	Betriebswirtschaftliche Herausforderungen	47
6.3	Sozio-psychologische Herausforderungen	49
7	Die Wirtschaftlichkeitsbewertung	50
7.1	Allgemeines	50
8	Der Leitfaden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung	53
8.1	Grundlegende Bestimmungen	54
8.2	Die Analysephase	70
8.2.1	Schritt 1: Spezifizierung des Bewertungsfalls	71
8.2.2	Schritt 2: Identifikation von Aufwenden	74
8.2.3	Schritt 3: Identifikation von Nutzenpotentialen	81
8.3	Die Bewertungsphase	85
8.3.1	Schritt 4: Quantifizierung der Einflussfaktoren	85
8.3.2	Schritt 5: Bewertung der Wirtschaftlichkeit	102
8.3.3	Schritt 6: Analyse der Bewertung	105
9	Bewertungstools zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit	122
10	Best Practices	124
10.1	RFID-Anwendung in der Metro Group	124
10.1.1	Entwicklung des Einsatzes	124
10.1.2	Verfolgte Ziele	125
10.1.3	Erreichte Verbesserungen	126
10.1.4	Herausforderungen und Probleme	128
10.2	RFID-Anwendung bei Wal-Mart	128
10.2.1	Entwicklung des Einsatzes	128
10.2.2	Verfolgte Ziele	129
10.2.3	Erreichte Verbesserungen	131
11	Zukünftiges Potential / Ausblick	133
11.1	Total Supply Chain Visibility und Shared Information Hub	133
12	Kritische Betrachtung	137

13	Conclusio	139
14	Literaturverzeichnis	146
15	Anhang I: Kurzfassung	X
16	Anhang II: Abstract.....	XI
17	Anhang IV: Ergänzungen	XII
18	Anhang III: Curriculum Vitae Matthias Diewald	XIX

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau eines RFID-Systems bestehend aus: Transponder, Lesegerät & Middleware	5
Abbildung 2: Energieversorgungsprinzip eines passiven Transponders	7
Abbildung 3: Energieversorgungsprinzip aktiver bzw. semi-passiver Transponder	9
Abbildung 4: Strukturelle Vorgehensweise beim CBS für überbetriebliche Projekte	42
Abbildung 5: Umfrageergebnisse zur erwarteten Preisentwicklung von RFID-Tags für den Zeitraum 2005- 2010 in Deutschland mit n = 70	48
Abbildung 6: Sechsstufiger Aufbau zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID-Systemen für Supply Chains.	54
Abbildung 7: Bestimmung und Integration sämtlicher Beteiligter	66
Abbildung 8: Basen für die Bewertung der internen Nutzeneffekte	90
Abbildung 9: Basen für die Bewertung der quantitativen, materialflussabhängigen Aufwände	97
Abbildung 10: Aufbau der Kalkulationsstruktur für die Wirtschaftlichkeitsbewertung.....	104
Abbildung 11: Graphische Darstellung der Zeiteinsparungen nach Mitarbeitertypen unterteilt.....	107
Abbildung 12: Systemanalyse zur Optimierung der Erfassungspunkte	109
Abbildung 13: Graphische Ermittlung der kritischen Menge n^*	115
Abbildung 16: Weltweiter Durchschnitt an Out of Stock Situationen im Einzelhandelsgeschäft.....	130
Abbildung 14: Shared Information Hub (SIH)	134
Abbildung 15: Hauptgründe für den Einsatz von TSCV.....	135
Abbildung 17: Ortsgebundenes (links) und mobiles RFID-Gate (rechts).....	XVI
Abbildung 18: Single Readpoint	XVI
Abbildung 19: Übersicht der Erfassungsklassen und ihren technischen Funktionen	XVII
Abbildung 20: Ordnungsschema zur Ermittlung von Aufwänden des RFID-Systems	XVII
Abbildung 21: Maßnahmenkatalog für die Aufwandserfassung von Fehlervermeidungsmaßnahmen im Zusammenhang mit einem RFID-Gate (EK 1)	XVIII
Abbildung 22: Maßnahmenkatalog für die Aufwandserfassung von Fehlererkennungsmaßnahmen im Zusammenhang mit einem RFID-Gate (EK 1)	XVIII

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Legende zum Newsvendor-Modell unter RFID-Einsatz.....	XIII
Tabelle 2: Gewinne von M, R, T mit bzw. ohne RFID (ohne Buyback und ohne VMI).....	XIII
Tabelle 3: Gewinne von M, R, T mit Buyback-Vereinbarung, ohne RFID.....	XIV
Tabelle 4: Gewinne von M, R, T mit Buyback-Vereinbarung und RFID mit $\alpha=0$ und $\alpha=0,2$	XIV
Tabelle 5: Gewinne von M, R, T mit Buyback-Vereinbarung und RFID mit $\alpha=0,4$ und $\alpha=0,6$	XV
Tabelle 6: Gewinne von M, R, T mit Buyback-Vereinbarung und RFID mit $\alpha=0,8$ und $\alpha=1$	XV
Tabelle 7: Gewinne von M, R, T mit bzw. ohne RFID und mit VMI.....	XVI

Formelverzeichnis

Formel 1: Kumulative Verteilungsfunktion der Nachfrage.....	21
Formel 2: Formel zur Ermittlung der optimalen Bestellmenge	22
Formel 3: Maßzahlen für die Leistung der Supply Chain	22
Formel 4: Ermittlung der optimalen Bestellmenge Q^* mit und ohne RFID.....	25
Formel 5: Gewinne des Retailers bzw. Suppliers mit und ohne RFID	26
Formel 6: Gesamtgewinn der Supply Chain mit und ohne RFID	27
Formel 7: Gewinne und optimale Bestellmenge mit Buyback-Vereinbarung – mit und ohne RFID	31
Formel 8: Gewinne und optimale Bestellmenge mit VMI-Vereinbarung – mit und ohne RFID.....	36
Formel 9: Berechnung der Zunahme- bzw. Reduktionsquote	86
Formel 10: Direkte und indirekte Berechnung der Umsatzsteigerung	88
Formel 11: Indirekte Berechnung der Strafzahlungsreduktion	89
Formel 12: Quantifizierung der Einsparungen auf Grund der Abnahme an Rücktransporten	93
Formel 13: Aufwandsquantifizierung auf Grund der doppelten Datenspeicherung	98
Formel 14: Aufwandsquantifizierung für die doppelte RFID-Tag-Anbringung.....	98
Formel 15: Bestimmung des Gesamtaufwands bzw. der Gesamteinsparungen unter Berücksichtigung von Einflussfaktoren	101
Formel 16: Bestimmung der relativen (li.) und absoluten (re.) EP-spezifischen Vorteilhaftigkeit.....	110
Formel 17: Quantifizierung des EP-spezifischen Deckungsbeitrags.....	110
Formel 18: Bestimmung der jährlichen Gesamtaufwände	112
Formel 19: Bestimmung der jährlichen Gesamteinsparungen	113
Formel 20: Herleitung der Formel für die kritische Menge n^*	113

Abkürzungsverzeichnis

BEP...	Break-Even-Point (dt.: Gewinnschwelle)
CBS...	Cost-Benefit-Sharing (dt.: Kosten-Nutzung-Teilung)
DB ...	Deckungsbeitrag
EK ...	Erfassungsklassen
EP ...	Erfassungspunkt
EPC...	Electronic Product Code (= Standard)
GPS ...	Global Positioning System
IKT...	Informations- und Kommunikationstechnik
IoT...	Internet of the Things (dt.: Internet der Dinge)
JIS ...	Just in Sequence (= nach einer Reihenfolge)
LPS ...	Local Positioning System
REFA ...	Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung (ursprünglich: Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung)
SC...	Supply Chain
MAT ...	Mitarbeitertyp
MTM ...	Methods-Time Measurement
OoS...	Out of Stock (= Regallücke, Nichtverfügbarkeit)
PBS ...	(standardisierter) Prozessbaustein
PoS...	Point of Sale (Verkaufsort)
WLAN ...	Wireless Local Area Network

1 Einleitung

In den vergangenen Jahren gab es – nicht zuletzt auf Grund von prominenten Beispielen wie Wal-Mart und Metro Group – eine deutliche Fortsetzung und Intensivierung des Trends zur Integration von Auto-ID-Systemen, die insbesondere in der Beschaffungs- bzw. Distributionslogistik, der Herstellerindustrie und vor allem bei Unternehmen mit einem intensiven Materialfluss (z.B.: Handelsunternehmen), ihren Einsatz finden. Dementsprechend entstand in der Zwischenzeit – parallel zur Praxis – ein reges Interesse im Bereich der wissenschaftlichen Literatur, die zahlreiche Empfehlungen, Theorien und Studien zum Themengebiet der RFID-Technologie aufweist. Diese Entwicklung weist nicht zuletzt deshalb auf eine enorm wachsende Bedeutung hin, die diese Technologie mit ihrem Potential einzunehmen scheint. Der Fokus im Zusammenhang mit RFID liegt dabei auf branchenunabhängigen Prozessketten, mit dem gemeinsamen Nenner der Prozessvereinfachung beziehungsweise – Optimierung. Aus einer rein allgemeinen Perspektive betrachtet, besitzt die RFID-Technologie ein äußerst breites Spektrum im Hinblick auf das Anwendungsgebiet, das von der Müllentsorgung über kontaktlose Bezahlssysteme bis hin zur Tieridentifikation reicht.

In dieser Masterarbeit liegt das Hauptaugenmerk hingegen auf der Bildung einer schematischen Wirtschaftlichkeitsbewertung eines überbetrieblichen RFID-Systems, anstatt eines konkreten Anwendungsbereichs. Es handelt sich dabei um eine branchenunabhängige, überbetriebliche Logistikkette zwischen einem Supplier und einem Retailer, die RFID als eine innovative Lösung und als Enabler für die Erreichung weiterer Potentiale sehen. In einem immer wettbewerbsintensiveren Umfeld mit zunehmend steigenden Anforderungen – vor allem von Seiten der Abnehmer (meist ausgehend vom Endkunden) – ist es daher unablässig eine effiziente und zuverlässige Verknüpfung aller Flüsse (Waren-, Informations- und Finanzflüsse) nicht nur unternehmensintern, sondern vor allem unternehmensübergreifend aufzubauen. Mit Hilfe der RFID-Technologie ist es möglich die dafür notwendige Infrastruktur unternehmensübergreifend herzustellen, um diese Vernetzung und Automatisierung der Informations- und Warenflüsse zu ermöglichen. Wie wichtig in diesem Zusammenhang ein funktionierender Informationsfluss ist, beschreibt ALICKE (2003) wie folgt: „Das wichtigste Gut im Supply Chain Management ist die Information. Werden

Informationen in Echtzeit durch die gesamte Kette propagiert, lassen sich Bestände einsparen, Zusatztransporte reduzieren, Verschrottung vermeiden und damit das zentrale Ziel, eine erhöhte Kundenzufriedenheit erreichen.“¹ (Anm.: Für den weiteren Verlauf ist hier allerdings nicht von einer Supply Chain auszugehen, sondern von einer Logistikkette zwischen einem Supplier und einem Retailer.)

In einem chronologischen Kontext haben Funktechnologien und ihre weitreichenden Einflüsse im Bereich der unternehmensübergreifenden, kommerziellen Logistik eine eher kurze Historie. Auf Grund der hohen Investitionskosten und des damit verbundenen Risikos hat der RFID-Einsatz daher hauptsächlich im unternehmensinternen Bereich ihren Ursprung. Die bisherige Ausreizung an innerbetrieblichen Potentialen bzw. das Fehlen an stattlichen innerbetrieblichen Einsparungsalternativen setzt die Unternehmen bei ihrer Suche nach deutlichen Wettbewerbsvorteilen immer stärker unter Druck. Es lässt sich daher ein Wandel hin zu unternehmensübergreifenden Kooperationen beobachten, die somit eine neue Dimension der Suche nach Einsparungen einleiten. Neben den neu gewonnen Einsparungsmöglichkeit dürfte jedoch auch ein anderer Grund für die Ausweitung des RFID-Einsatzes verantwortlich sein. Insbesondere das Vorgängermodell der RFID, der klassische Barcode, hat sich im Laufe der Zeit und mit steigender Komplexität der Anforderungen in der Praxis immer öfter als nicht mehr angemessen erwiesen. Die durchaus beachtlichen Kostenvorteile des Barcodes können die mittlerweile zu stark einschränkenden Nachteile (keine Möglichkeit Informationen zu speichern, Echtzeit-Tracking einzusetzen, Informationen umzuprogrammieren, Condition Monitoring einzusetzen usw.) nicht mehr gänzlich ausgleichen. Neben den gestiegenen technischen Erfordernissen stellt auch die geänderte Produktionskultur, die sich in Richtung Marktorientierung und Individualisierung bewegt, einen wesentlichen Anlass zu einer überbetrieblichen, engeren Verflechtung der Unternehmenstätigkeiten und Informationen dar. Eng damit verbunden sind die gesunkene Fertigungstiefe und die damit einhergehende Verringerung des Wertschöpfungsanteils eines Unternehmens. MEIßNER (2009) verweist dabei auf eine Studie nachdem Produzenten der Automobilbranche einen Rückgang des

¹ Vgl. (Alicke, K., [2003]: Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken: Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management. Springer Verlag) S. 7

Wertschöpfungsanteils von 35% zur Jahrtausendwende auf 25% im Jahr 2010 und sogar nur mehr 15-20% im Jahr 2015 verzeichnen.²

Wie bereits deutlich wird, sind die Beweggründe für eine zunehmende Überschreitung der Unternehmensgrenzen zum Zwecke der Kooperation, sowie im Zusammenhang mit der RFID-Anwendung, sehr vielfältig.

Die Masterarbeit ist in weiterer Folge so strukturiert, dass vorerst eine grundlegende Einführung in die RFID-Technologie stattfindet. Ein wesentlicher Teil dieser Arbeit wird in einem darauffolgenden Modell erarbeitet, indem die Vorteilhaftigkeit des RFID-Einsatzes für die Mitglieder einer Logistikkette anhand eines erweiterten Newsvendor-Modells von Pasternack untersucht wird. Dabei soll anhand von drei Szenarien die Gewinnverteilung auf die Mitglieder der Logistikkette ermittelt werden, die in diesem Modell – zur Vereinfachung – nur aus einem Supplier und einem Retailer besteht. Dabei soll ein Rückschluss gezogen werden, von welcher Seite der Logistikkette demnach üblicherweise das Bestreben auf eine RFID-Implementierung ausgeht. Es handelt sich allerdings ausdrücklich nicht um eine Supply Chain im Sinne eines Wertschöpfungsnetzwerks.

Der zweite wesentliche Teil dieser Masterarbeit beschäftigt sich außerdem mit dem Aufbau eines Leitfadens zur Bewertung eines überbetrieblichen RFID-Einsatzes, wobei hier sowohl von einer Logistikkette (Supplier und Retailer) als auch von einer Supply Chain ausgegangen werden kann. Ziel dieses zweiten Abschnitts ist die Erstellung einer Orientierungshilfe, die auf Grund der starken Abhängigkeit vom Geschäftsfall sehr allgemein aufgebaut sein wird.

Am Ende dieser Arbeit erfolgt desweiteren eine kritische Betrachtung des Erarbeiteten sowie ein Ausblick auf zukünftige Ansätze im Zusammenhang mit der RFID-Nutzung. Zusätzlich sollen die Absichten und erreichten Ziele zwei bekannter Anwender von RFID im Punkt „Best Practices“ aufgezeigt werden.

Am Ende der Masterarbeit werden die wesentlichen Erkenntnisse in einem Conclusio komprimiert aufgearbeitet zusammengefasst.

² Vgl. (Meißner, R. H., [2009]: Automobilproduktion in der Prozess- oder Wertschöpfungskette)

2 Grundlagen, Definitionen und Funktionsprinzip

Um ein einheitliches Verständnis sowie allgemein gültige Begriffserklärungen zu ermöglichen, ist es in diesem Kapitel vorerst notwendig eine Reihe von Definitionen vorzunehmen.

2.1 Was bedeutet RFID?

Die Abkürzung „RFID“ stammt von der Englischen Bezeichnung „**R**adio **F**requency **I**Dentification“ und bedeutet übersetzt so viel wie Identifikation mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen bzw. Funkerkennung. Dabei handelt es sich um eine Funktechnologie, die es ermöglicht Signale unter Verwendung elektromagnetischer Wellen im Radiofrequenzbereich gezielt und vor allem drahtlos zu übertragen. Die Aufgabe der Signale ist es sämtliche Informationen (in Form von Daten) auf einem Trägergerät – dem sogenannten Transponder – zu speichern, aus zu lesen und unter Umständen auch zu verändern beziehungsweise zu beschreiben. Während diesen Vorgängen erfordert die Methode keinen direkten Sichtkontakt, wodurch sie berührungslos eingesetzt werden kann. Desweiteren erfolgen die Vorgänge in absoluter Verschleißfreiheit, weshalb (mit Ausnahme der aktiven Tags auf Grund der Batterie) eine dauerhafte Aufrechterhaltung der Prozessaktivitäten erreicht werden kann.

Das Anbringen solcher Transponder an Gütern gewährleistet allerdings nicht nur eine schnelle und vor allem effiziente Möglichkeit zur automatischen Identifikation, sondern auch die Lokalisierung und Verfolgung dieser Güter. In diesem Sinne ist die Technologie in der Lage sämtliche Aufgaben der – bisher oftmals technisch nicht realisierbaren bzw. zu kostenintensiven – Überwachung von Prozessen zu übernehmen. Aus diesem Grund findet diese Art der Handhabung – insbesondere aber bei Wirtschaftsgütern – demnach häufig im Bereich der Logistik ihren Einsatz, wo es durch einen stetig steigenden Kostendruck einen Bedarf an Vereinfachungs- und Optimierungspotential, gibt.³

Die RFID-Technologie gehört zu der Gruppe der Auto-ID Verfahren, welche auch als „Automatic Identification and Data Capture“ (kurz: AIDC) bekannt ist. Neben der RFID-Technologie zählen auch der Barcode, die Smart Card sowie die

³ (Heiserich, O. E.; Helbig, K.; Ullmann W., [2011]: *Logistik – Eine praxisorientierte Einführung* – 4. Auflage. Gabler Verlag) Seite: 347

biometrische Erkennung zu den AIDC-Verfahren. Dabei bedient sich die Technologie an elektromagnetischen Wellen, um einerseits Echtzeit-Informationen zu übertragen und andererseits zur Identifikation von Objekten.⁴

2.2 Bestandteile des RFID-Systems

Entsprechend dem derzeitigen Stand der Literatur besteht ein RFID-System aus insgesamt drei Bestandteilen – einem Transponder, einem Lesegerät und einer sogenannten Middleware. Diese werden in den folgenden Unterkapiteln näher beschrieben. Einer der renommiertesten und meist zitierten Autoren auf diesem Gebiet ist Klaus Finkenzeller, der den Aufbau eines RFID-Systems wie folgt in Abbildung 1 darstellt:

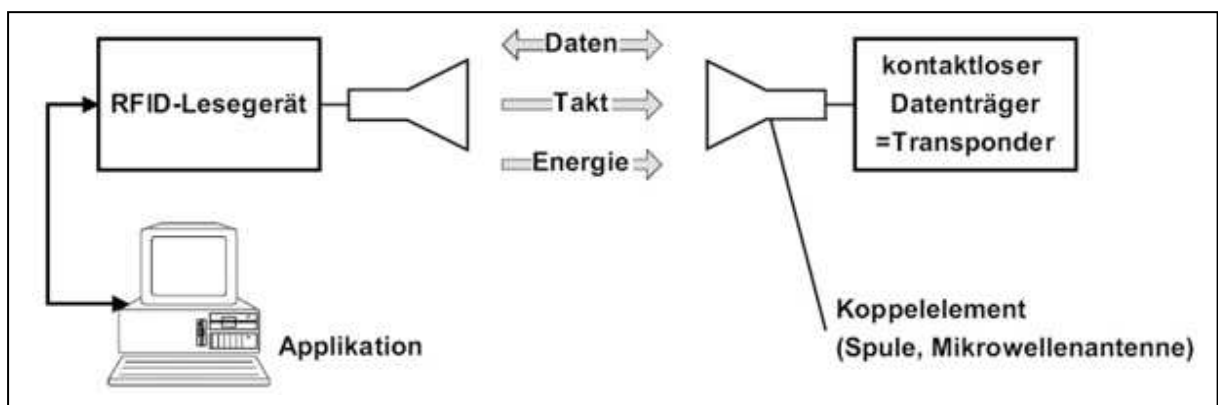


Abbildung 1: Aufbau eines RFID-Systems bestehend aus: Transponder, Lesegerät & Middleware (Quelle: Finkenzeller, K., [2010]: RFID-Handbook, 3rd Edition; S. 8)

2.2.1 Der Transponder

Der Terminus „Transponder“ leitet sich aus den englischen Bezeichnungen **Transmitter** (dt.: Sender) und **Responder** (dt.: Empfänger) ab. Ein Transponder, auch (RFID-)Tag genannt, ist eines der drei Kernelemente eines RFID-Systems. Im Bereich der Logistik wird der Transponder dabei üblicherweise mit Hilfe eines Klebers an Gütern bzw. deren Verpackung (z.B.: an der Kunststoffverpackung bei kleinen Objekteinheiten bzw. Paletten bei übergeordneten Sammeleinheiten) angebracht mit der Aufgabe diese für eine effizientere Handhabung sowohl zu kennzeichnen als auch zu lokalisieren.

Der technische Aufbau eines Transponders ist – ausgenommen von der Gestaltung der Stromversorgungseinheit – prinzipiell immer ident. Ein Tag besteht

⁴ Vgl. (Finkenzeller, K., [2010]: RFID-Handbook. Wiley Verlag) S. 2-6

demnach aus einer Kopplungseinheit (engl. Coupling Element), die entweder in Form von rund angeordneten Leiterbahnen (Spule) oder in Form einer Antenne eingebaut ist. Der Kopplungseinheit kommt dabei einerseits die Aufgabe des Senden und Empfangen von Signalen und andererseits – abhängig vom Aufbau – die Aufgabe der Energieversorgung zu. Desweiteren besteht ein Tag aus einem Datenspeicher (sogenannter Mikrochip) auf dem sämtliche Informationen gespeichert sind und fallweise auch aus einem Kondensator, mit der Fähigkeit Energie zu speichern. Bezüglich des Speichers kann desweiteren zwischen einem permanenten Speicher und einem mehrfach beschreibbaren Speicher unterschieden werden.⁵

Allgemein lässt sich eine Reihe von Bauformen beobachten, die entsprechend der angewandten Technologie sowie vom Einsatzgebiet der Tags abhängen. Desweiteren können Transponder je nach Ausgestaltung unter anderem anhand der Energieversorgung, der Reichweite, der Lebensdauer, der Frequenz, den Kosten, der Datenübertragungsrate, dem Verwendungszweck sowie weiterer Zusatzfunktionen (z.B.: Temperaturüberwachung) unterschieden werden. In weiterer Folge soll nur eine Unterscheidung nach der Energieversorgung vorgenommen werden, da diese einen wesentlichen Einfluss auf die Kosten, die Lebensdauer, den Verwendungszweck sowie auf die kombinierbaren Zusatzfunktionen haben.

2.2.1.1 Unterscheidung von Tags nach der Energieversorgung

Um Informationen vom Transponder aus zu lesen, zu speichern oder zu verändern benötigt es eine entsprechende Energiequelle, die je nach Aufbau aus unterschiedlichen Arten bestehen kann. Dabei unterscheidet man zwischen passiven, semi-passiven bzw. semi-aktiven und aktiven Tags. Der technische Tag-Aufbau im Zusammenhang mit der Energieversorgung unterscheidet sich daher teilweise enorm, was vor allem Auswirkungen auf den Aspekt der Kosten hat.

2.2.1.1.1 Passive Tags

Die Energieversorgung eines passiven Tags erfolgt mit Hilfe eines Schreib- bzw. Lesegeräts, das in der Lage ist innerhalb einer bestimmten Reichweite ein

⁵ (Roßnagel, A.; Sommerlatte, T.; Winand, U., [2008]: *Digitale Visionen – Zur Gestaltung allgegenwärtiger Informationstechnologien*. Springer Verlag) Seite: 47

elektromagnetisches Feld zu induzieren. Durch eine am passiven Tag angebrachte Antenne bzw. Spule (abhängig von der Kopplungsart) kann dieses elektromagnetische Feld in Strom umgewandelt werden, wodurch es den Halbleiterspeicher mit Energie versorgt. Dadurch ist es für den Tag möglich einerseits Informationen von dem Lesegerät zu empfangen und andererseits Informationen an dieses zurück zu senden. Das bedeutet im Umkehrschluss allerdings auch, dass der Transponder *nicht* in der Lage ist Signale zu versenden, wenn sich dieser *nicht* in der Reichweite des Lesegeräts befindet. Von besonderer Bedeutung in diesem Zusammenhang ist auch, dass der Transponder die Informationen selbst dann aufrecht hält, wenn die Energieversorgung nicht mehr vorhanden ist. Dieser Umstand ist insofern dann von besonderer Bedeutung, wenn es zu einer ungeplanten Störung in der Energieversorgung kommt. Anders als bei den anderen technischen Bauarten von Tags besitzen passive Tags keine eigene Batterie, weshalb sie ausnahmslos auf eine externe Energiequelle angewiesen sind.⁶

In der folgenden Abbildung 2 sind sowohl der schematische Aufbau als auch die Wechselwirkung des passiven Transponders mit dem Lesegerät dargestellt. Der Pfeil P1 stellt dabei die Energieversorgung des Transponders durch das Lesegerät dar. Mit dieser Energie wird sowohl der Chip mit Strom versorgt als auch die Kommunikation mit dem Lesegerät ermöglicht. Der gegengerichtete Pfeil „P1-P_{Chip}“ soll den empfangenen Energiestrom abzüglich der Energie, die für den Chip benötigt wird, darstellen. Dieser beschreibt demnach jene Energie, die für die Sendeleistung benötigt wird.

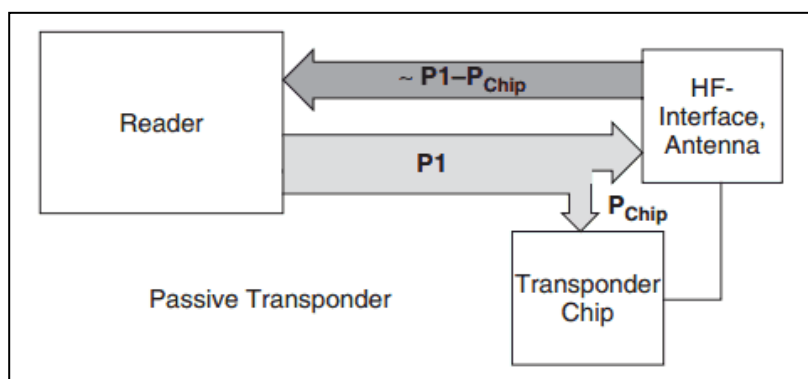


Abbildung 2: Energieversorgungsprinzip eines passiven Transponders (Finkenzeller, K., [2010]: RFID-Handbook, 3rd Edition; S. 23)

⁶ (Koether, R., [2012]: *Distributionslogistik – Effiziente Absicherung der Lieferfähigkeit*. Springer Verlag) S. 179

2.2.1.1.2 Aktive Tags

Unter aktiven Tags versteht man Transponder, die über eine eigene, interne Batterie bzw. Solarzelle verfügen und damit in der Lage sind den eingebauten Siliziumchip selbst mit Energie zu versorgen. Die Kommunikation mit dem Lesegerät – um Informationen aus zu tauschen – erfolgt weiterhin über das Magnetfeld des Lesegeräts. Der Grund dafür liegt in physikalisch bedingten Grenzen, wodurch es dem Transponder nicht möglich ist entsprechende Frequenzen zur Datenübermittlung selbst zu generieren. Im Bezug auf den Datenaustausch sind passive und aktive Tags prinzipiell jedoch gleich, wobei der wesentliche Vorteil aktiver Tags in geringeren Feld- bzw. Signalstärken des Lesegeräts liegt. Dadurch ist es möglich vergleichsweise höhere Lese- bzw. Sendereichweiten zu erreichen, als dies mit passiven Tags der Fall ist. Das ist vor allem dann von wesentlicher Bedeutung, wenn während der Datenübermittlung erschwerende Umwelteinflüsse vorherrschen (beispielsweise auf Grund von Flüssigkeiten, Schmutz etc.), um eine ausreichende Signalstärke zu gewährleisten. Bedingt durch ihren technischen Aufbau sind aktive Tags allerdings um ein Vielfaches teurer als passive Tags. Ein gravierendes Problem stellen die eingebauten Batterien dar, die auf Grund der fehlenden Möglichkeit zur erneuten Batterieaufladung nur eine begrenzte Lebensdauer aufweisen.^{7,8}

2.2.1.1.3 Semi-aktive Tags

Eine weitere Ausführung von Tags sind die sogenannten semi-aktiven Tags. Wie der Name impliziert, verfügen sie ähnlich wie ein aktiver Tag über eine eigene Energieversorgung in Form einer eingebauten Batterie. Der wesentliche Unterschied liegt in der Installation einer Standby-Funktion. Diese bewirkt, dass der Tag so lange in einer Art Schlummerfunktion verharrt bis er vom Lesegerät ein entsprechendes Signal erhält, womit die Funktion des Tags erst auf die eigentliche Betriebsleistung hochgefahren wird. Die Energie zur Übertragung von Datensignalen an das Lesegerät wird dabei gänzlich aus der internen Batterie gespeist. Durch den Einsatz dieser Standby-Funktion lässt sich somit eine weitaus

⁷ (Weber, V.; Jensen, O., [2007]: *RFID Implementation in Germany: Challenges and Benefits*. Publikation der Organisation for Economic Co-operation and Development) S. 9

⁸ (Finkenzeller, K., [2010]: *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication*. Wiley Verlag, 3. Edition) S. 22

höhere Lebensdauer nicht nur der Batterie, sondern auch des gesamten Transponders erreichen.⁹

2.2.1.1.4 Semi-passive Tags

Semi-passive Tags verfügen ebenfalls über eine interne Batterie, welche allerdings nur für die Stromversorgung des Prozessors zuständig ist. Der Grund für diese technische Ausgestaltung liegt in der Anforderung interne Funktionsaufgaben zu erfüllen. Ein Beispiel hierfür wäre die Stromversorgung für im Transponder eingebaute Sensoren zur Überwachung sämtlicher Umweltfaktoren (siehe auch Kapitel 4.2 „Ubiquitous Computing“). Im Gegensatz dazu wird die Stromversorgung für die Kommunikation mit dem Lesegerät - wie dies bei passiven Tags der Fall ist – durch die Energie aus dem Magnetfeld des Lesegeräts gewährleistet. Das ermöglicht den Einsatz von deutlich kleineren Batterien, die vor allem für spezielle Bauweisen benötigt werden. In der (theoretischen) Literatur wird jedoch oftmals keine nennenswerte Unterscheidung zwischen semi-aktiv und semi-passiven Tags vorgenommen.¹⁰

Die folgende Abbildung zeigt das bereits oben beschriebene Energieversorgungsprinzip sowohl aktiver als auch semi-passiver Transponder. Da beide Tags über einen identischen technischen Aufbau mit eigener Batterie verfügen, die den Datenspeicher sowie eventuell eingebaute Sensoren mit Strom versorgt, kann das vom Lesegerät induzierte Magnetfeld rein für die Stromversorgung der Datenübermittlungseinheit verwendet werden. Der Energiefluss wird, wie schon bei den passiven Tags, durch die Pfeile und dessen Richtungen bildlich dargestellt.

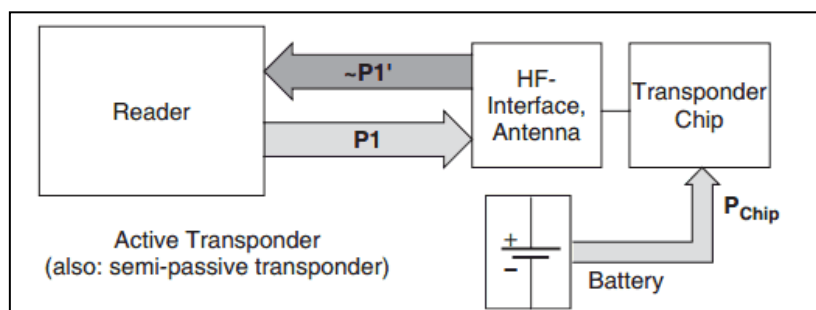


Abbildung 3: Energieversorgungsprinzip aktiver bzw. semi-passiver Transponder (Finkenzeller, K., [2010]: RFID-Handbook, 3rd Edition; S. 23)

⁹ (Weber, V.; Jensen, O., [2007]: *RFID Implementation in Germany: Challenges and Benefits*. Publikation der Organisation for Economic Co-operation and Development) S. 9

¹⁰ ibid. S. 9

2.2.2 Das Schreib- und Lesegerät

Eine weitere Hauptkomponente des Systems sind Schreib- und Lesegeräte, dessen vorrangige Aufgabe es ist die Abfrage der auf den RFID-Tags gespeicherten Informationen sowie – je nach Bauart – auch eine Beschreibung der Tags vorzunehmen. Abhängig vom jeweiligen technischen Aufbau des Lesegeräts und je nach eingesetzten Transpondern ist es zudem möglich die benötigte Energie – sowohl für die Energieversorgung des Tags als auch für die Datenübertragung – mit Hilfe des Lesegeräts zu induzieren. Durch ihr induziertes Magnetfeld sind die Geräte, die sowohl fest installiert als auch mobil sein können, in der Lage diese Tätigkeiten kontaktlos und innerhalb einer bestimmten Reichweite durchzuführen. Die dabei eingesetzte Frequenz des Magnetfeldes beeinflusst sowohl die Reichweite, die (Daten-)Transferraten sowie die Materialdurchdringung. So werden für metallische oder flüssige Gegenständen typischerweise niedrige Frequenzen von unter 135 KHz benötigt, während für gewöhnliche Objekte eine hohe Frequenz von 13,56 MHz eingesetzt wird. Im Bezug auf Retail oder Supply Chain-Einsätze finden hingegen ultrahohe Frequenzen zwischen 433 MHz und 860-930 MHz Anwendung. Als zusätzliche Assistenz für die Lesegeräte können zudem Antennen als eine Art Verstärker bzw. Reichweitenverlängerer eingesetzt werden, die eine bessere Datenübertragung ermöglichen.¹¹

2.2.3 Die Middleware

Die dritte und letzte Komponente eines RFID-Systems ist die sogenannte Middleware (dt.: Zwischenanwendung), die als Software eine verbindende Schnittstelle zwischen Transpondern und Lesegeräten darstellt. Demnach ist es ihre Aufgabe die transferierten Signale in operativ verwertbares Datenmaterial zu verwandeln. Die Middleware hilft in weiterer Folge die zugeschnittene Datenverarbeitung für die zuständigen Instanzen zu leisten, indem sie die erfassten Daten weiterverarbeitet und aggregiert. Aus den daraus generierten Aggregationen können Datenbanken erstellt werden auf deren Basis weitere operative und strategische Entscheidungen getroffen und Berichte verfasst werden können.¹²

¹¹ (Langer, N.; Forman, C.; Kekre, S.; Scheller-Wolf, A., [2006]: Assessing the impact of RFID on return center logistics. Carnegie Mellon University) S. 4

¹² Ibid (Langer et al.) S. 4

3 Fundamentale Entwicklungen im Zusammenhang mit RFID

3.1 Das Internet der Dinge

Eng mit dem RFID-Einsatz verbunden ist das sogenannte Internet der Dinge (IoT). *„Dabei soll der Computer als sichtbares Gerät in den Hintergrund treten oder durch Verschmelzen mit den Dingen sogar ganz verschwinden, dessen informationsverarbeitende Funktionalität im Sinne einer elektronischen Hintergrundassistentz aber überall verfügbar ist.“*¹³ Es handelt sich um eine Entwicklung im Bereich der Informationstechnologie, bei der physische Objekte (intelligente Geräte = „Dinge“) durch ein internetartiges Geflecht – idealerweise unbemerkt – miteinander verknüpft sind, wobei diese die für den Menschen offensichtliche Präsenz von Computern zunehmend senken und kompensieren. FLEISCH & MATTERN (2005) gehen sogar davon aus, dass mit RFID zum ersten Mal eine Basistechnologie zur Realisierung smarterer Dinge vor dem Masseneinsatz steht.¹⁴ Wesentliche Treiber für diesen Trend sind das Verlangen nach weiteren Prozessvereinfachungen, zunehmender Selbststeuerung der Prozesse, Individualisierung, Echtzeitinformationen, Transparenz, Flexibilität sowie nach dezentraler Organisation. *„Aufgaben wie die Wegberechnung, die Wegreservierung, die Stauvermeidung und das Schalten von Wegelementen (zum Beispiel Weichen) werden im Internet der Dinge dezentral und selbstständig von Materialflusskomponenten übernommen. Ein übergeordnetes Leitsystem ist nicht mehr notwendig.“*¹⁵

Abseits dieser Vision wird das Internet der Dinge jedoch von einer abschreckenden Eigenschaft begleitet, verlangt es doch einen radikalen Wechsel des herkömmlichen Logistiksystems, was unweigerlich zu neuen Herausforderungen führt auf die allerdings erst nach und nach passende Lösungen gefunden werden müssen bzw. können. Ein grundsätzliches Problem dieser Konzepte ist desweiteren die Tatsache, dass deren Implementierung eines enormen Initialaufwands bedarf, die nicht nur mit erheblichen Investitionen,

¹³ (Fleisch, E.; Mattern, F., [2005]: Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. Springer Verlag) S. 40

¹⁴ Ibid Vgl. (Fleisch) S. V

¹⁵ (Günthner, W.; Ten Hompel, M., [2010]: Internet der Dinge in der Intralogistik, Springer Verl.) S. 45

sondern auch mit einem entsprechenden Risiko verbunden sind. Dabei kommt es zu einem deutlich spürbaren Paradigmenwechsel vom herkömmlichen, zentral gesteuerten Rechner mit exklusiver Steuerungsgewalt hin zu einem selbstgesteuerten, flexiblen Materialflusssystem mit geringen laufenden Kosten und der Fähigkeit sich innerhalb kürzester Zeit auf veränderte Umweltbedingungen einzustellen. Ab der erfolgreichen Implementierung und Ingangsetzung, dreht sich das Verhältnis von Aufwand zu Nutzen jedoch deutlich zum Vorteil des Anwenders, da der laufende Betrieb mit geringen Grenzkosten verbunden ist.¹⁶

3.2 Ubiquitous Computing

Neben der Entwicklung des Internets der Dinge steht das sogenannte Ubiquitous Computing (dt.: Allgegenwärtigkeit des Rechners) in einer engen Verbindung mit der RFID-Technologie, das sich damit in eine der aufkeimenden Schlüsseltrends der IKT des 21. Jahrhunderts einreicht. Grundsätzlich versteht man darunter „die Allgegenwärtigkeit von Informationstechnik und Computerleistung, die in prinzipiell alle Alltagsgegenstände eindringen.“¹⁷

Der Zugang zu Computerleistung durch intelligente Gegenstände soll demnach immer und überall möglich sein, was nicht nur gesellschaftlichen, sondern auch industriellen Nutzen generieren soll. Die Funktionsweise dieses Konzeptes basiert auf der kabellosen Kommunikation von Recheneinheiten miteinander, die vom Menschen unbemerkt in Dinge integriert werden und ihm so bei der jeweiligen Anwendung – sei es im Alltag oder in der Industrie – assistieren. Mit Hilfe von Sensoren wird es so möglich die Umgebung sowie damit verbundene Zustände der „Dinge“ wahrzunehmen, um diese Informationen in weiterer Folge gezielt weiterzuleiten bzw. selbstständig Schlussfolgerungen daraus zu ziehen. Als Beispiel seien an dieser Stelle die Fähigkeit zur Temperatur- und Feuchtigkeitsüberwachung, zum Tracking & Tracing in Echtzeit (z.B.: Status zur Einhaltung des Lieferzeitpunkts usw.) sowie zur automatischen Wegberechnung (inkl. Alternativrouten bei kurzfristig auftretenden Staus) genannt. Dadurch erfahren die Gegenstände ein völlig neues Potential, indem sie beispielsweise

¹⁶ (Fleisch, E.; Mattern, F., [2005]: Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. Springer Verlag) S. 46

¹⁷ Vgl. (Friedewald, M.; Raabe, O.; Georgieff, P.; Koch, D. J.; Neuhäusler, P., [2010]: Das „Internet der Dinge“ – Grundlagen, Anwendungen, Folgen. Edition Sigma. Berlin) S. 9

„wissen“ wo sie sich derzeit befinden, welche Gegenstände sie umgeben, was für Prozesse sie bereits durchlaufen haben und welche Prozesse sie noch durchlaufen müssen.

Der hohe Überschneidungs- bzw. Deckungsgrad der Begriffe Internet der Dinge, Ubiquitous Computing, Pervasive Computing usw. macht eine klare Abgrenzung sehr schwer, wobei dies eher einen theoretischen als praktischen Hintergrund hat und ohnehin alle das gleiche bzw. ein ähnliches Ziel verfolgen. Sie sollen im Sinne des Anwenders helfen soziale und ökonomische Prozesse zu vereinfachen bzw. zu optimieren. Im Hinblick auf die RFID-Anwendung bedeutet das vor allem eine Entlastung des Logistiksystems, da nun viele Aufgaben völlig autonom erledigt werden können und wiederholende Abläufe keine Eingriffe des Anwenders mehr erfordern. Durch die umfangreiche Vernetzung der Komponenten und die Verlagerung der Entscheidungen von zentral zu dezentral verleiht dem System zusätzliche Flexibilität und Reaktionsgeschwindigkeit.¹⁸

¹⁸ Ibid Vgl. (Friedewald) S. 9 ff

4 Arten der Vernetzung des RFID-Einsatzes

Aus einer geschichtlichen Perspektive betrachtet findet die RFID-Technologie anfänglich verstärkt im innerbetrieblichen Bereich Einsatz. Die wesentlichen Gründe hierfür liegen vor allem in der Unvereinbarkeit einer derartig teuren, komplexen und unsicheren Investition über Unternehmensgrenzen hinweg auf vor- und nachgelagerte Partner auszuweiten. Immerhin ist die Entscheidung für eine Einführung mit teilweise schwer abschätzbaren finanziellen Risiken verbunden, was zusätzlich auf Grund der lange fehlenden technologischen Standardisierung kein ausreichend großes Nutzenpotential dargestellt hat. Doch gerade mit der beginnenden Standardisierung - Thomas Irrenhauser, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Technischen Universität München am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswirtschaften, spricht dabei von „der jüngeren Zeit“¹⁹ – findet RFID vermehrt Einsatz in der unternehmensübergreifenden Ebene.

4.1 Klassifizierung der Zusammenarbeit

Bezogen auf die Einsatzmöglichkeiten der Technologie lässt sich entsprechend der Einteilung von MELSKI (2006) eine Klassifizierung nach dem Umfang der involvierten Geschäftspartner treffen. Konkret handelt es sich dabei um drei unterschiedlich stark vernetzte Ausprägungen. Die vergleichsweise einfachste Variante ist der autonome RFID-Einsatz innerhalb einer Unternehmung – auch lokale Closed-loop genannt. Dieses System erfolgt meist in Unternehmen mit komplexem und intensivem Instandhaltungs- bzw. Produktionsdokumentationsbedarf. Im Bereich der Instandhaltung erfolgt die Anwendung von RFID direkt an den Werkzeugen, wodurch einerseits Suchvorgänge verkürzt und andererseits die Abnutzung durch automatisch überwachte Wartungsintervalle vermindert werden können. Die Autoren um SCHOLZ-REITER ET AL. (2007) können in dem Zusammenhang vor allem zwei wesentliche Vorteile beobachten: *„Die automatische und stetige Dokumentation führt zur Fehler- und Aufwandsreduzierung bei manuellen Vorgängen und steigert*

¹⁹ (Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag) S. 17

* Thommen & Achleitner beziehen sich dabei auf das deutsche Bundesfinanzministerium: „http://www.bundesfinanzministerium.de/Web/DE/Themen/Steuern/Weitere_Steuertemen/Betrieb_spruefung/AfA_Tabellen/afa_tabellen.html“ aufgerufen am 26.04.2015

*die Auslastung von Produktionskapazitäten durch die Überwachung der Anlagenbelegung.*²⁰

Für den unternehmensübergreifenden Einsatz in einer Supply Chain (sowie einer Logistikkette Supplier-Retailer) – und damit einen Schritt weiter in Richtung Vernetzung mehrerer (Anm.: zumindest zwei) Unternehmen – erfolgt mit der kollaborativen Closed-loop. Hier kommt es zu einem überbetrieblichen Zugriff auf sämtliche, für eine reibungslose Abstimmung notwendige Daten. Damit eignet sich ihr Einsatz gerade in (Liefer-) Netzwerken, die sich durch einen intensiven Materialfluss kennzeichnen. Dadurch lässt sich eine besonders zuverlässige, automatisierte und zugleich echtzeitbasierte Steuerung des Materialflusses einrichten. Zudem findet RFID auf dieser Ebene vor allem im Bereich des Behältermanagements Anwendung. Diese zwei Einsatzgebiete suggerieren die typischen Anwendungsfelder entlang eines Wertschöpfungsnetzwerks – es handelt sich dabei vor allem um Handelsnetzwerke (z.B. Walmart, Metro) mit einem außerordentlich breiten Sortiment sowie um Produktionsnetzwerke mit einer Vielzahl an Einzelkomponenten (z.B. Automobilindustrie).

Die intensivste Verflechtung über Unternehmensgrenzen hinweg stellt jedoch die dritte und letzte Form der RFID-Nutzung dar – das Open-loop System. Dabei erfolgt nicht nur die Einbeziehung mehrerer Unternehmungen, sondern sogar eine Einbindung der Endverbraucher. Zusätzlich zu den charakteristischen Vorteilen der kollaborativen Closed-loop ergibt sich für den Endabnehmer durch genau diese erweiterte Vernetzung die Möglichkeit zum Nachweis für die Echtheit eines Produktes. Das ist insbesondere in Wirtschaftszweigen wie beispielsweise der Pharmabranche von außerordentlicher Wichtigkeit, da hier ein grundlegendes sowie wachsendes Interesse nach Kontrolle und Nachvollziehbarkeit besteht. Der offene Kreislauf ist allerdings nicht nur für den Endverbraucher von Vorteil, sondern hat auch positive Effekte für das gesamte Liefernetzwerk, indem die Technologie zu einer erheblichen Aufwandsreduzierung insbesondere in Fällen von Rückrufaktionen und Reklamationen maßgeblich beiträgt.

Die Frage die sich aus dieser Klassifizierung ergibt, ist, ob mit überbetrieblicher RFID-Integration im Hinblick auf eine Logistikkette (Anm.: zwischen einem Supplier und einem Retailer) wirtschaftlich vorteilhaftere Ergebnisse generiert

²⁰ (Scholz-Reiter, B.; Gorltd, C.; Hinrichs, U.; Tervo, J.-T.; Lewandowski, M. [2007]: RFID-Einsatzmöglichkeiten und Potentiale in logistischen Prozessen. Mobile Research Center)

werden können als bei einem innerbetrieblichen Einsatz. In dem Zusammenhang versucht JÄKEL (2008) den durch die gemeinsame Nutzung generierten, abstrakten Vorteil mit dem Phänomen des Brainstormings zu erklären: Während bei einer Einzelperson nur eine moderate Anzahl an Vorschlägen hervorgebracht werden können, ist es innerhalb einer Gruppe möglich deutlich mehr Ergebnisse pro Person zu erzielen. Äquivalent dazu verhält es sich mit der überbetrieblichen RFID-Anwendung und –Vernetzung.²¹ Die theoretische Basis hierfür bilden sowohl das Metcalfesche Gesetz sowie die sogenannte Koordinationstheorie, die für den übergeordneten Vorteil des RFID-Einsatzes in einer Logistikkette im Vergleich zu einer autonomen Anwendung verantwortlich ist. Wie die beiden Wissenschaftler des MIT, T. W. Malone und K. Crowston, bereits Anfang der 90er Jahre des 20. Jahrzehnts erkannten, gibt es dafür vier ausschlaggebende Gründe. Demnach sind für eine erfolgreiche Koordination innerhalb eines Netzwerks die Abstimmung der zu erreichenden Ziele, die hierfür erforderlichen Handlungen, die eingesetzten Ressourcen sowie die darin involvierten Akteure von größter Bedeutung.²²

4.2 Grundlegende Potentiale

Die Verwendung von RFID ermöglicht drei grundlegende Potentiale, die sich abhängig vom Geschäftsfall, Umfang, Automatisierungsgrad und Intensität des Einsatzes nur sehr schwer betriebswirtschaftlich bewerten lassen:

i. Substitution

Durch den Einsatz von RFID ist es möglich bisherige Prozessabläufe effizienter auszuführen und insbesondere manuelle, meist nicht-wertschöpfungsrelevante Arbeitsvorgänge bzw. Prozessschritte zu automatisieren. Zu diesen manuellen Tätigkeiten zählen vor allem koordinative und administrative Vorgänge, die in Summe einen wesentlichen Einfluss sowohl auf die Prozesseffizienz als auch auf Prozessqualität haben. *„Wareneingangs- und Zollkontrollen können beschleunigt und Fehlerkosten durch eine verbesserte Produkt- und Servicequalität reduziert werden.“*²³ Zudem kann die Technologie gerade in der Logistik- und

²¹ Vgl. (Jäkel, C., [2008]: Der Einsatz mono- und multikultureller Teams in Abhängigkeit von der zu bearbeitenden Aufgabe. Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt)

²² Vgl. (Wetzel, A., [2004]: Implikationen globaler Vernetzung für das Management. Deutscher Universitäts-Verlag) S. 37

²³ (Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag) S. 18

Transportwirtschaft dazu beitragen ein besseres Behältermanagement aufzubauen sowie die Interaktionen innerhalb einer Supply Chain bzw. Logistikkette wesentlich rationaler zu gestalten. Letzteres kann entscheidend dazu beitragen Doppelgleisigkeiten und Ineffizienzen – insbesondere bei der Warenübernahme und –Eingangskontrolle – aufzubrechen und zu beseitigen. Abhängig von der bisherigen Prozesseffizienzausprägung lässt sich ein dementsprechendes Rationalisierungspotential ableiten, das nicht nur quantitative, sondern auch qualitative Faktoren vorteilhaft beeinflusst.

ii. Netzwerkanwendungen durch Diffusion

Insbesondere mit dem Aufkommen von Standards und einer vereinheitlichten Systemanwendung lassen sich innerhalb einer Unternehmung, vor allem aber unternehmensübergreifend, beträchtliche Kostensenkungen auf Grund der dadurch reduzierten – bzw. im Idealfall sogar verhinderten – Medienbrüche generieren. In dem Kontext lässt sich beobachten, dass die damit verbundene wirtschaftliche Sinnhaftigkeit mit zunehmender Nutzeranzahl steigt (Anm.: positiver Netzwerkeffekt), wodurch ihre Anwendung vor allem für Supply Chains und Logistikketten von großem Interesse ist. Die Begründung für diesen Umstand liefert erneut das Gesetz von Metcalfe, das besagt, dass ein Netzwerk in der Lage ist sein Potential mit zunehmender Nutzerzahl stetig auszubauen.

iii. Neue Anwendungen und Neugestaltung von Prozessen

Zudem sind Unternehmen in der Lage Prozesse neu zu gestalten, zu rationalisieren und zu reorganisieren. Das ermöglicht den Zugang zu weiteren Potentialen und ebnet den Weg um bislang völlig neue Anwendungen zu integrieren. Damit gelingt es Unternehmen gerade in innovationsfordernden Zeiten nachhaltige Wettbewerbsvorteile aufzubauen, um sich einerseits weiter am Markt zu behaupten und um andererseits Ressourcen für die eigentlichen Kernkompetenzen freizustellen. Als Beispiel für neuartige Prozesse lässt sich die Kombination aus RFID und Produktionsprozesssteuerungsmethode Kanban nennen. Diese innovative Neugestaltung des Prozesses erlaubt es den aus dem Metier der Logistik gefürchteten Bullwhip-Effekt teilweise zu verhindern bzw. zumindest aber abzuschwächen.

5 Verbesserungspotential für die Logistikkette

5.1 Auswirkungen auf Groß- und Einzelhändler unter Einsatz von RFID

In den letzten Jahren gab es hinsichtlich der Neuadaptionen von RFID-Systemen vor allem einen beeinflussenden Effekt vorrangig durch große Handelsketten, die Automobilindustrie als auch zum Teil staatliche Institutionen. Als konkrete Beispiele können hier vor allem der größte amerikanische Einzelhandelskonzern Wal-Mart und sogar das amerikanische Verteidigungsministerium genannt werden. Insbesondere das Beispiel Wal-Mart zeigt die Richtung von der es üblicherweise Initiativen gibt, um diese Technologie einzuführen. In der Praxis lässt sich dementsprechend ein Downstream-Effekt beobachten, bei dem das Ende der Logistikkette (= Retailer) unverhältnismäßig stärker davon profitiert als der Anfang dieser Kette (= Supplier), der jedoch ohne überzeugenden Nutzen die Kosten dafür tragen muss. Der Grund dafür liegt in der einfachen Annahme, dass der Produzent noch einen überschaubaren Aufwand mit den Gütern hat, der Einzelhändler jedoch mit immer herausfordernderen logistischen Aufgaben konfrontiert ist. Dieser Umstand wird sich insbesondere mit zunehmender Kettenlänge tendenziell verstärken (z.B.: in einer Supply Chain), wodurch ein RFID-Einsatz immer interessanter wird.

Bei genauerer Betrachtung lässt sich allerdings auch für den Produzenten ein Vorteil beobachten. Insbesondere in den letzten Jahren ist es auf Grund von effizienzsteigernden Maßnahmen verstärkt zu einem Umbruch der Logistik innerhalb der Logistikkette gekommen. Infolgedessen wurden zahlreiche Konzepte implementiert, die zu einer Neuausrichtung der Aufgaben und Zuständigkeiten der Produzenten (Großhändler bzw. Supplier) und dessen Abnehmern (Einzelhändler bzw. Retailer) geführt haben. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist das Konzept des Vendor Managed Inventory (kurz: VMI), bei dem der Produzent für das Bestandsmanagement des Händlers zuständig ist. Dabei ist der Retailer weder Eigentümer seines scheinbar „eigenen“ Bestandslagers noch ist dieser für die Disposition bzw. das Lagermanagement zuständig. Der Retailer zahlt demnach nur jene Güter, die auch tatsächlich vom (End-) Kunden gekauft wurden. Gerade in jenen Fällen in denen Einzelhändler über eine besondere Marktmacht verfügen ist davon auszugehen, dass während den Vertragsverhandlungen entsprechender

Druck auf die Großhändler aufgebaut wird, um solche Konzepte umzusetzen. Hier kann üblicherweise nicht von freiwilliger Zusatzleistung des Produzenten die Rede sein, der zudem oftmals erst entsprechende Kompetenzen, Infrastruktur und Know-How erwerben muss. Der Supplier ist somit gezwungen die Kosten des RFID-Einsatzes zu tragen, um Verbesserungen in seinem eigenen Lager – nicht das Lager des Retailers - um zu setzen. Aus dieser Perspektive nimmt der oben erwähnte Vorteil für den Produzenten einen ganz anderen Stellenwert ein.

Insbesondere für das später angewendete Modell gibt es neben dem VMI noch eine zweite Vereinbarung zwischen Supplier und Retailer, die einen wesentlichen Einfluss auf die Verteilung der durch die RFID-Verwendung generierten Vorteile hat. Dabei handelt es sich um die Verpflichtung des Suppliers nicht verkaufte Produkte vom Retailer wieder zum vollen Preis zurück zu kaufen (engl.: Buyback). Dieser Umstand führt allerdings unweigerlich dazu, dass das Risiko zu viel produzierter Güter zur Gänze auf den Supplier übergeht. Damit wirkt die Vereinbarung wie ein Anreizinstrument für den Retailer (Anm.: im Falle eines VMI ist es ein Anreizinstrument für den Supplier selbst), um seinen Lagerbestand zu vergrößern, wodurch die Wahrscheinlichkeit für Fehlmengen deutlich gesenkt werden kann. Durch die höheren Lagerbestand und geringeren Fehlmengen profitiert die gesamte Logistikkette – und damit letztendlich auch der Endkunde.

Solche Rückkaufvereinbarungen zwischen Mitgliedern einer Logistikkette treten häufig im Zusammenhang mit sogenannten Gütern mit kurzem Lebenszyklus (engl.: short life cycle good) auf. Dabei handelt es sich um Produkte, die eine äußerst kurze Einkaufssaison haben und entsprechend schnell unmodern bzw. überholt sind. Als Beispiele hierfür können vor allem elektronische Güter, Modekleidung, bestimmtes Spielzeug sowie sonstige Mode- und Trendartikel genannt werden. Bezogen auf das Konzept des Buyback's lässt sich damit festhalten, dass durch die kurzen Lebenszyklen, nicht verkaufte Produkte einerseits als versunkene Kosten (engl.: Sunk Costs) und nicht vorrätige Produkte andererseits als entgangene Verkäufe (engl.: Unrecoverable lost sales) bzw. entgangener Gewinn (engl.: Lost Profit) bezeichnet werden.

Die Buyback-Vereinbarung hat unter gewissen Umständen noch einen weiteren Vorteil für die Logistikkette. In Fällen, in denen die Nachfrage der Güter beim Retailer preisabhängig ist, bewirkt die Risikoreduktion durch die suboptimale Bestandsmengenführung in beide Richtungen – entgangener Gewinn bzw.

versunkene Kosten – automatisch eine Reduktion der Kosten beim Retailer, die wiederum die Preise der Güter verringern. Infolgedessen bewirkt die Preiselastizität des Endkunden eine erhöhte Nachfrage beim Retailer, wodurch letztendlich die gesamte Logistikkette profitiert.

Derartige vertragliche Vereinbarungen haben allerdings nicht nur Einfluss auf die Verfügungsrechte im Lager des Retailers, sondern auch auf die Qualität der Lagerführung. Der Einsatz von RFID in einem Vendor Managed Inventory kann nicht nur Kostenvorteile generieren, sondern auch das Verhältnis zwischen den Vertragspartnern, eine effizientere Lagerführung, eine sicherere Bestellpolitik, sowie automatisches Erkennen von abgelaufenen Gütern positiv beeinflussen. Gerade für Supplier mit mehreren Produkten ist ein effizientes Lagermanagement von größter Bedeutung, da die ihm vom Retailer zugeteilte Regalfläche besser ausgenutzt werden kann, wodurch Letzterer in der Lage ist seine Produktivität in der Filiale zu verbessern. *„Besonders das VMI ermöglicht das Ausstellen von weiteren Produkten oder sogar einem alternativen Produktmix in der Einzelhandelsfiliale.“*²⁴ Desweiteren wird der RFID-Einsatz des Suppliers beim Retailer als Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Suppliern wahrgenommen. Für den Retailer bedeutet diese Technologie Kostenersparnisse und damit eine bessere Leistung, für die dieser letztendlich auch bereit ist einen höheren Preis an den Supplier zu bezahlen oder sogar nur mehr ausschließlich bereit ist mit Großhändlern zu kooperieren die RFID-ready sind.²⁵

5.1.1 Modell zur Berechnung des Gewinns für die Teilnehmer der Logistikkette unter Verwendung von RFID

Das Modell basiert auf den Grundlagen der bekannten Newsvendor-Theorie von PASTERNAK (1985), bei dem die Bestimmung des optimalen Preises sowie des optimalen Rückkaufprogrammes im Fokus steht.²⁶ Es handelt sich dabei um eine Weiterentwicklung, die unter anderem von KRISHNAN, CHOI und YAO begründet wurde.

²⁴ (Blecker, T.; Huang, G. Q., [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag) S.355 ff

²⁵ Ibid. (Blecker) S. 358

²⁶ (Pasternack, B. A., [1985]: Optimal pricing and return policies for perishable commodities. Marketing Science) S. 166 - 176

Die beiden getroffenen Annahmen (VMI und Buyback) sind vor allem für das folgende Modell von besonderer Bedeutung, da es deutliche Unterschiede für die einzelnen Mitglieder einer Logistikkette – je nachdem ob sie mit einem herkömmlichen Lagersystem arbeiten bzw. ob sie RFID und/oder VMI und Buyback verwenden – haben kann. Insbesondere die Vereinbarung des Buyback nimmt in diesem Modell einen entscheidenden Einfluss auf die Profitverteilung. Zum Zweck der Übersicht und Vereinfachung wird in diesem Modell lediglich von einem Supplier und einem Retailer ausgegangen, wobei der Supplier den Retailer mit kurzlebigen Gütern beliefert. In weiterer Folge verkauft der Retailer ausschließlich an die Endkonsumenten, womit die Logistikkette an dieser Stelle ein Ende findet. Wie in der klassischen Newsvendor-Theorie üblich, kann der Retailer immer nur einmal für die kommende Verkaufssaison bestellen ohne weitere Anpassungen bzw. Bestellmöglichkeiten für dieselbe Saison zu verfolgen. Das gleiche gilt auch für das VMI.²⁷

In den folgenden Absätzen soll die erwartete Profitverteilung der Mitglieder der Logistikkette – Supplier und Retailer – schrittweise erarbeitet werden.

Der theoretische Ansatz in diesem Bereich suggeriert, dass der maximale Gewinn genau dann erreicht wird, wenn die optimale Bestellmenge Q^* so gewählt wird, dass folgende Bedingung gilt:

$$F(Q^*) = \frac{\text{underage costs}}{\text{underage costs} + \text{overage costs}}$$

Formel 1: Kumulative Verteilungsfunktion der Nachfrage (Blecker, T.; Huang, G. Q., [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 359)

Dabei versteht man unter den underage costs (C_u) jene Kosten die entstehen, wenn die tatsächliche Nachfrage höher ist als die bestellte Menge. Es handelt sich demnach nicht um Kosten im herkömmlichen Sinn, sondern um Opportunitätskosten in Form von entgangenem Gewinn. Gegengleich verhält es sich bei den overage costs (C_o) die dann entstehen, wenn die tatsächliche Nachfrage geringer war als die bestellte Menge. In diesem Fall handelt es sich nicht mehr bloß um Opportunitätskosten, sondern um tatsächliche Kosten die sich auch in der Kostenrechnung bzw. Buchhaltung niederschlagen.

²⁷ Ibid. (Blecker) S. 355 ff

Bei dem rechten Teil der Gleichung handelt es sich um die sogenannte Critical Ratio (dt.: kritisches Verhältnis). Dadurch, dass sich die underage costs als Bestandteil des Nenners als auch alleinig im Zähler bestehen, ergibt sich die logische Konsequenz, dass es sich bei der kumulativen Verteilungsfunktion der optimalen Bestellmenge $F(Q^*)$ um eine Zahl zwischen Null und Eins handeln muss. Mit dem Ziel genau diese optimale Bestellmenge zu ermitteln ist es notwendig die genannte Gleichung nach Q^* umzuformen. Wird für die Nachfrage eine Gleichverteilung angenommen, lässt sich die Gleichung wie folgt darstellen:

$$Q^* = F^{-1} \left[\frac{\text{underage cost}}{(\text{underage cost} + \text{overage cost})} \right]$$

bzw.

$$F(Q) = \frac{\text{underage costs}}{\text{underage costs} + \text{overage costs}} \rightarrow \Phi(z)$$

$$Q^* = \mu + z \times \sigma$$

wobei:

$$C_u = r - w - t$$

$$C_o = w + t + h$$

Formel 2: Formel zur Ermittlung der optimalen Bestellmenge (Blecker, T.; Huang, G. Q., [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 360)

Für die weiteren Berechnungen der folgenden RFID-Anwendungs-Szenarien ist es notwendig die Kenngrößen θ und β zu definieren:

$$\theta = \frac{SL}{E(D)} \quad \text{und} \quad \beta = \frac{L}{E(D)}$$

Formel 3: Maßzahlen für die Leistung der Supply Chain (Blecker, T.; Huang, G. Q., [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 360)

Die erste Kennzahl, θ , beschreibt die Wahrscheinlichkeit, dass der Endkunde das gesuchte Produkt im Regal des Retailers vorrätig vorfindet und sich außerdem noch ausreichend Einheiten auf Lager befinden. Dabei handelt es sich um eine

Maßzahl wie reaktiv und effizient der Regallager Umschlichtungsprozess ist. Die zweite Kennzahl, die sogenannte Fill Rate β , besagt wie viel Prozent der Nachfrage durch das Lager befriedigt werden kann.

5.1.2 Numerische Grundannahmen für Szenarien-Anwendungen des Modells

Um nicht bloß formelbasierte Auswirkungen der verschiedenen Szenarien darzustellen, sollen die ökonomischen Folgen, die sich auf die beiden Teilnehmer auswirken, anhand konkreter Zahlen veranschaulicht werden. Die Gestaltungen beziehen sich dabei einerseits auf die Einbindung der RFID-Technologie und andererseits auf die Organisation der Disposition (Buyback / VMI) innerhalb der Logistikkette.

In weiterer Folge steht demnach ein beliebiges Produkt im Mittelpunkt, das durch einen Produktlebenszyklus von 60 Tagen charakterisiert ist. Dieser Umstand ist jedem Mitglied der Lieferkette bekannt. Die Annahme, dass zu Beginn der Verkaufssaison lediglich eine einzige Bestellung getätigt werden darf um den erwarteten Bedarf zu decken, soll auch hier weiter gelten. Während dem Produktlebenszyklus wird angenommen, dass die Nachfrage einer Normalverteilung mit einem Mittelwert von 50 Stück pro Tag und einer Standardabweichung von 15 Stück pro Tag (Varianz = 225) entspricht. Für den gesamten Produktlebenszyklus lässt sich daraus ein Mittelwert von 3.000 Stück (= 50 Stück/Tag x 60 Tage) mit einer Standardabweichung von ~ 116 Stück (= $\sqrt{225 \times 60} = \sqrt{13.500} = \sim 116$) berechnen.

Aus den Normalverteilungsparametern (Mittelwert (μ) und Standardabweichung (σ)) lässt sich in weiterer Folge mit Hilfe der Formel 2 sowie der Standardnormalverteilungstabelle die optimale Bestellmenge bestimmen unter der eine Gewinnmaximierung stattfindet.

Die gesamte Bestellmenge wird durch eine einzige Lieferung in das Lager der Filiale bereitgestellt, um von dort die laufende Regalbefüllung vorzunehmen. Sollten die Regale nicht bzw. nicht ausreichend bestückt sein, gilt die Fehlmenge als entgangene Verkäufe bzw. entgangener Gewinn, selbst wenn noch genügend Stückzahlen im Filiallager bereitstehen sollten. Demnach verlässt der Kunde das

Geschäft ohne nach dem Produkt zu fragen und ohne es zu kaufen. Diese entgangenen Verkäufe gelten daher auch als unwiederbringlich.

Weitere relevante Größen werden wie folgt angenommen (Anm.: Legende befindet sich im Anhang):

$c = 1\text{€}, \quad w = 2\text{€}, \quad r = 4\text{€}, \quad h = 0,1\text{€}, \quad v = 0\text{€}$

Die weiteren Größen bzw. Wahrscheinlichkeiten können dabei – je nach Szenarienwahl (z.B.: hohe vs. niedrige Tagkosten) – einen Wert aus der Klammer annehmen:

$t = \{0,05\text{€}; 0,1\text{€}; 0,2\text{€}\}$	$\rho = \{0,2; 0,5; 0,8; 1\}$
$\alpha = \{0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1\}$	$S = \{40; 50; 60\}$

Eine weitere wesentliche Annahme ist die Vernachlässigung fixer Kosten in der Modellkalkulation, die allerdings in der Praxis und für den Betrieb eines RFID-Systems unerlässlich und vor allem nicht zu unterschätzen sind. Dazu zählen unter anderem die Kosten für die Einführung des RFID-Systems, die Lesegeräte, die datenverarbeitende und individuell anzupassende Software, die Wartung und dergleichen. Der Grund für die Ausklammerung dieser Kostentreiber ist, dass nur jene Kosten berücksichtigt werden, die auf Ebene der Logistikkette und nicht auf der individuellen Ebene anfallen. Demnach sollte aus ökonomischer Sicht eine Realisierung theoretisch nur dann stattfinden, wenn sowohl der Supplier als auch der Retailer einen positiven Differenzbetrag des Gewinns bei Anwendung bzw. Nichtanwendung aufweisen kann. In der Praxis wird dieser Umstand insbesondere in der kostenintensiven Implementierungsphase als auch durch den massiven Druck derjenigen Partner mit großer Verhandlungsmacht beeinflusst. Als typische Beispiele hierfür können Wal-Mart, Metro usw. genannt werden (siehe Kapitel 11 „Best Practices“).

In den weiteren Modellkalkulationen soll nun anhand konkreter Zahlenbeispiele herausgefunden werden wie sich die beiden Vereinbarungen (Buyback und VMI) jeweils mit und ohne RFID-Einsatz auf den Retailer, den Supplier und den Kanalgewinn auswirkt. Dadurch entstehen in weiterer Folge drei verschiedene Szenarien:

5.1.2.1 Gewinnverteilung mit und ohne RFID

Im ersten Szenario soll veranschaulicht werden wie sich die Gewinne mit und ohne RFID zwischen den beiden Mitgliedern verteilen, wenn es vorerst keine Vereinbarungen gibt. In diesem Fall findet sich der Retailer in der Position eines sogenannten Stackelbergführers wieder, was bedeutet, dass dieser die Initialbestellung tätigt, um die benötigte Stückzahl an Produkten für die gesamte Nachfrage während des Produktlebenszyklus abdecken zu können. Er ist zudem an seine Entscheidung gebunden und kann diese auch nicht mehr widerrufen. Demnach wäre der Stackelbergfolger der Supplier, der lediglich als ausführendes Organ die Bestellung des Retailers übernimmt und daher unausweichlich gezwungen ist auf der Entscheidung des Retailers aufzubauen (dezentral organisiert). Dabei ist desweiteren zu beachten, dass jedes zu viel bestellte Stück nach Ablauf des Produktlebenszyklus durch den Retailer nicht anderweitig veräußert werden kann und einen Restwert von Null aufweist.

Durch die bereits vorab definierte Formel zur Ermittlung der optimalen Bestellmenge Q^* ist es nun möglich diese mit den Normalverteilungswerten (3000, 13.500) zu ermitteln. Die Berechnung kann einerseits unter Verwendungen von RFID in der Logistikkette und andererseits ohne Verwendung von RFID vorgenommen werden:

$$\begin{aligned} Q^* &= F^{-1}\left(\frac{r - w - h}{r}\right) \text{ (ohne RFID)} \\ Q^* &= F^{-1}\left(\frac{r - w - \alpha \times t - h}{r}\right) \text{ (mit RFID)} \end{aligned}$$

Formel 4: Ermittlung der optimalen Bestellmenge Q^* mit und ohne RFID (Blecker, T.; Huang, G. Q., [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 361)

Um eine bessere Einschätzung über die verschiedenen Parameter zu erhalten, wurden für die Berechnungen in Tabelle 2 (siehe Anhang) mehrere Ausprägungen für S , α und t verwendet. Zuvor ist es allerdings notwendig die Formeln zur Berechnung der separaten Gewinne für die beiden Mitglieder zu definieren. Wie auch schon bei der Bestimmung der optimalen Bestellmenge ist hier zwischen klassischer Logistik und Logistik unter Verwendung von RFID zu unterscheiden. Die Nachfrage für einen Tag k während des Produktlebenszyklus wird mit einer durchschnittlichen Stückzahl von d_k angegeben:

$$\text{Gewinn des Suppliers } M = (w - c) \times Q^* \quad (\text{ohne RFID})$$

$$\text{Gewinn des Retailers } R = r \times \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} \min\{d_k, S\}, Q^* \right\} - (w + h) \times Q^* \quad (\text{ohne RFID})$$

$$\text{Gewinn des Suppliers } M = (w - c - (1 - \alpha) \times t) \times Q^* \quad (\text{mit RFID})$$

$$\text{Gewinn des Retailers } R = r \times \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} Q^* \right\} - (w + \alpha \times t + h) \times Q^* \quad (\text{mit RFID})$$

Formel 5: Gewinne des Retailers bzw. Suppliers mit und ohne RFID (Blecker, T.; Huang, G. Q., [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 361)

Die Werte für die zu bestimmenden Parameter der Tabellen wurden von den Joseph SZMEREKOVSKY und Jiang ZHANG mit Hilfe einer Excel-Simulation als Durchschnitt einer tausendfachen Wiederholung des Produktlebenszyklus ermittelt. Im oberen Teil der Tabelle 2 unter „ohne RFID“ wird davon ausgegangen, dass der Regalbestand im Geschäft des Retailers jeden Morgen vollständig aufgefüllt wird. Das bedeutet im Umkehrschluss allerdings, dass es unter Tags zu entgangenen Verkäufen kommen kann, wenn die Regalkapazität auf Grund der starken Nachfrage ausgeschöpft wurde und daher bis zum nächsten Morgen unbestückt bleibt. Beim unteren Bereich der Tabelle unter „mit RFID“ wird das Regal immer sofort dann neu gefüllt, wenn das letzte Stück entnommen wurde. Zu entgangenen Verkäufen kann es demnach nur dann kommen, wenn selbst im Lager kein Bestand mehr vorhanden ist.

Eine wesentliche Unterscheidung gibt es hinsichtlich der Organisation zwischen zentralisiert und dezentralisiert. Dabei versteht man bei Ersterem, dass die zu bestellende Bestandsmenge vom Supplier bestimmt wird, der damit den Profit für die gesamte Logistikkette optimiert anstatt seinen eigenen Gewinn zu vergrößern. Dieser Umstand tritt jedoch üblicherweise nur dann ein, wenn der Supplier im Eigentum des Retailers steht oder wenn es zwischen den beiden eine Vereinbarung über die Aufteilung des Gesamtprofits gibt. Unabhängig davon lässt sich der Gesamtgewinn der Liefernetzwerks wie folgt ermitteln:

$$\text{Gesamtgewinn} = r \times \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} \min\{d_k, S\}, Q^* \right\} - (c + h) \times Q^* \quad (\text{ohne RFID})$$

$$\text{wobei } Q^* = F^{-1} \left(\frac{r - c - h}{r} \right) \quad (\text{ohne RFID})$$

$$\text{Gesamtgewinn} = r \times \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} d_k, Q^* \right\} - (c + h + t) \times Q^* \quad (\text{mit RFID})$$

$$\text{wobei } Q^* = F^{-1} \left(\frac{r - c - h - t}{r} \right) \quad (\text{mit RFID})$$

Formel 6: Gesamtgewinn der Supply Chain mit und ohne RFID (Blecker, T.; Huang, G. Q., [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 363)

Aus der Tabelle 2 (siehe Anhang) lassen sich im Wesentlichen fünf Beobachtungen kurz im Überblick festhalten:

1. Der Gesamtgewinn unter Verwendung von RFID ist für die zentrale Beschaffung vergleichbar mit dem Gewinn bei dezentraler Beschaffung. Wurde hingegen kein RFID eingesetzt, lässt sich erkennen, dass die dezentrale Organisation die vorteilhafteren Gewinne erwirtschaften kann.
2. Eine weitere wesentliche Erkenntnis dieser Simulation ist, dass der Supplier unter Verwendung von RFID in jedem Fall schlechtere Gewinngrößen erhält als ohne RFID. Besonders erwähnenswert ist dabei, dass dieser Umstand einerseits unabhängig von den Kosten für einen Tag ist und andererseits ebenfalls unabhängig davon ist welchen Prozentsatz der Kosten vom Retailer für den Einsatz der RFID-Technologie getragen werden. Um diesem Phänomen entgegen zu wirken kann das sogenannte Cost-Benefit-Sharing eingesetzt werden (siehe Kapitel 6.2.1 „Cost-Benefit-Sharing“).
3. Aus den obigen Formeln lässt sich erkennen, dass der Retailer umso mehr profitiert, je geringer die Größen S , α und t sind. Im Vergleich dazu ist der Supplier völlig unabhängig von der Regalflächenkapazität S , da dieser seinen Gewinn automatisch aus der bestellten Menge generiert. (Anm.: Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen Nachfrage und Regalflächenkapazität. Das gilt für das gesamte Modell). Für den Supplier sind desweiteren ein großes α und ein kleines t von Vorteil.

4. Indirekt lässt sich aus den Formeln auch ableiten, dass die Regalkapazität S einen nennenswerten Einfluss auf die Vorteilhaftigkeit von RFID hat. Das lässt sich damit erklären, dass bei kleinerer Regalkapazität S die Wahrscheinlichkeit für die Nicht-Verfügbarkeit an Produkten im Laufe des Tages überproportional steigt. Da das Regal definitionsgemäß bei Nicht-Verwendung von RFID nur einmal morgens bestückt wird, ergibt das einen beobachtbaren, gravierenden Nachteil in den Zahlenbeispielen.
5. Als letzte Beobachtung lässt sich festhalten, dass der RFID-Einsatz bis zu Tagkosten in Höhe von 0,1€ ein besseres Ergebnis für die Logistikkette liefert als ohne RFID. Der kritische Wert für die Tagkosten liegt in diesem Modell demnach zwischen 0,1 und 0,2 €.

Aus den gewonnen Erkenntnissen stellt sich nun die Frage wie hoch das ausreizbare Potential noch sein kann, wenn noch zusätzliche Vereinbarungen wie Buyback und VMI getroffen werden. Immerhin behauptet Punkt 1, dass es unter Verwendung von RFID zu einer bereits relativ nah am Optimum gelegenen Lösung kommt, wenn der Retailer die Bestellmenge bestimmt (Anm.: dezentral entschieden). Somit lässt sich der Gesamtgewinn der Logistikkette mit solchen Vereinbarungen offensichtlich nur marginal verbessern. Ganz anders verhalten sich die Auswirkungen auf die Ebene der einzelnen Mitglieder der Lieferkette. Das lässt sich insbesondere aus den Punkten 2 und 3 ableiten, bei dem der Retailer auf Kosten des Suppliers besser gestellt wird – selbst dann, wenn der Retailer einen Großteil bzw. sogar die gesamten Kosten des RFID-Einsatzes übernimmt ($\alpha = 1$). Dieses Phänomen lässt sich ganz einfach anhand der Formel 1 zur Ermittlung der optimalen Bestellmenge erklären. Darin enthalten sind sowohl die overage und underage costs, die auf Grund ihrer Verhältnissstellung einen Einfluss auf die optimale Bestellmenge haben. Unter Verwendung von RFID würde das bedeuten, dass es durch das Anbringen eines Tags auf jedes Stück sich die overage costs um genau diesen Preis erhöhen. Das führt konsequenterweise dazu, dass sich die absolute Zahl im Nenner – bestehend aus underage costs und overage costs – erhöht. Durch die inverse kumulative Verteilungsfunktion bewirkt dies daher selbst dann eine Verringerung der Bestellmenge, wenn die Kosten des RFID-Einsatzes durch den Retailer übernommen werden. In weiterer Folge bedeutet das, dass in Summe weniger Güter bestellt werden, wodurch der Supplier weniger Verkäufe aufweisen kann. Das wiederum führt bei eben diesem

zwangsläufig zu einem Gewinnrückgang. Diese Beobachtungen sind in den Ergebnissen der Tabelle 2 (siehe Anhang) veranschaulicht und numerisch belegt.

Daraus lässt sich ableiten, dass die Intention für eine Einführung der RFID-Technologie hauptsächlich auf das Bestreben des Retailers zurück zu führen ist. Diese Aussage deckt sich mit vielen bekannten Beispielen wie es unter anderem bei dem bereits erwähnten amerikanischen Einzelhändler Wal-Mart der Fall ist, der seine Lieferanten (= Großhändler) nach und nach zu einer Implementierung bewegen konnte (siehe Kapitel 11 „Best Practices“). Die nötige Überzeugungskraft kann der Retailer durch unterschiedliche Art und Weise erreichen. Die einfachste Variante für den Einzelhändler ist es seine Marktmacht dahingehend auszunutzen, um den Großhändler dazu zu bewegen das RFID-System zu implementieren ohne jegliche finanzielle Abgeltung zu leisten. Da in der Praxis meist nicht derart simplifizierte Verhältnisse vorliegen, wird diese Problematik im Kapitel 6.2.1 (Cost-Benefit-Sharing) nochmals vertiefend aufgegriffen.²⁸

Die vierte Beobachtung zeigt welchen Einfluss die Größe der Regalfläche auf den Kundenservice haben kann. Dabei geben die beiden unter Formel 3 definierten fiktiven Größen – Vorrätigkeitswahrscheinlichkeit θ und Fill Rate β – Aufschluss. Anhand der Tabelle 2 lässt sich beobachten, dass der Parameter θ bei Nichtverwendung von RFID eine geringere Wahrscheinlichkeit als 1 hat und in all jenen Fällen mit RFID Einsatz die Wahrscheinlichkeit immer mit 1 beziffert wird. Diese Tatsache lässt sich ohne weiteres aus der Definition ableiten. Dabei versteht man unter θ die Wahrscheinlichkeit, dass der Endkunde das gesuchte Produkt im Regal des Retailers vorrätig vorfindet und sich außerdem noch ausreichend Einheiten auf Lager befinden. In Fällen bei denen kein RFID verwendet wird bedeutet das, dass es an Tagen mit überdurchschnittlicher Nachfrage (Nachfrage > Regalkapazität) es jeweils zu Fehlmengen kommt, obwohl noch ausreichend Stück im Lagerbestand zu Verfügung stehen würden. Das ist bedingt durch das einmalige, morgendliche Bestücken des Regals, während hingegen bei Verwendung von RFID automatisch ein Befüllvorgang in Gang gesetzt wird, sobald die letzte Einheit aus dem Regal entnommen wurde. Der Parameter θ stellt somit eine Kennzahl dar mit der die Wahrscheinlichkeit für ein bestücktes Regal bei gleichzeitig vorhandenem Lagerbestand dargestellt werden kann. Es handelt sich in diesem Sinn um die Gegenwahrscheinlichkeit für

²⁸ Ibid. (Blecker) S. 364 ff

entgangene Verkäufe. In diesem Zusammenhang lässt sich aus der Tabelle 2 (siehe Anhang) ebenfalls beobachten, dass unter Nichtverwendung von RFID und gleichzeitig steigender Regalkapazität S die Wahrscheinlichkeit für entgangene Verkäufe merklich sinkt bzw. dass die Wahrscheinlichkeit θ merklich steigt. Schlussfolgernd aus dieser Erkenntnis kann festgehalten werden, dass es insbesondere für jene Einzelhändler von Vorteil ist RFID zu verwenden, die eine Strategie verfolgen, bei der eine Vielzahl an unterschiedlichen Produkten bei gleichzeitig geringer Regalkapazität vorgesehen ist. Die Nutzung von RFID ermöglicht es hier ein großes Sortiment an Produkten bei gleichzeitiger intensiver Flächennutzung – hohes Umsatz-pro-Fläche-Verhältnis – zu verfolgen ohne Gefahr zu laufen eine nicht zu vernachlässigende Wahrscheinlichkeit an entgangenen Verkäufen zu riskieren (Anm.: unter der Voraussetzung, dass genügend Einheiten auf Lager vorrätig sind).

Eine zweite beobachtete Kennzahl ist die Fill Rate β , die auch als sogenannter Service Level bezeichnet wird und besagt, wie viel Prozent der Nachfrage durch das Lager befriedigt werden kann. Es gibt damit die allgemeine Wahrscheinlichkeit an, dass ein potentieller Kunde mit dem Produkt seines Interesses bedient werden kann. Im Hinblick auf den Service Level hat der Retailer zu beachten, dass mit zunehmender Fill Rate eine unverhältnismäßig höhere finanzielle Belastung zu tragen ist. Der Grund hierfür liegt in den Kosten, die der Retailer in Kauf nimmt, um allzeit gegen jegliche Nachfrageschwankungen nach oben vorbereitet zu sein, um einen Service Level von beispielsweise 99% zu erfüllen. Die Kosten bestehen dabei vor allem aus der Kapitalbindung und den overage costs (Anm.: Differenz zwischen Einkaufspreis und Restwert).

5.1.2.2 Gewinnverteilung mit und ohne RFID unter Anwendung einer Buyback-Vereinbarung

Im vorherigen Kapitel wurden die Auswirkungen auf die einzelnen Teilnehmer sowie auf das gesamte Netzwerk, nicht nur unter Verwendung von RFID, sondern auch unter klassischen Logistikbedingungen untersucht.

In diesem Kapitel soll weiter auf den Annahmen aufgebaut und die Analyse weitergeführt werden. Diesmal allerdings mit einer zusätzlichen Bedingung, die zwischen den beiden Mitgliedern der Logistikkette vereinbart wird – das sogenannte Buyback. Wie zu Beginn des Kapitels bereits beschrieben, werden

dem Retailer unter einer Buyback-Vereinbarung übrig gebliebene bzw. zu viel bestellte Einheiten durch den Supplier wieder zu dem vereinbarten Großhandelspreis zurückgenommen. Das führt dazu, dass das Risiko für zu viel bestellte Einheiten (Anm.: nicht mehr verkaufbare Ware) gänzlich vom Supplier getragen wird.

Gewinn des Suppliers M (ohne RFID) =

$$= (w - c) \times Q^* - \rho \times w \times \left(Q^* - \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} \min\{d_k, S\}, Q^* \right\} \right) \quad (\text{ohne RFID})$$

Gewinn des Retailers R (ohne RFID) =

$$= (r - \rho \times w) \times \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} \min\{d_k, S\}, Q^* \right\} - ((1 - \rho) \times w + h) \times Q^*$$

$$\text{wobei } Q^* = F^{-1} \left(\frac{r - w - h}{r - \rho \times w} \right) \quad (\text{ohne RFID})$$

Gewinn des Suppliers M (mit RFID) =

$$= [w - c - (1 - \alpha) \times t] \times Q^* - \rho \times w \times \left(Q^* - \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} d_k, Q^* \right\} \right)$$

Gewinn des Retailers R (mit RFID) =

$$= r \times \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} d_k, Q^* \right\} - (w + \alpha \times t + h) \times Q^* + \rho \times w \times \left(Q^* - \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} d_k, Q^* \right\} \right)$$

$$\text{wobei } Q^* = F^{-1} \left(\frac{r - w - \alpha \times t - h}{r - \rho \times w} \right) \quad (\text{mit RFID})$$

Formel 7: Gewinne und optimale Bestellmenge mit Buyback-Vereinbarung – mit und ohne RFID (Blecker, T.; Huang, G. Q., [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 365)

Aus den Tabellen 3 – 6 (siehe Anhang) lassen sich sechs wichtige Beobachtungen machen:

1. Der RFID-Einsatz empfiehlt sich insbesondere bei Regalflächenkapazitäten von $S < 60$ und Tagkosten von $t < 0,2 \text{ €}$.
2. Mit steigender Regallagerkapazität in der Filiale lässt sich der Gewinn sowohl des Einzelhändlers als auch des Großhändlers steigern.
3. Damit sich der Einsatz von RFID für den Retailer bezahlt macht, ist es notwendig die Parameter t (= Tagkosten/Stk), S (= Regalkapazität), α (=Anteil der Kosten für RFID-Tags, der durch den Retailer getragen wird) möglichst klein zu halten. Lediglich p (= Buyback-Rate) sollte mit einem möglichst hohen Prozentsatz vereinbart werden.
4. Im Vergleich dazu ist es unter dem Einsatz von RFID für den Supplier hingegen wichtig die Parameter t , S und p möglichst gering zu halten, während der Parameter α möglichst groß gehalten werden sollte.
5. In all jenen Fällen in denen RFID nicht eingesetzt wird, lässt sich beobachten, dass der übergeordnete Gewinn des Liefernetzwerks zunimmt, wenn p abnimmt.
6. In jenen Fällen in denen RFID eingesetzt wird, lässt sich der übergeordnete Gewinn der Lieferkette maximieren wenn bei einem p von 0,8 einerseits α klein ist und andererseits t groß ist.
7. Die Lieferbereitschaft bzw. der Customer Service Level (= Verhältnis von vollständig abgewickelter Bestellungen zur Gesamtanzahl aller Bestellungen) ist mit RFID stets höher als ohne RFID.

Im Vergleich zu den Beobachtungen aus Tabelle 2, bei der keine Buyback-Vereinbarung getroffen wurde, kann nur ein einziger Punkt als allgemein geltend bzw. gleichbleibend übernommen werden. Konkret handelt es sich dabei um den Punkt 6, bei dem unter Verwendung von RFID stets ein höherer Service Level erreicht werden kann als ohne RFID. Diese Feststellung wurde bereits oben näher erläutert und kann durch die Modellannahmen untermauert werden.

Im Hinblick auf die anderen Erkenntnisse lassen sich durch die Buyback-Vereinbarung klare Unterschiede ausmachen. Bei der ersten Beobachtung lässt sich aus der Tabelle 2 ableiten, dass die Regalflächenkapazität einen massiven

Einfluss nicht nur auf das Einzelergebnis der Mitglieder, sondern auch auf das gesamte Ergebnis der Logistikkette hat. Je näher die Regalflächenkapazität an das statistische Tagesnachfragemaximum heranreicht, desto besser fällt der Gesamtgewinn aus. Der Grund ist ident mit den Beobachtungen aus Tabelle 2 ohne Buyback und ohne RFID – es kommt vermehrt zu entgangenen Umsätzen auf Grund der suboptimalen Regalauffüllungspolitik. Durch die zentralisierte Bestellpolitik ohne RFID, bleibt der Gesamtgewinn innerhalb einer der gewählten Regalflächenkapazitäten konstant – unabhängig vom Anteil p . Das hat lediglich Auswirkungen auf die Gewinne der einzelnen Mitglieder der Logistikkette, die wesentlich durch den Anteil p unter der Buybackvereinbarung beeinflusst werden. Das lässt sich dadurch erklären, dass durch die zentralisierte Bestellpolitik stets die gleiche Bestellmenge geordert wird, wodurch es innerhalb der verschiedenen Regallagerflächen-Szenarien immer zu den gleichen Kosten – over- und underage costs – kommt. Deren Allokation auf den Supplier bzw. den Retailer hängt dann gänzlich vom Anteil p ab.

Als Zwischenfazit aus dem ersten Punkt kann vorerst komprimiert festgehalten werden, dass in Fällen in denen beide Parteien sich das Risiko – sowohl für zu viel bestellte Ware als auch entgangene Verkäufe – teilen es ebenfalls zur Folge hat, dass beide auf Grund der suboptimalen Regalbefüllungspolitik aus betriebswirtschaftlicher Sicht leiden. Durch die Verwendung von RFID können daher beide durch die Vereinbarung einer Buybackstrategie profitieren in dem sie einen höheren Service Level erreichen können. *„Unter der Annahme, dass mächtige Retailer seine Geschäftspartner zu einer RFID-Einführung bewegen können, lässt sich in der Praxis oftmals eine Buybackvereinbarung als Begleiterscheinung beobachten, wobei Letzteres weitaus wahrscheinlicher ist.“*²⁹

Bezüglich der Punkte 2 und 3 ist erkennbar, dass es durch die Verwendung von RFID nicht automatisch zu einer Steigerung des Gewinns kommen muss. Im Umkehrschluss ist es aber schon so, dass es für beide Parteien ein umso größeres Potential ermöglicht, je kleiner die Regalflächenkapazität und je kleiner der Customer Service Level ohne RFID wäre. Einen direkten als auch indirekten Einfluss auf den Gewinn der beiden Partner hat vor allem der Preis des Tags. Der direkte Einfluss ergibt sich aus den offensichtlichen Kosten für den RFID-Einsatz

²⁹ (Blecker, T.; Huang, G. Q., [2008]. RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag) S. 365 ff

an jeder einzelnen Einheit. Wie bereits oben erwähnt, ergibt sich hingegen ein indirekter Einfluss aus der Abhängigkeit der optimalen Bestellmenge Q^* von dem Tagpreis t . Je kleiner dieser Preis pro Tag ausfällt, desto vorteilhafter ist es für den Gewinn der Parteien. Der wesentliche Unterschied im Bezug auf das Buyback stellen die beiden Parameter ρ und α dar. Die Buybackquote ρ sowie die Kostenumlage α führen nicht nur zu einer künstlichen Umverteilung der Kosten, sondern auch zu einer künstlichen Umverteilung des Risikos. Aus diesem Grund verhalten sich die beiden Variablen aus Sicht des Retailers bzw. des Suppliers konträr. Für den Supplier gilt, dass ein großes ρ negative Auswirkungen auf dessen Gewinn hat, da er die zu viel bestellte Menge demnach zu einem hohen Preis zurückkaufen muss. Während sich ein hohes ρ für den Supplier negativ auswirkt, bedeutet das im Umkehrschluss, dass der Retailer zu einem entsprechenden Teil von seinem Risiko für obsolete Lagerbestände am Ende eines jeden Geschäftstages befreit wird. Im Idealfall würde das für den Retailer unter einer Vereinbarung von $\rho = 1$ eine komplette Befreiung dieses Risikos bedeuten. Genau spiegelverkehrt verhält es sich auch mit α (= Anteil der Kosten für RFID-Tags, der durch den Retailer getragen wird). Je geringer der Prozentsatz für die Variable α vereinbart wird, desto vorteilhafter ist es für den Retailer, da er dann einen umso geringeren Anteil an den Kosten für die RFID-Tags zu tragen hat. Für den Supplier wäre es hingegen optimal einen α -Wert von 1 zu verhandeln. Diese Erkenntnis spiegelt sich auch deutlich in den Gewinnerwartungen in den Tabellen 4 – 6 wieder. Während der Gewinn bei $\alpha=0$, $t=0,2$ und $\rho=1$ für den Supplier bei nur 2.168 liegt, erhöht sich dieser nur durch die Änderung zu $\alpha=1$ auf einen Gewinn von 2.863. Zu beachten ist, dass der Gesamtgewinn der Logistikkette nahezu unverändert bleibt. Letztendlich hängt die Vorteilhaftigkeit von RFID für beide Parteien unter anderem insbesondere davon ab, wie sie die einzelnen Parameter ρ und α miteinander ausverhandeln bzw. wie die Kombination aus Tagpreis und Regalflächenkapazität ist. In all jenen Fällen mit einem geringen Tagpreis von $t = 0,05$ und einer Regalflächenkapazität von $S = 40$ ist die Verwendung von RFID für beide Parteien insbesondere dann vorteilhaft, wenn einerseits der Supplier nicht das gesamte Risiko für die zu viel bestellte Ware übernehmen muss ($\rho < 1$) oder andererseits der Retailer in etwa die Hälfte der Tagkosten übernimmt ($\alpha = [0,4; 0,6]$). Im Vergleich dazu wäre der RFID Einsatz bei hohen Tagpreisen von $t = 0,2$ und einer großen Regalflächenkapazität

von $S = 60$ unter keiner einzigen Kombination von p und α in Summe vorteilhaft. Daraus folgt, dass derartige Vereinbarungen in der Praxis üblicherweise lange Verhandlungen vorausgehen, deren Ergebnis entsprechend durch die individuelle Marktmacht der Geschäftspartner geprägt ist.

Die Beobachtungen unter den Punkten 4 und 5 betreffen die übergeordnete Ergebnisoptimierung der gesamten Logistikkette und damit den sogenannten (Vertriebs-) Kanalgewinn, der sich aus den Gewinnen des Supplier und des Retailers zusammensetzt. Aus der Tabelle 3 – bei der RFID nicht zum Einsatz kommt – lässt sich beobachten, dass je kleiner der Parameter p ist, desto geringer auch die Bestellmenge und damit auch die Lagerbestände ist. Das führt unweigerlich dazu, dass das Risiko für zu viel bestellte Ware auf Grund der unausgereiften Regalbefüllungspolitik entsprechend gesenkt wird, wodurch die gesamte Logistikkette ein besseres Gesamtergebnis erzielen kann. Dieser Vorteil wird bei der Verwendung von RFID allerdings wieder aufgehoben. Generell kann aber beobachtet werden, dass höhere Buyback Rates p unter Bedingungen zu einem hohem Kanalergebnis führen, bei denen die Tagpreise t gering sind – unabhängig von α . Sofern die Kosten für zu viel bestellte Ware jedoch nicht in etwa gleichmäßig aufgeteilt werden, wird der Retailer seine Bestellmenge gering halten.

Als Zwischenfazit lässt sich zudem die Behauptung aufstellen, dass es – im Hinblick auf die Gewinnverteilung einerseits und den Gesamtgewinn andererseits – einen wesentlichen Unterschied ausmacht, ob die Logistikkette klassisch oder mit einer Buyback-Vereinbarung organisiert ist.

5.1.2.3 Gewinnverteilung mit und ohne RFID unter Anwendung von VMI

Ausgangsposition in diesem Unterkapitel sind die bereits getroffenen Annahmen mit dem wesentlichen Unterschied, dass hier der Einsatz eines VMI integriert wird. Diese Adaption wird im Wesentlichen zwei Unterschiede zur Ausgangsposition mit sich bringen. Wie bereits am Anfang des Kapitels beschrieben, liegt es in der Natur des VMI-Konzepts, dass das gesamte Obsoleszenzrisiko (= Risiko zu viel bestellter Ware am Ende des Produktlebenszyklus) zwangsläufig vom Supplier getragen werden muss. Desweiteren hat der Supplier die gesamten

Lagerhaltungskosten so lange zu tragen bis das Eigentum an der Ware mit der Entnahme aus dem Lager an den Retailer übergeht.

Die Formeln für die Gewinne des Suppliers bzw. des Retailers sind im nachfolgenden Fenster dargestellt:

$$\textbf{Gewinn des Suppliers } M = w \times \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} \min\{d_k, S\}, Q^* \right\} - (c + h) \times Q^* \quad \text{ohne RFID}$$

$$\textbf{Gewinn des Retailers } R = (r - w) \times \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} \min\{d_k, S\}, Q^* \right\} \quad \text{ohne RFID}$$

$$\textbf{wobei } Q^* = F^{-1} \left(\frac{w - c - h}{w} \right) \quad \text{ohne RFID}$$

$$\textbf{Gewinn des Suppliers } M = (w + \alpha \times t) \times \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} d_k, Q^* \right\} - (c + h + t) \times Q^* \quad \text{mit RFID}$$

$$\textbf{Gewinn des Retailers } R = (r - w - \alpha \times t) \times \min \left\{ \sum_{k=1}^{60} d_k, Q^* \right\} \quad \text{mit RFID}$$

$$\textbf{wobei } Q^* = F^{-1} \left(\frac{w - c - (1 - \alpha) \times t - h}{w + \alpha \times t} \right) \quad \text{mit RFID}$$

Formel 8: Gewinne und optimale Bestellmenge mit VMI-Vereinbarung – mit und ohne RFID (Blecker, T.; Huang, G. Q., [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 370)

Aus der Tabelle 7 lassen sich erneut sechs grundlegende Beobachtungen machen, die teilweise durch die VMI-Vereinbarung charakterisierend auftreten. Die folgende Aufzählung soll dabei einen ersten zusammenfassenden Überblick bieten, auf den in weiterer Folge näher eingegangen werden soll:

1. Der Einsatz von RFID ist in jenen Fällen von Vorteil in denen die Regalflächenkapazität des Retailers kleiner als 60 ist. Jede weitere Kombination der Parameter führt trotz allem zu einer Besserstellung des Kanalgewinns mit RFID.
2. Je größer die Regalflächenkapazität ist, desto positiver wirkt sich das auf die Gewinne des Suppliers und des Retailers aus.

3. Die Verwendung von RFID bedeutet für den Endkunden stets ein besseres Service als ohne RFID.
4. Der Einsatz von RFID ist für den Retailer umso vorteilhafter, je kleiner die Parameter t , S und α sind.
5. Für den Supplier wird der RFID-Einsatz unter VMI umso nützlicher, je kleiner t und S sind und je größer α vereinbart werden kann.
6. Unter gleichzeitiger Anwendung von RFID und VMI steigt der Gewinn des Suppliers entsprechend der Zunahme des α -Wertes deutlich an, während der Kanalgewinn für die unterschiedlichen α -Werte in etwa gleich bleibt. Das bedeutet wiederum, dass der Retailer mit zunehmenden α mit Gewinnrückgängen konfrontiert ist.
7. Für Retailer, die über eine überdurchschnittliche Marktmacht verfügen, sollte das oberste Ziel die Einführung eines VMI sowie der Einsatz von RFID bedeuten. Für den Supplier würde die Verwendung von RFID nur mit kleinen t und S zu einigermaßen akzeptablen Ergebnissen führen.

Bezüglich der ersten vier Punkte lassen sich klare Parallelen zur Buyback-Vereinbarung beobachten. Wie bereits erwähnt, trägt der Supplier das gesamte Obsoleszenzrisiko, was unter der Buyback-Vereinbarung einer Buyback Rate von $\rho = 1$ entsprechen würde.

Die letzten beiden Punkte sind allerdings neu und bedingt durch die Organisation des VMI. Anders als bei der Buyback-Vereinbarung, bei der ein α -Wert von etwa 50% als Optimum gilt, steigt bei einem VMI die Gewinnerwartung der gesamten Logistikkette mit zunehmenden Anteil α an den RFID-Kosten durch den Retailer an. Der Grund dafür ist nur indirekt nachvollziehbar. Müsste der Supplier die gesamten RFID-Kosten bzw. einen gewissen Prozentsatz an den RFID-Kosten tragen, würde es zu einem Einschnitt an seiner Gewinnmarge kommen. Bei genauerer Betrachtung würde das für den Supplier bedeuten, dass dieser sich gezwungen sehen würde die Bestellmenge zu reduzieren, um diesen Einschnitt wieder auszugleichen. Es wird damit erreicht das Risiko und damit die Kosten für zu viel bestellte Ware zu minimieren, was umso drastischere Auswirkungen hat je höher die Selbstkosten (= Kosten für die Ware + Anteil an den RFID-Kosten α) sind. Diese Behauptung basiert demnach auf der Formel zur Bestimmung der optimalen Bestellmenge (Formel 2). Genau dieser Umstand wäre für den Kanalgewinn jedoch kontraproduktiv, da eine größere Bestellmenge ebenfalls

einen größeren Gewinn bewirkt. Wie bereits unter der Buyback-Vereinbarung zu beobachten war, ist die Tatsache, dass mit RFID ein höherer Service Level erreicht werden kann.

Betrachtet man die Gewinnoptimierung jedoch nicht aus der Perspektive der gesamten Supply Chain, sondern aus der Sicht des Retailers, so fällt besonders die ungünstige Korrelation zwischen steigendem α -Wert und fallendem (Retailer-) Gewinn ins Auge. Während die Zunahme von α zu einer vergleichsweise äußerst geringen Kanalgewinnsteigerung führt, wirkt es sich umso deutlicher auf den Gewinn des Retailers aus. Daher ist es in der Praxis auch kaum verwunderlich, dass Retailer, die über eine gewisse Marktmacht verfügen, und auf die Einführung von VMI und RFID bestehen, einen möglichst geringen Anteil an genau diesen RFID-Kosten übernehmen möchten, um ihren eigenen Profit möglichst zu steigern und damit den Gesamtprofit zu vernachlässigen.

Der letzte Punkt der Beobachtungen beschreibt genau diesen Umstand, in denen der Retailer seine Marktmacht in den Verhandlungen ausnutzt, um Buyback-Vereinbarungen, VMI und den Einsatz von RFID nach dessen Vorstellungen durchsetzen zu können. Desweiteren ist es ihm dadurch auch zumindest in der Theorie möglich die Parameter frei wählen zu können. Wird davon ausgegangen, dass der Retailer sein eigenes Profitstreben vor jenes der gesamten Supply Chain stellt dann wird dieser in einer dezentralisierten Organisationsform ein $\alpha = 0$ wählen und im Falle einer Buyback-Vereinbarung ein $p = 1$.

Darüber hinaus lässt sich beobachten, dass für den Retailer unter allen möglichen Kombinationen von S und t mit VMI stets ein besseres Ergebnis erzielt werden kann als dies ohne VMI der Fall wäre. Unter dem Einsatz von RFID ergeben sich für die beiden Vereinbarungen (Buyback und VMI) vergleichbare Kanalgewinne. Die jeweilige Gewinnverteilung zwischen den Partnern hängt in weiterer Folge jedoch sehr stark von der Ausgestaltung der Parameter ab. In der Praxis bedingt die Bestimmung der Parameter daher lange Verhandlungen mit dementsprechenden Kompromissen.

Als Fazit aus diesem Kapitel kann festgehalten werden, dass es einen wesentlichen Unterschied machen kann, ob die gesamte Logistikkette bzw. die jeweiligen Mitglieder vom RFID-Einsatz profitieren oder nicht. Vor allem aber können die verschiedenen Vereinbarungen einen großen Unterschied bewirken.

Selbst innerhalb einer Vereinbarung lassen sich durch die konkreten Parameterausgestaltungen Umstände generieren, die bei schlechter Verhandlung enorme wirtschaftliche Auswirkungen haben können. Eine RFID-Einführung ist daher nicht automatisch für jede Partei von Vorteil und wird deshalb auch häufig gegen den Willen mancher Mitglieder (zumeist Zulieferer) adaptiert. Gerade in solchen Fällen spielt daher das Vorliegen von Marktmacht im Verhandlungsprozess eine wesentliche Rolle für die Entscheidung über den Einsatz von RFID und dessen genaue Ausgestaltung. Für eine erfolgreiche Überzeugung aller Geschäftspartner insbesondere entlang einer Wertschöpfungskette kann es daher notwendig sein, genau jenen Unternehmen eine Kompensationszahlung durch die „profitierenden“ Unternehmen zu gewähren, um das Vorhaben auch lückenlos entlang der Supply Chain umsetzen zu können. Auf diese Problematik wird noch im Punkt 9.3.3.2 („Ausgleichsanalyse“) bzw. als Querverweis im Punkt 6.2 („Minderung der beobachteten Auswirkungen“) näher drauf eingegangen.

5.2 Erkenntnisse aus dem Modell

Wie aus den drei Szenarien zu erkennen ist, kann mit Hilfe von RFID der Kanalgewinn im Vergleich zur herkömmlichen Logistikorganisation gesteigert werden. Die individuelle Gewinnverteilung zwischen den Geschäftspartnern hängt jedoch sehr stark von den Parameterausgestaltungen ab, die nicht zuletzt durch die jeweilige Marktmacht der Partner (meist zu Gunsten des Retailers) sowie durch das jeweilige Verhandlungsgeschick beeinflusst werden. In dem Zusammenhang bleibt desweiteren festzuhalten, dass das Bestreben für eine Einführung von RFID Großteils von jenen Unternehmen ausgeht, die sich tendenziell am Ende der Logistikkette befinden. Im Gegensatz dazu treffen derartige Vorhaben beim Ursprung der Logistikkette – den Lieferanten – meist auf Ablehnung und Unbehagen. Die Gründe dafür entsprechen den zwei Seiten ein und derselben Medaille.

Für den Supplier bedeutet die Verwendung von RFID aus mehreren Gründen eine enorme Belastung, die sich ohne Ausgleichszahlungen betriebswirtschaftlich nie bis kaum rentieren würde. Ein wesentlicher Grund dafür sind die begrenzten Möglichkeiten bzw. Situationen, in denen dieser von RFID profitieren könnte. Angefangen bei der anfänglichen Produktion von Waren bedeutet der Einsatz von

RFID bei der Lieferung der Rohstoffe keine Erleichterung, da es sich dabei nicht um den klassischen Übernahmeaufwand bei der Warenannahme handelt. Selbst mit abgeschlossener Produktion ergeben sich für den Produzenten kaum Einsparungsmöglichkeiten, da dieser einerseits üblicherweise nur ein einziges oder zumindest nur wenige unterschiedliche Produkte herstellt und zum anderen diese Produkte in weiterer Folge standardmäßig in abgezählten Stückzahlen und passenden Ladungsträgern (Paletten, Behälter usw.) verpackt und einlagert. Des Weiteren beliefern Supplier im Normalfall an mehrere verschiedene Abnehmer (Groß- und Einzelhändler), von denen jedoch die wenigsten RFID-ready sind. Das bedeutet demnach, dass der Supplier zwar einen Großteil der Kosten für die RFID-Anwendung zu tragen hat, dieser aber nicht die Möglichkeiten hat die umfangreichen Vorteile der Technologie in seiner Unternehmenssphäre auszunutzen. Auf Grund der teilweise beachtlichen Marktmacht einzelner, weniger (Haupt-)Abnehmer sieht sich der Supplier oftmals gezwungen auf die RFID-Implementierung einzusteigen.

Die zweite Seite der Medaille erklärt die hohe Triebkraft, die vom anderen Ende der Logistikkette – dem Retailer – ausgeht. Anders als beim Supplier profitiert der Retailer bereits von Beginn an von der RFID-Technologie, indem der Aufwand bei der Warenannahme deutlich reduziert werden kann. Diese Vorteilhaftigkeit zieht sich entsprechend durch die gesamte Prozesskette des Retailers fort. Nach erfolgter Warenannahme gewährt die Technologie im Zusammenhang mit dem Einlagerungsprozess weitere Vereinfachungen in Form von automatischer Lagerplatzzuweisung und Registration in der Datenbank. Des Weiteren generiert der RFID-Einsatz beim Kommissionierungs- und Auslagerungsprozess nicht nur durch die automatische Registration bereits eine unterstützende Wirkung, sondern auch durch die absichernde Kontrollfunktion bei der Verladung der kommissionierten Ware, bei der nochmals automatisch geprüft wird, ob es sich um die richtige Ware und den richtigen LKW handelt. Damit können Falschlieferungen und Falschkommissionierungen verhindert bzw. zumindest reduziert werden, was letztlich zu weiteren deutlichen Einsparungen (Rückholung, erneute Lieferung, Pönalen usw.) beiträgt. Sogar vor der Warenannahme bzw. nach erfolgtem Warenausgang kann der Retailer in besonderem Maße von RFID profitieren. Mit Hilfe von Echtzeit-Tracking und Condition Monitoring (z.B.: Temperaturüberwachung bei verderblichen Waren) ist es möglich bereits frühzeitig Verspätungen oder Kühlaggregatausfälle zu vernehmen, wodurch der zuständige

Disponent in der Lage ist rechtzeitig zu reagieren und geeignete Alternativlösungen zu finden. Insbesondere durch die enorme Menge an unterschiedlichen Produkten im Warensortiment (z.B.: Wal-Mart mit einem Warensortiment von etwa 1 Million verschiedenen Produkten) des Retailers erleichtert die logistische Handhabung durch den Einsatz von RFID.

Aus dieser Gegenüberstellung der Einsparungspotentiale für die jeweiligen Beteiligten einer Logistikkette ist es daher nicht verwunderlich, dass die Initiative vom Ende dieser Kette ausgeht.

5.3 Minderung der beobachteten Auswirkungen

5.3.1 Cost-Benefit-Sharing

Wie bereits im vorangehenden Unterkapitel ausführlich behandelt, kommt es für die Unternehmenspartner einer Logistikkette auf Grund des RFID-Einsatzes häufig zu einer Ungleichverteilung der Kosten bzw. Nutzen. Um die Implementierung des Projekts über das gesamte Netzwerk hinweg zu gewährleisten, kann es daher notwendig sein Ausgleichszahlungen zwischen den Unternehmen zu gewähren (siehe Punkt 9.3.3.2). Um eine faire Balance der Nutzen und Kosten für jedes Unternehmen zu erreichen, bedarf es daher einer ausgleichenden Lösung – dem sogenannten Cost-Benefit-Sharing (CBS). Die grundlegende Basis dieser Theorie bildet die Wohlfahrtsökonomie als Teilbereich der Volkswirtschaftslehre, wobei KLEINWEFERS (2008) in seinem Werk dessen Ziel und Aufgabe als die optimale Allokation der vorhandenen knappen Ressourcen beschreibt.³⁰ Genau diese faire, wohlfahrtsoptimierende Nutzen-Kosten-Allokation gilt es durch die CBS-Theorie zu erreichen.

Die grundsätzliche Vorgehensweise dieser Theorie ist in Abbildung 4 dargestellt. Wie DE RUS (2010) in seiner Cost-Benefit-Sharing Analyse verdeutlicht, ist dieses System an die jeweiligen Stufen gebunden, wobei trotzdem jeder Geschäftsfall anhand seiner spezifischen Charakteristika zu behandeln ist.³¹ Wie aus dem Stufenaufbau zu erkennen, ist die CBS-Theorie in eine Bewertungs- und eine Verteilungsphase unterteilt. Die Ausgangslage für die erste Stufe der Bewertungsphase – die sogenannte Initialallokation – betrifft die Ermittlung des

³⁰ Vgl. (Kleinewefers, H., [2008]: Einführung in die Wohlfahrtsökonomie: Theorie – Anwendung – Kritik. Kohlhammer Verlag. Stuttgart) S. 43

³¹ Vgl. (De Rus, G., [2010]: Introduction to Cost-Benefit Analysis. Edward Elgar Publishing) S. 7

wirtschaftlichen Zustands der involvierten Unternehmen noch *vor* der Projektimplementierung. Durch die geplante, überbetriebliche RFID-Einführung kommt es konsequenterweise zu einer Änderung des Ausgangszustandes, wodurch sich die sogenannte Basisallokation ergibt. Diese definiert sich als jene wirtschaftliche Lage der Unternehmen *nach* der Projektumsetzung – allerdings findet hier noch kein finanzieller Ausgleich zwischen den Partnern statt. Wird im Zuge der CBS-Analyse ein Ausgleichsbedarf für bestimmte Unternehmenspartner festgestellt, ist es das Ziel eine geeignete Reallokation vorzunehmen. Erst mit dieser Stufe beginnt die Phase der Verteilung, wobei jene Unternehmen mit einem unverhältnismäßig schlechten Nutzen-Kosten-Verhältnis einen finanziellen Ausgleich erfahren. Dies ist bedingt durch eine gezielte Umverteilungsstrategie, die es in weiterer Folge herauszufinden gilt. Mit erfolgter Erhebung der geeigneten Ausgleichsbeiträge steht auch die entsprechende Zielallokation für die Partner fest. RIHA (2008) zufolge, handelt sich dabei um jene Umverteilung der Kosten bzw. Nutzen, die durch alle involvierten Unternehmen der Logistikkette gebilligt und getragen wird.³²

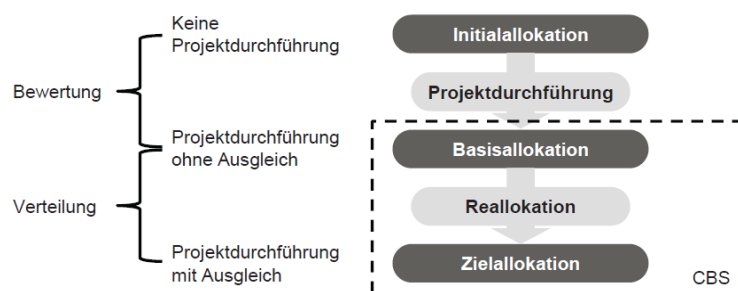


Abbildung 4: Strukturelle Vorgehensweise beim CBS für überbetriebliche Projekte (in Anlehnung an RIHA (2008); Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 38)

Bei der Reallokation handelt es sich um rein umverteilende Ausgleichsleistungen, die keinen direkten Einfluss auf die eigentlich anfallenden Kosten bzw. die erzielten Nutzen haben. Die tatsächliche Umverteilung basiert dabei auf einer Vielzahl an Strategien zur Reallokation. Dabei lassen sich sowohl leistungsunabhängige (i – iii) als auch –abhängige (iv – v) Methoden verfolgen, wobei bei Ersteren der spezifische Wertschöpfungsanteil einer Unternehmenseinheit nicht für die Bestimmung des Ausgleichsausmaßes

³² Vgl. (Riha, I., [2008]: Entwicklung einer Methode für Cost Benefit Sharing in Logistiknetzwerken. Fakultät für Maschinenbau. Technische Universität Dortmund)

herangezogen wird. RIHA (2008) sowie HELMIG ET AL. (2010) führen folgende, häufig angewandte Strategien zur Reallokation an.

Die folgenden drei Ansätze beziehen sich auf *leistungsunabhängige* Strategien:

- i. **Identische Zielallokation:** Das Ziel dieses Ansatzes ist es die jeweiligen Auswirkungen (= Gegenrechnung von Kosten und Nutzen, die nur positiv sein kann, da das Projekt ansonsten nicht umgesetzt worden wäre) des Projekts so auf die Beteiligten umzuverteilen, dass jedes Unternehmen denselben Gewinn (Anm.: aus diesem Projekt) erwirtschaftet. Liegt ein positiver Netzwerkeffekt vor, so steigt der Gewinn mit der Anzahl an Beteiligten – wie dies insbesondere in einer Supply Chain der Fall ist. Das impliziert demnach eine Win-Win-Situation.
- ii. **Gleichmäßige Gewinnallokation:** Der durch das Projektvorhaben generierte Gewinn sämtlicher Beteiligter wird vorerst kumuliert um anschließend, ungeachtet anderer Faktoren, gleichmäßig über die Partner verteilt zu werden. Hinsichtlich dieses Ansatzes kann es daher zu Verlusten bei einzelnen Unternehmen kommen, sofern die getätigten Ausgleichszahlungen nicht im Stande sind die entstandenen Kosten zu decken. Demnach birgt dieses Szenario eine nicht zu vernachlässigende Wahrscheinlichkeit, mit der einzelne Partner durchaus in eine Win-Lose-Situation geraten, wodurch mit einer klaren Ablehnung zur Teilnahme an dem Projekt gerechnet werden muss.
- iii. **Kompensation der Verluste:** Hinter dem Ansatz steckt die Idee, all jenen Unternehmen, die auf Grund des Projekts Verluste erleiden, einen Ausgleich in genau der Höhe zukommen zu lassen. Das bedeutet demnach, dass zumindest ein Partner davon profitiert, da der positive Kapitalwert des Projekts durch den Nullgewinn der anderen auf ihn verteilt wird. Dadurch wird allerdings auch gewährleistet, dass kein Partner schlechter aussteigt als vor der Projekteinführung. Hier könnte demnach von einer Win-Stay-Situation die Rede sein.

Die folgenden Strategien sind *leistungsabhängige* Ansätze, deren Ausgleichszahlungen sich nach dem spezifischen Wertschöpfungsanteil eines Unternehmens an einem Produkt richten:

- iv. **Wertschöpfungsabhängige Gewinnallokation:** Der realisierte Projektgewinn wird anhand des Wertschöpfungsanteils der Unternehmen an dem Produkt auf die Beteiligten aufgeteilt. Dieser Ansatz hat jedoch zwei markante Schwachstellen. Auf der einen Seite bedeutet diese Strategie für Logistikdienstleister eine komplette Nichtbeachtung im Ausgleichsprozess, da diese keine wertschöpfenden Aufgaben erbringen. Dieser Problematik kann demnach nur durch individuell verhandelte Gewinnallokationen entgegnet werden. Auf der anderen Seite lässt der Anteil des Unternehmens an der Wertschöpfung nicht zwangsläufig auf die entstandenen Kosten schließen. Das kann dazu führen, dass Unternehmen Verluste erleiden, sofern die anfallenden Kosten im Vergleich zum spezifischen Wertschöpfungsanteil unverhältnismäßig hoch ausfallen.
- v. **Identische Rendite:** Eine weitere, und die wahrscheinlich fairste Möglichkeit ist eine Umverteilungsstrategie, mit der jeder Partner die gleiche Rendite erwirtschaftet. Das bedeutet, dass sich die Gewinnallokation an dem entstandenen Aufwand orientiert. Durch diese aufwandbezogene Ermittlung der Rendite, erhält jedes Unternehmen exakt die Gesamtrendite des Projekts. Der Vorteil an diesem Ansatz ist die Gewährleistung einer einheitlichen Rendite über das gesamte Netzwerk hinweg. Damit steigen die Chancen einer rascheren, überbetrieblichen Einigung und Umsetzung des Projekts. Dabei ist desweiteren zu erwähnen, dass diese Universalrendite stets ein positives Vorzeichen hat, da nur Projekte mit einem positiven Kapitalwert auch tatsächlich implementiert werden.

Die zu verfolgenden Reallokations- bzw. Umverteilungsstrategien bedürfen jedoch einer Menge an Informationen, die über die Leistungen der jeweiligen Partner Aufschluss geben. Da die Einholung der benötigten Daten jedoch auf Grund der strikten Datensouveränität der einzelnen Unternehmen gegenüber dem Netzwerk eine Herausforderung ist, gilt es für jede Phase des Projekts eine gezielte Strategie zu verfolgen, die nebenbei auch noch den Aufwand in Grenzen halten soll. Nachdem das Ausmaß der Reallokation (= Ausgleichzahlungen) erfolgreich bestimmt werden konnte, ist es notwendig die Art zu bestimmen mit der der Ausgleich geschaffen werden soll. Dazu empfehlen BENSEL ET AL. (2008), GÜNTHER ET AL. (2010) sowie KUHN ET AL. (2006) folgende Kompensationsansätze entsprechend der aktuellen Phase zu verfolgen:

- i. **Impliziter monetärer Ausgleich:** In diesem Fall können die jeweiligen Unternehmen die nutzenübersteigenden Aufwände über gezielte Preiserhöhungen ausgleichen. Es findet keine direkte Kompensationszahlung zwischen den Partnern statt.
- ii. **Expliziter monetärer Ausgleich:** Anders als im vorangehenden Ansatz, passiert der Ausgleich hier über eine direkte Ausgleichszahlung, um die Verluste des Projekts zu kompensieren. Es bleibt jedoch zu erwarten, dass es bei dieser Variante längerer Verhandlungen bedarf. Denkbar wäre hierbei auch die Zahlung einer Prämie für jedes Produkt mit RFID-Tag, die durch den Einzelhändler an den Großhändler geleistet wird. Auf das vorhin beschriebene Modell umgelegt würde dies ein α größer 1 bedeuten.
- iii. **Materieller Ausgleich:** Anstatt den belasteten Partnern finanzielle Hilfen zuzusprechen, kann auch eine indirekte Kompensation in Form von materiellen Aufwandsentschädigungen erwogen werden. Konkret könnte das bedeuten, dass ein benachteiligtes Unternehmen von seinen Partnern die benötigte Hard- bzw. Software-Ausstattung erhält, um die Nutzen und Aufwände zu nivellieren.
- iv. **Immaterieller Ausgleich:** Im Vergleich zu den monetären und materiellen Kompensationen wird der Ausgleich beim immateriellen Ansatz durch Dienstleistungen im Zusammenhang mit dem Projekt erreicht. Dabei erfolgt die Unterstützung beispielsweise in Form von Know-How-Leistungen, die auf Grund des fehlenden Fachwissens – vor allem in kleineren Unternehmen – ein wesentliches Element am Weg zu einer reibungslosen Implementierung darstellt. Dies ist insbesondere in den Anfangsphasen des Projektvorhabens ein zentrales Element zur Kompensation von unverhältnismäßig hohen Aufwänden und wirkt zugleich als überzeugendes Argument in den Verhandlungsrunden für eine erfolgreiche Umsetzung in der Logistikkette.

Die Anwendung der Cost-Benefit-Sharing-Ansätze bedarf einem überbetrieblichen Engagement jedes Beteiligten des Netzwerks. Die konkreten Kompensationsleistungen der Partner untereinander müssen in die individuelle Rentabilitätsrechnung miteinbezogen werden, um eine umfassende Beurteilung der Strategien zu gewährleisten.

6 Herausforderungen an den RFID-Einsatz

Auf Grund der für die Technologie charakteristischen vielfältigen Einsetzbarkeit ergeben sich zahlreiche Herausforderungen im Bezug auf eine wissenschaftlich-objektive Bewertung. Zusätzlich erschwerend ist, dass diese aus einer Kombination technischer, betriebswirtschaftlicher sowie sozio-psychologischer Faktoren sind. Insbesondere Letztere sind oftmals dafür verantwortlich, dass der RFID-Technologie mit einer negativen Grundhaltung begegnet wird.³³

6.1 Technische Herausforderungen:

Die Tatsache, dass RFID über die verschiedensten Geschäftsfälle hinweg lediglich in ihren Grundzügen miteinander übereinstimmen, erschwert einen universell anwendbaren Einsatz. Durch die zahlreichen Individualisierungen und Sonderanforderungen – nicht nur bedingt durch die hardwaretechnische, sondern auch durch die softwaretechnische Seite – lassen sich keine allgemeinen Aussagen und Einschätzungen bezüglich des unternehmens- bzw. netzwerkbezogenen, technischen Aufwandes treffen. Im Bezug auf die hardwareseitigen Anforderungen lassen sich hier vor allem spezifische Prozessanforderungen (z.B.: thermische Beanspruchung, Trackingtauglichkeit, Einfluss von Feuchtigkeit usw.) sowie speziell auf den Geschäftsfall abgestimmte Einzellösungen nennen. Auf softwaretechnischer Seite ist ebenfalls die auf eine Unternehmung speziell adaptierte, individuelle Einzellösung zu erwähnen, womit den jeweiligen informationellen Anforderungen (z.B.: sogenannte Shared Information Hubs für einen unternehmensübergreifenden Zugriff auf bestimmte Informationen des Wertschöpfungsnetzes (siehe Punkt 12.1 „Shared Information Hub“), Echtzeit-Kontrolle der Lieferungen, individuell aufbereitete Datenverarbeitung zur ex-post Analyse usw.) optimal begegnet werden kann. Der Grad an Komplexität kann in diesem Bereich demnach sehr stark schwanken, was einerseits großen Einfluss auf die technisch-realisierebare Umsetzbarkeit hat und andererseits zu immensen betriebswirtschaftlichen Auswirkungen führen kann. Daraus lässt sich ableiten, dass ein RFID-Einsatz üblicherweise ein umfassendes Know-How der Mitarbeiter entlang der gesamten Logistikkette verlangt.

³³ (Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag) S. 19 ff

6.2 Betriebswirtschaftliche Herausforderungen

Aus den technischen Herausforderungen lässt sich eine direkte Verbindung zu den betriebswirtschaftlichen Herausforderungen ableiten. Der Grund dafür liegt im Aufbau und der Gestaltung des Systems, deren Ausmaß vor allem durch die gewählten Hard- bzw. Softwarelösungen, den mit der Einführung verbundenen Integrationskosten sowie durch anfallende, notwendige Schulungskosten bedingt ist. Als Richtwert für die Integrationskosten gibt SCHOLZ-REITER ET AL. (2007) einen empirischen Stundensatz von 80 Euro an.³⁴ Aus einer chronologischen Sicht fallen diese Kostenblöcke zu Beginn an, wodurch diese auch als einmalige (Anfangs-)Investitionskosten betrachtet werden können. Wie es für die meisten Investitionsprojekte üblich ist, entstehen nach der anfänglichen Investition die nicht zu vernachlässigenden laufenden Kosten. Im Fall von RFID bedeutet das konkret Tag-Kosten (insbesondere bei Systemen mit passiven Tags, da diese nur eine begrenzte Lebensdauer haben und laufend ersetzt werden müssen), Wartungskosten und Kosten für etwaige Adaptierungen.

Für die betriebswirtschaftliche Vorteilhaftigkeit hat allerdings auch die zukünftige Preisentwicklung der Halbleiterspeicher (= Tags) eine außerordentliche Bedeutung, da die Investitionsrechnung auf diesen Annahmen basiert und über die RFID-Einführung entscheidet. Der Forschungsleiter des Instituts für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (kurz: IZT), Siegfried Behrendt, geht in diesem Zusammenhang prinzipiell von einer weiter anhaltenden Preissenkung aus.³⁵ Wie bereits in einer Umfrage des deutschen Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik mit 70 Teilnehmern im Jahr 2004 festgestellt werden konnte, zeigten die Erwartungen der Befragten für die Jahre 2005 bis 2010 eine klare Richtung. Dabei wurde festgestellt, dass 36% der Umfrageteilnehmer von stark fallenden Preisen und weitere 54% von zumindest leicht fallenden Preisen ausgegangen sind. Wie aus der Graphik desweiteren zu erkennen ist, teilen sich die restlichen 10% überwiegend auf eine stabile Preisentwicklung sowie ein vernachlässigbar kleiner Teil auf eine leicht steigende Preisentwicklung auf.³⁶

³⁴ Vgl. (Scholz-Reiter, B.; Gorldt, C.; Hinrichs, U.; Tervo, J.-T.; Lewandowski, M., [2007]: RFID-Einsatzmöglichkeiten und Potentiale in logistischen Prozessen. Mobile Research Center) S. 34 ff

³⁵ (Behrendt S., [2010]. Integriertes Roadmapping – Nachhaltigkeitsorientierung in Innovationsprozessen des Pervasive Computing. Springer Verlag) S. 90

³⁶ (Deutsches Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen. [2005]) S. 102

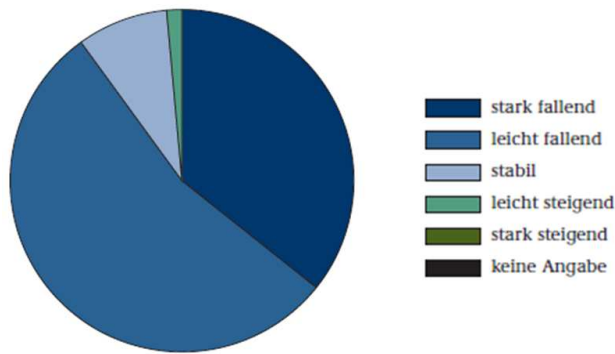


Abbildung 5: Umfrageergebnisse zur erwarteten Preisentwicklung von RFID-Tags für den Zeitraum 2005-2010 in Deutschland mit n = 70 (Quelle: Deutsches Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen. [2005]; S. 102)

Insbesondere für Produkte mit vergleichsweise niedrigem Wert – wie beispielsweise der viel zitierte Joghurtbecher – rentiert sich der Einsatz passiver Transponder erst ab einem Preis von wenigen Cent. Aus derzeitiger Sicht (Anm.: Stand 2010) liegt der Listenpreis für passive Transponder bei etwa 30 Cent, wobei dies auf Grund stufenweiser Rabattstrukturen mitunter stark von der jeweiligen Bestellmenge abhängt. Nichts desto trotz ist es nach Ansicht des Autors Siegfried Behrendt äußerst unwahrscheinlich, dass mit der konventionellen Siliziumtechnik eine drastische Preissenkung bis auf wenige Cent in absehbarer Zeit erreicht werden kann.³⁷ Eine mögliche Lösung für dieses Problem könnte hingegen der Einsatz einer anderen Herstellungstechnologie bringen – die sogenannte Polymerelektronik. Ihr wird es zugetraut die Produktionskosten auf einen Bruchteil des derzeitigen Niveaus zu reduzieren, wodurch die RFID-Technologie im Hinblick auf ihre laufenden Kosten spürbar profitieren würde. Schließlich hängt der weitere Erfolg nicht nur von der erwarteten, sondern vor allem von der tatsächlichen Kostenentwicklung ab.³⁸

Doch nicht nur der individuelle technische Aufwand sowie die zukünftige Preisentwicklung erschweren eine zuverlässige Wirtschaftlichkeitsprognose, sondern auch die Quantifizierung von Kosteneinsparungen und sonstiger, nur schwer bewertbarer Vorteile. Dazu zählt beispielsweise die Bewertung der Vorteile durch die erhöhte Transparenz.³⁹

³⁷ Vgl. (Behrendt, S., [2010]: Integriertes Roadmapping – Nachhaltigkeitsorientierung in Innovationsprozessen des Pervasive Computing. Springer Verlag) S. 90

³⁸ (Behrendt, S., [2012]: Integriertes Roadmapping – Nachhaltigkeitsorientierung in Innovationsprozessen des Pervasive Computing. Springer Verlag) S. 90

³⁹ (Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag) S. 20

6.3 Sozio-psychologische Herausforderungen

Der dritte Block an Herausforderungen betrifft die sogenannte sozio-psychologische Komponente im Zusammenhang mit der Nutzung von RFID. Dabei handelt es sich um datenschutzrechtliche Bedenken, wodurch die RFID-Anwender in der Lage sind einen die Privatsphäre überschreitenden, negativen Einfluss auf Menschen oder Institutionen zu haben, die mit der Technologie im Laufe der Logistikkette in Berührung kommen. Die Betroffenen lassen sich demnach in zwei Gruppen einteilen – Mitarbeiter und Geschäftspartner (= Kunden im Sinne des B2B) bzw. Endkunden (= Kunden im Sinne des B2C).

Bezogen auf ein RFID-aktives Unternehmen lässt sich nicht nur die genaue Materialflussbewegung nachvollziehen, sondern im Zuge dessen auch ein Bewegungsprofil der mit dem Transport beauftragten Mitarbeiter erstellen. Das Ausspähen und Beobachten von Mitarbeitern überschreitet dabei nicht nur moralische und ethische Grenzen, sondern auch gesetzliche und arbeitsrechtliche Grenzen. Gerade dieser sozio-psychologische Faktor ist dafür verantwortlich, dass bei involvierten Individuen eine skeptische Grundhaltung hervorgerufen werden kann, die letztendlich zu einem blockierenden, kontraproduktiven Opportunitätsverhalten führen kann.

Im Zusammenhang mit Kunden (Anm.: Geschäftspartner und Endkunden) gibt es oftmals große Bedenken bezüglich des Datenschutzes bzw. der Privatsphäre. Durch die an sämtlichen Produkten angebrachten Tags lassen sich ohne technischen Mehraufwand für jeden Kunden individuelle Kauf- und Verhaltensmuster erstellen, was weitläufig auch als gläserner Kunde bezeichnet wird. Aus diesem Grund erarbeitete die EU eine Anleitung, die ein vorheriges Einverständnis des Kunden empfiehlt, sofern die Tags zum Zeitpunkt des Kaufes noch funktionsfähig sind.⁴⁰

In weiterer Folge wird sich diese Arbeit allerdings ausschließlich mit den betriebswirtschaftlichen Herausforderungen auseinandersetzen, wobei die technischen und sozio-psychologischen Herausforderungen für einen möglichen RFID-Einsatz keinesfalls vernachlässigt werden dürfen.

⁴⁰ (Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag) S. 20 ff

7 Die Wirtschaftlichkeitsbewertung

7.1 Allgemeines

Bereits in der theoretisch-wissenschaftlichen Lektüre stellt die Bewertung der RFID-Kosten und den damit verbundenen Nutzenpotentialen eine schwer schematisierbare Aufgabe dar. Ursächlich dafür sind die in der Praxis auftretenden unzähligen Einflüsse, die nicht zuletzt durch Unsicherheiten der Annahmen eine Quantifizierung konkreter Nutzenpotentiale erschweren. Diese unklare Bestimmbarkeit des tatsächlichen Nutzens führt daher allenfalls zu einer Näherungsrechnung, mit der die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit des RFID-Systems bemessen wird. Nicht zuletzt auf Grund der vielfältigen Einsetzbarkeit gibt es keine allgemein gültige Formel, die zu einer unkomplizierten und verlässlichen Entscheidung bezüglich der RFID-Einführung führt. Schließlich ist die Vorteilhaftigkeit wesentlich vom Aufbau der Prozesskette und damit vom jeweiligen Business Case abhängig. Daher kann der RFID-Einsatz aus betriebswirtschaftlicher Sicht unter bestimmten Umständen von Vorteil sein, während dies mit derselben technischen Anwendung unter einem anderen Geschäftsfall wirtschaftlich nicht rentabel ist.⁴¹

Laut einer Umfrage von STRÜKER ET AL. (2008) ist im Zusammenhang mit RFID die Rentabilitätsungewissheit die größte Hürde am Weg zu einer möglichen Implementierung. Demnach hat jedes zweite Unternehmen Probleme damit betriebswirtschaftlich zuverlässige Vorhersagen für den potentiellen Nutzen zu treffen bzw. abzuschätzen. Abgesehen davon, bereiten die technische Umsetzung sowie die darüber hinausgehende Individualisierung der Technologie zusätzliche Hürden, die eine Entscheidung für RFID – oftmals unabhängig von der Rentabilitätsbetrachtung – verhindern.⁴²

Der zugrunde liegende Ansatz für die Bewertung der Vorteilhaftigkeit bildet das Rechnungswesen in Kombination mit der Investitionsrechnung. Ersteres fungiert dabei als eine Art Datenlieferant und gibt Auskunft über die finanzielle Stabilität, die Finanzstruktur und den Kapitalbedarf eines Unternehmens. Letzteres baut hingegen auf den Informationen des Rechnungswesens auf und liefert dem

⁴¹ (Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag) S. 18 ff

⁴² (Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag) S. 57

Entscheider Ergebnisse, ob eine Investition tatsächlich verwirklicht werden soll oder nicht. Die Rentabilität bzw. die Wirtschaftlichkeit eines RFID-Systems wird – wie bereits aus der klassischen Investitionsrechnung bekannt – von sogenannten multidimensionalen Faktoren beeinflusst. Dabei stehen dem Entscheider sowohl quantitative (z.B. Kapitalwertmethode) als auch qualitative (z.B. Nutzwertanalyse) Einflussfaktoren zu Verfügung, die stets in Verbindung miteinander gesehen werden müssen. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung zählt dabei nicht nur die Bewertung der Kosten, sondern auch die Bewertung der dadurch generierten Einsparungen. Das daraus gegengerechnete Ergebnis wird als Potential bzw. Nutzen bezeichnet und dient zugleich als betriebswirtschaftliche Grundlage für den Entscheider.⁴³

Wie für die Wirtschaftswissenschaft üblich, entscheiden Unternehmen üblicherweise nach dem ökonomischen Prinzip, mit dem obersten Ziel den Gewinn zu maximieren. Durch die finanzbuchhalterische Dokumentation der Ein- und Auszahlungen kann dieses Ziel in Form von Kennzahlen (Produktivität, Rentabilität und Wirtschaftlichkeit usw.) laufend kontrolliert werden, die mit Hilfe der Investitionsrechnung entsprechend ermittelt werden. Bei einer Investition in ein RFID-Projekt spricht man üblicherweise von einer Rationalisierungsinvestition, was bedeutet, dass dadurch das bereits vorhandene System überarbeitet bzw. ersetzt wird, um gleichzeitig Einsparungen sowie sonstige positive Begleiterscheinungen (Steigerung der Qualität, Verbesserung des Informationsflusses usw.) zu bewirken.

Die Bewertung von komplexen Investitionen mit den vorhandenen Verfahren ist für den Entscheider – aus Mangel an Alternativen – der vergleichsweise beste Weg, um über ihre Sinnhaftigkeit zu entscheiden. Im Umkehrschluss bedeutet das allerdings auch, dass auf Grund von fehlenden Informationen die tatsächliche Rentabilität eher einem Zufallstreffer als einer sicheren Berechnung entspricht. Der Hauptgrund dafür sind die bereits erwähnten Unsicherheiten, mit der die zahlreichen Einflussfaktoren quantifiziert werden. Die aus dieser Unsicherheit getroffenen Annahmen können zur Folge haben, dass eine vermeintlich positiv bewertete Investition schlussendlich doch nicht den gewünschten Gewinnbeitrag liefern kann, obwohl sämtliche Einflussfaktoren in die Bewertung eingeflossen

⁴³ (Gilberg, J., [2009]: Technische Ausgestaltung und wirtschaftliche Betrachtung des überbetrieblichen RFID-Einsatzes. EUL-Verlag) S. 76 ff

sind. Durch die Unsicherheit über die Quantifizierung der Einflussfaktoren ergibt sich ein nicht vermeidbares Risiko eine falsche Entscheidung zu treffen. Um dieser Problematik zu begegnen gibt es eine Reihe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit der diese Unsicherheiten – und damit das Risiko – berücksichtigt werden sollen.

8 Der Leitfaden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung

Dieses Kapitel basiert auf der Theorie und dem Modell von Thomas Irrenhauser (2014) zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID-Systemen im Rahmen einer Supply Chain. Dieses Modell kennzeichnet sich durch einen sechsstufigen Aufbau, bei dem desweiteren zwischen einer Analyse- und einer Bewertungsphase unterschieden wird. Die Analysephase, die aus (den ersten) drei Schritten besteht, hat die Aufgabe sämtliche Vorgänge hinsichtlich der Wertschöpfung über die gesamte Supply Chain hinweg aufzuschlüsseln, von einander abzugrenzen sowie festzuhalten. Sie hat demnach den Zweck einerseits einen Überblick über die Prozesse und die bestehenden Supply-Chain-Strukturen zu bekommen sowie andererseits ein Konzept zu erstellen bzw. Ziele zu definieren, auf denen eine mögliche Umsetzung basieren soll. In weiterer Folge werden sämtliche Nutzenpotentiale, aber auch damit verbundene finanzielle Belastungen für jene Prozesse ermittelt, auf welche die RFID-Technologie Auswirkungen haben wird. In dem Zusammenhang ist es essentiell ein konkretes Ziel zu bestimmen, das mit RFID verfolgt und erfüllt werden soll. Die eigentliche Bewertung erfolgt erst ab dem vierten Schritt und beschäftigt sich mit der Ermittlung der in der Analysephase eruierten Nutzenpotentiale sowie der Bestimmung konkreter Zielgrößen. Nach der quantitativen Bewertung sollen in einem abschließenden Kapitel noch weiterführende Analysen angeschnitten werden, die für einen effizienteren Einsatz (Systemanalyse), eine fairen Einzelbeitragsbestimmung der Geschäftspartner (Ausgleichsanalyse) sowie einer möglichen, zukünftigen Erweiterung des RFID-Systems sorgen sollen. Die detaillierte Behandlung der einzelnen Schritte bzw. Unterschritte findet in den folgenden Unterkapiteln statt.

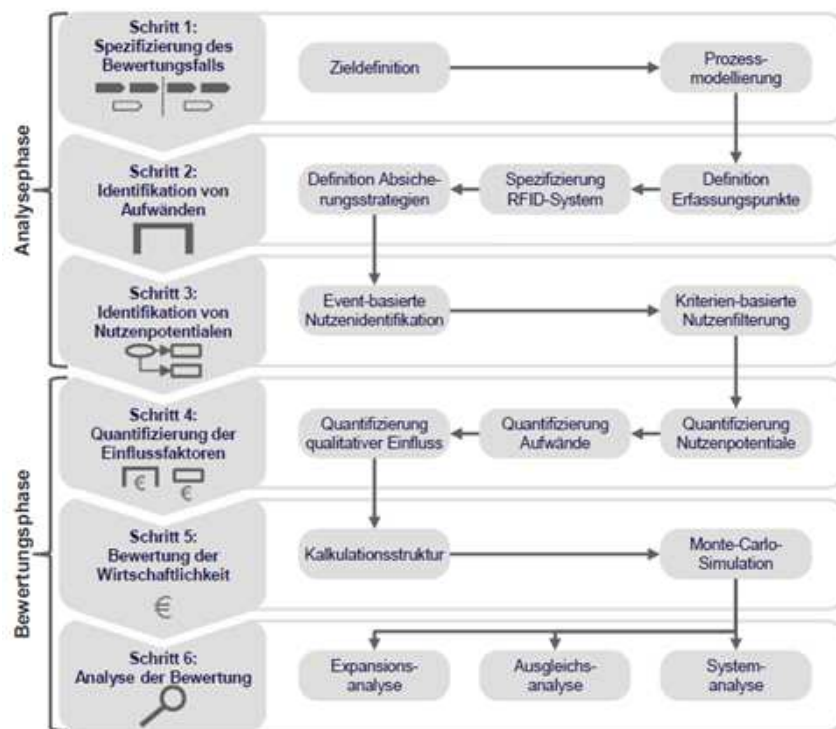


Abbildung 6: Sechsstufiger Aufbau zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID-Systemen für Supply Chains. (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 58)

8.1 Grundlegende Bestimmungen

Bevor die Bewertung im eigentlichen Sinne vorgenommen werden kann, ist es notwendig die zahlreichen endogenen Umweltfaktoren in die Überlegungen mit einzubeziehen, um für das weitere Vorgehen eventuell auftretende Störfaktoren schon im Vorhinein zu vermeiden. Bei einem derart umfangreichen, kapitalintensiven und vor allem risikobehaftetem Vorhaben müssen sämtliche Eingangsgrößen und Voraussetzungen schon in der Anfangsphase bestimmt werden. Aus diesem Grund ist es unabdingbar alle mit dem Einsatz bzw. der Umsetzung beteiligten Akteure sowie sämtliche grundlegende Definitionen in die Überlegungen mit einzubinden.

- **Bestimmung der Zielsetzung des RFID-Einsatzes:**

Zu Beginn jedes größeren unternehmerischen Vorhabens ist es von außerordentlicher Bedeutung ein übergeordnetes Ziel zu definieren, um daraus in weiterer Folge konkrete Schritte bzw. Sub-Ziele für die Erreichung dieses Ziels abzuleiten. Für die Einführung eines RFID-Systems können vor allem folgende

Gründe – einzeln bzw. in Kombination – als Motivatoren für eine gesteigerte Prozesseffizienz angeführt werden:

- i. **Automatisierung:** Einer der Hauptgründe für die Einführung der RFID-Technologie stellt die Möglichkeit zur Automatisierung der Prozesse dar. Damit lassen sich Prozesseffizienzsteigerungen erreichen, indem unzählige zeitaufwändige, ressourcenbindende und fehleranfällige manuelle Tätigkeiten substituiert werden. Bezogen auf die einzelnen Prozessbausteine lassen sich entsprechende Nutzen ableiten, die hier auszugsweise aufgelistet sind:

- Wegfall manueller Erfassungsvorgänge
- Wegfall zeitaufwändiger Lese- bzw. Schreibvorgänge durch den Einsatz von Bulk-Reading
- Automatische Kommunikation mit dem Wertschöpfungsnetzwerk
- Automatische Informationsgenerierung in der Datenbank
- Automatische Kontrolle auf Vollständigkeit der Lieferung
- Automatische Echtzeit-Information zum aktuellen Lagerbestand
- Ständige Echtzeit-Information zum Materialstatus
- Automatische Dokumentation sämtlicher Vorgänge entlang des Materialflusses
- Wegfall von Endkontrollen
- Wegfall bzw. Reduktion von Inventurtätigkeiten
- Automatische Erstellung von Eingangs- bzw. Ausgangsbuchungen
- Verkürzung von Suchvorgängen
- Vereinfachte und verkürzte Zollkontrollen

- ii. **Sicherheit:** Ein weiteres Ziel zur RFID-Implementierung stellt die Sicherheit und die mit ihr verbundenen Vorteile dar. Parallel zu den Vorteilen, die sich aus der Automatisierung ergeben, können Assistenzsysteme dazu beitragen mit Hilfe der erstellten Daten die Prozesssicherheit zu erhöhen. Folgende Nutzenpotentiale ergeben sich im Zusammenhang mit der Sicherheit:

- Verringerung an Fehlern am Warenein- bzw. Ausgang und den damit verbundenen Buchungen.
- Verringerung an Fehlern im innerbetrieblichen Materialfluss
- Verringerung von Kommissionierungsfehlern

- Reduzierung an Stillstandzeiten durch die verbesserte Systemkommunikation (z.B.: Vorbereitung von Rüsttätigkeiten bereits beim Wareneingang)
- Reduktion an Suchaufwand auf Grund von Falschbuchungen der Lagerposition
- Gewährleistung der optimalen Verladereihenfolge
- Stetige Überwachung des Status durch „Condition Monitoring“ (z.B.: Temperatur, Lage usw.)
- Entfall von Rücktransporten auf Grund von Falschlieferungen bzw. Kommissionierungsfehlern

iii. **Steuerung:** Die Nutzenpotentiale im Zusammenhang mit der Steuerung bringen vor allem eine Erleichterung bei den administrativen Tätigkeiten. Durch den RFID-Einsatz lässt sich die Bestellpolitik vereinfachen, indem Nachbestellungen automatisiert ausgeführt werden. Des Weiteren kann mit Hilfe von RFID die Routenführung des Fuhrparks optimiert werden, wodurch mit dem gleichen Ressourceneinsatz eine bessere Ausnutzung erreicht werden kann. Die folgenden Nutzenpotentiale können im Hinblick auf die Steuerung verbessert werden:

- Optimierte Flächenausnutzung bei der Lagerung
- Reduktion von Beständen
- Erstellung optimaler Transportrouten
- Einsparung von Energie auf Grund der automatisierten Routensteuerung
- Verminderung von Schwund bzw. Diebstählen
- Verringerung von unwirtschaftlichen Stand-by Zeiten von Maschinen
- Automatisierung von Nachbestellungsaufträgen

iv. **Technik:** Durch den Einsatz von RFID können bisher benötigte Ressourcen entweder komplett eingespart oder in weiterer Folge für eine aufwandsneutrale Kapazitätserweiterung verwendet werden. Damit verbunden ergeben sich wenige, aber dafür umso umfangreichere aufwandreduzierende Nutzen:

- Entfall bzw. Rationalisierung von bestehender technischer Ausstattung
- Verringerung von Ressourcen im operativen Betrieb

Abhängig von der Zieldefinition ergeben sich daher unterschiedliche Anforderungen an das System. Die fokussierte Steigerung der Prozesseffizienz wird dabei durch zwei Arten an Verbesserungen erreicht. Auf der einen Seite gelingt die Prozesseffizienzsteigerung durch den verringerten Zeiteinsatz, der für die Erfüllung der unternehmerischen, wertschöpfenden und administrativen Tätigkeiten aufgewandt werden muss. Auf der anderen Seite wird die Effizienzsteigerung durch die damit einhergehende Ressourcenreduktion erreicht, wodurch Kapazitäten freigesetzt werden. Während die Zeiteinsparung nur die Automatisierung, die Sicherheit und die Steuerung umfasst (Punkte i - iii), umfasst die Ressourceneinsparung zusätzlich auch den technischen Nutzen (Punkte i – iv).

- **Bestimmung von Erfassungspunkten und –klassen:**

Ein Erfassungspunkt (EP) beschreibt einen fest definierten geografischen Ort, an dem die sich im System befindlichen Güter entsprechend über Funk erfasst bzw. beschrieben werden. Dies geschieht durch das Durchqueren der Güter durch einen festgelegten räumlichen Korridor. Im Fall mehrerer gleichzeitig im Erfassungsbereich befindlichen Güter wird der Einsatz eines Datenfilters notwendig, um eine zielgenaue Kommunikation zu gewährleisten.

Für eine fehlerfreie und nutzenoptimale RFID-Anwendung ist es notwendig die richtigen Erfassungsgeräte an den jeweiligen Erfassungspunkten einzusetzen. Hinsichtlich des Geräteeinsatzes lassen sich dabei unterschiedliche Anforderungen unterscheiden. Die wichtigste Anforderung ist das sogenannte Bulk Reading, worunter das gleichzeitige Erfassen mehrerer Güter verstanden wird, sodass nicht jedes einzelne Gut durch den Erfassungspunkt geschleust werden muss. Ein weiteres Kriterium könnte die Reihenfolge sein, nach denen einzelne Güterklassen aus einer Vielzahl unterschiedlicher Güter vorrangig erfasst werden sollen. Diese Eigenschaft wird auch als Sequenzierung bezeichnet. Eine weitere hilfreiche Eigenschaft ist die Lokalisierung. Dem Mitarbeiter werden dabei entweder relative oder absolute Lagebestimmungen angezeigt, wodurch eine wesentlich effizientere Durchführung möglich wird, da Suchvorgänge deutlich verkürzt bzw. sogar gänzlich vermieden werden.

Nicht jede Erfassungsklasse ist technisch in der Lage sämtliche Anforderungen zu erfüllen, da diese mitunter nur für bestimmte Aufgaben vorgesehen sind. Die jeweiligen Erfassungsklassen und ihre technischen Möglichkeiten haben darüber hinaus einen beachtlichen Einfluss auf die Gesamtkosten des Systems. Demzufolge ist es essentiell bereits in der Planungsphase zu ermitteln, welche technischen Ausstattungen in der einzelnen Prozessschritten tatsächlich benötigt werden. Aus den unterschiedlichen Eigenschaften und Anforderungsprofilen ergeben sich dementsprechend neun verschiedene Erfassungsklassen (EK):

i) RFID-Gate (EK 1): Darunter versteht man unter anderem an Lagerhalleneingängen (bzw. an LKW-Laderampen) angebrachte RFID-Antennen, die durch ihre gegenüberliegende Anordnung eine Funkschranke erzeugen, die mit dem Lesegerät kommuniziert. Ein RFID-Gate beschreibt daher eine Art Schleuse. Beim Durchschreiten eines LKWs bzw. Gabelstaplers werden sämtliche Güter der Ladeeinheit automatisch erfasst – eine Beschreibung, Sequenzierung oder Lokalisierung ist allerdings nicht möglich. Wie im Anhang zu sehen (siehe Abbildung 17) sind die RFID-Gates je nach Bedarf entweder ortsgebunden oder mobil einsetzbar. Die Größe mobiler Gates richtet sich dabei nach den verwendeten Transportmitteln, wodurch sie ihrer Umgebung flexibel angepasst werden können. Ebenfalls im Zusammenhang mit der Größe der Tore steht die Anzahl der benötigten Antennen. Für gängige LKW-Gates sind vier Antennen (= zwei Antennenpaare) ausreichend. Bei größeren Portalen reicht die Lesereichweite der beiden Antennenpaare jedoch nicht mehr aus, wodurch weitere Antennen erforderlich werden.

ii) Single Readpoint (EK 2): Ein Single Readpoint (siehe Abbildung 18 im Anhang) besteht aus mindestens einer ortsgebundenen Antenne, an der die Güter lediglich innerhalb einer definierten Entfernung vorbeigeführt werden, um die Tags auszulesen bzw. zu beschreiben. Diese Vorgänge können dabei innerhalb der Bewegung ausgeführt werden – vorausgesetzt die Güter bleiben in Lese- bzw. Schreibreichweite. Damit unterscheidet sich das RFID-Gate vom Single Readpoint insofern, dass bei Letzterem die Waren nicht durch ein Portal transportiert, sondern lediglich in Lesereichweite gebracht werden müssen. Werden gleichzeitig mehrere Güter dem Lesebereich zugeführt, wird jedoch ein Datenfilter benötigt, damit eine fehlerfreie Erfassung möglich wird.

- iii) Gabelstapler (EK 3):** Bei dieser Erfassungsklasse handelt es sich um Flurförderfahrzeuge (z.B.: Gabelstapler), an denen mindestens eine Antenne sowie ein RFID-Reader montiert sind. Der Zweck dieser EK ist die automatisierte Erfassung der Objekte bei Aufnahme, Transport bzw. Ablage sowie deren Zuteilung zu einem Lagerplatz. Da es auf Grund der hohen Mobilität des Flurförderfahrzeugs und den damit verbundenen Überschneidungen im Erfassungsbereich zu Fehlerfassungen kommen könnte, ist die Verwendung eines Triggers ratsam. Ein Trigger beschreibt dabei eine Lichtschranke bzw. einen Drucksensor, wodurch auch tatsächlich nur das gewünschte Objekt – und nicht etwa ein zufällig nahestehendes Objekt - gezielt erfasst wird. Des Weiteren sieht die Erfassungsklasse 3 lediglich eine Lesefunktion vor.
- iv) JIS Gate (EK 4):** Ein JIS Gate (= Just In Sequence, dt.: nach einer Reihenfolge) besteht aus mehreren Antennen, die die vorbeifahrenden Objekte dank ihrer Anordnung und einem RFID-Reader erfassen. Im Vergleich zu einem herkömmlichen RFID-Gate kann hier zusätzlich noch eine relative Positionsbestimmung sowie eine Sequenzierung vorgenommen werden. Eine absolute Positionsbestimmung ist mit einem JIS Gate allerdings nicht möglich.
- v) Mobile Ortung (EK 5):** Mit Hilfe der mobilen Ortung ist es möglich die Position getaggter Objekte während ihres Transports rund um den Globus zu bestimmen. Die genaue geografische Positionsbestimmung wird dabei nicht permanent aufrecht gehalten, sondern durch einen individuellen Auslöser eines Berechtigten in Form eines Signals ermittelt. Möglich wird die Koordinatenbestimmung durch das Erfassungsgerät, das sich in unmittelbarer Nähe zum Tag des abgefragten Objekts befindet. Genau genommen wird demnach nicht das Objekt selbst geortet, sondern das am selben Transportmittel befindliche Erfassungsgerät. Die Kommunikation zwischen dem Erfassungsgerät und der anfragenden Person in der Zentrale erfolgt – je nach technischer Ausstattung – entweder sofort und kabellos mit Hilfe von GPS oder erst zeitverzögert bei Erreichen der nächsten Docking Station. Eine Spezialform der mobilen Ortung ist die Kommunikation über LPS (= Local Positioning System), deren Verwendung für die Positionsbestimmung innerhalb von Gebäudekomplexen eingesetzt wird, da hier keine Verbindung zu GPS-

Satelliten aufgebaut werden kann. Eine Bulk-Erfassung ist mit der mobilen Ortung allerdings nicht möglich. Die jeweilige Ausgestaltung der geplanten technischen Funktionen hat dabei einen unmittelbaren Einfluss auf die Gesamtkosten des Systems. Die Besonderheit im Vergleich zu den vorhergehenden Erfassungsklassen ist die Ortsunabhängigkeit des Lesevorgangs bei der Objekt- und Positionserfassung.

vi) Permanente Ortung (EK 6): Im Vergleich zur mobilen Ortung kann mit Hilfe der permanenten Ortung eine ständige Positionsbestimmung in Echtzeit durchgeführt werden. Dabei lassen sich zwei Varianten der permanenten Ortung unterscheiden – das Tracking und das Positioning. Bei Ersterem werden die Positionsdaten, ähnlich der mobilen Ortung, mit Hilfe des Erfassungsgeräts ermittelt, das das Objekt über den gesamten Transport begleitet. Im Falle des Positioning erfolgt die Positionsbestimmung allerdings von selbst durch das Objekt und dessen besonderen Transponder.

vii)RFID-Drucker (EK 7): Mit Hilfe eines RFID-Druckers ist es möglich passive Transponder herzustellen – die sogenannten Smartlabels. Dabei produziert der Drucker Etiketten, in denen zwischen zwei Papierschichten (engl.: Inlay) die erforderliche Technik (Antenne und Chip) angebracht wird. Auf dieser selbstklebenden Etikette befindet sich dazu üblicherweise ebenfalls ein Barcode, sodass eine Kombination aus Auto-ID-Technik und Barcode entsteht, um die jeweiligen Vorteile miteinander zu verbinden. Für die Etikettenherstellung gibt es das Thermotransfer-, das Thermodirekt- und das Laserdruckverfahren, auf die hier allerdings nicht näher eingegangen wird. Bevor diese Smartlabels eingesetzt werden, erfolgt jedoch noch eine automatische Funktionskontrolle, um spätere Defekte bereits vorzeitig zu verhindern.

viii) Handerfassungsgerät (EK 8): Die unkomplizierteste Variante der Erfassung stellt das Handerfassungsgerät dar, das keine sonstigen technischen Hilfsmittel braucht und vor allem flexibel im mobilen Bereich eingesetzt werden kann. Ein derartiges Handerfassungsgerät besitzt sowohl eine Lese- als auch Schreibfunktion, die durch eine einfache Knopfbedienung gehandhabt wird. Die Datenweitergabe an die Datenbank erfolgt entweder per

WLAN oder erst zeitverzögert und in gesammelter Form über einer Docking Station.

ix) RFID-Regal (EK 9): Das RFID-Regal bzw. Kanban-Regal verzeichnet jede Ein- bzw. Auslagerung getaggter Objekte sowie sämtliche damit verbundene Materialbewegungen mitsamt den folgenden Events. Die Entnahme aus dem Regal bedeute damit für ein bestimmtes Objekt beispielsweise automatisch den Beginn eines Produktionsauftrags. Das RFID-Regal dient damit der Überwachung und Positionsbestimmung einzelner Objekte entlang der Produktion.

Eine zusammenfassende Gesamtübersicht aller neun Erfassungsklassen und deren technischen Möglichkeiten bietet die Abbildung 19 im Anhang.⁴⁴

- **Bestimmung der Partnerunternehmen:**

Einhergehend mit der Zielsetzung stellt auch die Bestimmung von Partnerunternehmen eine essentielle Voraussetzung für die Bewertung und Umsetzung des Vorhabens dar. Durch deren Einbindung steigt der Komplexitätsgrad mit jeder weiteren Partei exponentiell an, da unverhältnismäßig mehr Koordinationsaufwand und Verhandlungsarbeit notwendig wird, um einen gemeinsamen Nenner zu finden. Wie bereits in Kapitel 6 detailliert erläutert wurde, stellt in diesem Zusammenhang die ungleichmäßige Kosten-Nutzen-Verteilung unter den Beteiligten ein Problem für die Gewinnung aller Partnerunternehmen dar. Die Tatsache beschreibt die unumgängliche Notwendigkeit mit der sämtliche Partner – und unter Umständen auch Endkunden – schon von Beginn an in die Planung mit einbezogen werden müssen.

Um in weiterer Folge das Nutzenmaximum aus dem System herauszuholen müssen sämtliche Prozesse der vor- als auch nachgelagerten Unternehmen lückenlos integriert werden. Werden beispielsweise einzelne Prozesstätigkeiten eines Partners von einem außenstehenden Dritten ausgeführt, so kommt es zu einer Unterbrechung der RFID-aktiven Logistikkette. Dies könnte unter anderem

⁴⁴ (Lepratti, R.; Lamparter, S.; Schröder, R., [2014]: Transparenz in globalen Lieferketten der Automobilindustrie. Publicis Erlangen Verlag) S. 103 ff

bei Transporten der Fall sein, die durch eine nicht involvierte Spedition im Auftrag eines Partnerunternehmens erledigt wird. Eine vollständige Abdeckung der Prozesse entlang der Supply Chain ist daher für eine korrekte Bewertung unabdingbar, da es sonst entweder zu unverhältnismäßig großen Nutzenverlusten kommt oder beträchtliche Zusatzkosten entstehen. Die mögliche Nutzensausschöpfung und die damit einhergehenden Mehrkosten hängen jedoch nicht nur davon ab, ob die Schnittstellen zu den Partnerunternehmen RFID-bereit sind, sondern auch davon, ob zwischen diesen Außenschnittstellen (Anm.: im Bereich der internen Produktion und Logistik) eine RFID-Prozessabdeckung vorgesehen ist. Um möglichst nahe an das potentielle Nutzenmaximum heran zu kommen, ist es daher wichtig nicht nur die jeweiligen betriebsinternen Prozesse aufeinander abzustimmen, sondern auch eine überbetriebliche Zielabstimmung für eine reibungslose Kooperation zu erreichen.

- **Bestimmung der Objektklasse:**

Abhängig von dem(n) zu erzeugenden Produkt(en) einer Supply Chain ist es essentiell von Anfang an zu definieren mit welcher Art von Objektklasse das RFID-System konfrontiert sein wird. Der Verband der Automobilindustrie (VDA) hat zu diesem Thema bereits im Jahr 1997 eine Empfehlung (Norm 5002) veröffentlicht, mit dem Ziel der Standardisierung von Begriffsbestimmungen im Transport- und Lieferprozess (Anm.: ursprünglich für die Automobilindustrie gedacht). Diese Norm unterscheidet konkret drei Arten von Objektklassen, die durch ihre Stellung im Materialfluss definiert werden. Als oberste Klasse definiert der VDA das Transportmittel zur Erfüllung logistischer Aufgaben. Dabei handelt es sich um die abstrakteste Form des RFID-Einsatzes in der Logistik – dem Verkehrsmittel (z.B.: LKW, Zug, Schiff, Flugzeug) zum Transportieren von Gütern. Es dient vor allem dazu, Echtzeitinformationen über den aktuellen Standort des Transportmittels mitsamt der Ladung zu erhalten, um mögliche Transportverzögerungen schon vorzeitig und automatisch zu erkennen.

Eine Objektklassenebene darunter befinden sich die Ladungsträger. Es bezeichnet ein Mittel, mit dem sämtliche Güter zu einer (Lade)Einheit zusammengefasst werden können. Als Beispiel nennt der VDA insbesondere Paletten und Behälter, die eine Zusammenstellung ausgesuchter, bedarfsgerechter Güter zu einer Einheit ermöglichen. Im Hinblick auf die RFID-

Anwendung ist eine derartige Anwendung vor allem für Supply Chains mit einem breiten Warensortiment von Vorteil. Das trifft verstärkt auf Handelsketten zu, deren Warenlieferung stets aus einer Zusammenstellung bedarfsgerechter Güter zu einer Ladeeinheit besteht. Der damit verbundene Prozess der Warenannahme wird damit gleichzeitig schlagartig verkürzt, vereinfacht und verstärkt fehlerfrei, da es beim Durchschreiten der Leseinheit (Reader) zu einer automatischen Registrierung jedes einzelnen Gutes kommt. Darüber hinaus lässt sich der Rücklauf des Leerguts überwachen.

Auf der untersten Ebene der Objektklassen befindet sich die einzelne Ware bzw. das einzelne Produkt/materielle Gut. Bezogen auf das RFID-System eignet sich der Einsatz insbesondere im Bereich der Güterproduktion, bei der die jeweiligen Prozessschritte für jedes einzelne Produkt überwacht werden. Das kann je nach Branche unterschiedliche Gründe haben - beispielsweise Nachweismöglichkeiten in Garantiefällen oder gesetzlich vorgeschriebene Echtheitszertifikate im Bereich der Pharmaindustrie.

Die für die Supply Chain zu klärende Frage lautet nun für welche Objektklasse bzw. –Klassen eine RFID-Ausstattung am besten geeignet ist, um das anfangs bestimmte Ziel bestmöglich zu erreichen.⁴⁵

- **Bestimmung des Bewertungszeitpunkts:**

Die Aussagekraft einer Bewertung hängt – neben den bisherigen Faktoren – auch sehr stark vom Zeitpunkt ihrer Betrachtung ab. Erwartungsgemäß kommt es zu einer laufend präziseren Realitätsannäherung, je weiter die Planung bzw. Umsetzung des Projekts vorangeschritten ist. Während die Bewertung in den Anfangsphasen noch überwiegend von Schätzungen geprägt ist, kommt es mit zunehmendem Fortschritt zu einer quantifizierbaren Messbarkeit der Veränderungen. In dem Zusammenhang können drei Phasen unterschieden werden – Grobplanung, Feinplanung und Betriebsphase:

Grobplanung: Das Ziel dieser Phase ist es einleitende Konzepte zu erstellen, um einen ersten, groben Einblick in das Vorhaben und deren generelle Machbarkeit

⁴⁵ (VDA / BSL, [1997]: Begriffsbestimmungen im Transport- und Lieferprozess der Automobilindustrie) S. 11ff

zu erhalten. Dazu gehören vor allem Analysen über die Finanzierung, über mögliche Einflüsse und dessen prinzipielle Vorteilhaftigkeit.

Feinplanung: In der Phase der Feinplanung werden die vagen Erhebungen der Grobphase mit Hilfe von Pilotprojekten und weiteren Informationsquellen (siehe Punkt „Bestimmung der zugrundeliegenden Datenherkunft“) in adäquate Bewertungsergebnisse umgewandelt. Durch Extrapolation dieser Pilotprojektergebnisse lassen sich zudem weitere Schlussfolgerungen für ausgedehntere Anwendungen ableiten.

Betriebsphase: Die Betriebsphase kennzeichnet sich durch die bereits inzwischen getätigte Umsetzung der in den beiden Planungsphasen erstellten Konzepte. Durch die aktive Nutzung im betrieblichen Geschäftsalltag lassen sich reale Zahlenwerte ermitteln, die über den tatsächlichen betriebswirtschaftlichen Erfolg Aufschluss geben. Dadurch kann es in der Betriebsphase zu Nachbesserungen und Adoptionen kommen, die auf Grund falsch getroffener Annahmen notwendig werden. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit weiteres Potential abzuleiten und in Form von zusätzlichen Projekterweiterungen umzusetzen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Bewertungsaufwand mit dem Fortschreiten der Phasen deutlich zunimmt. Durch die immer feiner werdende Planung und die damit verbundenen steigenden Informationsqualitätsanforderungen, entsteht ein immer komplexeres Konstrukt, das sich durch stets umfassendere Datenerhebungen und -vernetzungen kennzeichnet.

- **Bestimmung und Einbezug der Beteiligten:**

Eine weitere essentielle Voraussetzung für ein derartiges Projektvorhaben betrifft insbesondere die Bestimmung und Einbeziehung von Beteiligten in den Planungsprozess. Der eigentliche Ursprung der Planung liegt vorerst allerdings in einem kleineren Kreis – nämlich auf unternehmensinterner Ebene. Erst nachdem die ersten Erkenntnisse und Datenerhebungen bezüglich der internen

Wirtschaftlichkeit gewonnen werden konnten, ist eine Erweiterung dieses Kreises auf das gesamte Netzwerk empfehlenswert.

Wie aus Abbildung 7 zu entnehmen, ist es auf interner Ebene bereits von Beginn an notwendig einen (Bewertungs-)Verantwortlichen zu benennen, der für die gesamte Abstimmung, Evaluation, Durchführung und Ressourcenzuteilung des Projekts zuständig ist. Des Weiteren ist es seine Aufgabe gemeinsam mit dem Management ein übergeordnetes Bewertungsziel, Meilensteine für den Planungs- und Umsetzungsprozess sowie die entsprechenden Geldmittel festzulegen. In diesem Zusammenhang eignen sich insbesondere Fachmänner aus den Bereichen der Produktion bzw. Logistik, die über die nötige Erfahrung und Know How verfügen, die eine derartige Verantwortlichkeitsfunktion zwingend voraussetzt. Bedingt durch die zeitliche Abfolge im Projektbewertungsfortschritt ist es zudem erforderlich sämtliche weitere Beteiligte zeitgemäß in die Projektplanung mit einzubeziehen. Dazu zählt vor allem das Controlling, die Hard- und Softwarelieferanten, das Management sowie die direkt betroffene Belegschaft an den Prozessen.

Jede Gruppe an Beteiligten hat dabei fachspezifisch sowohl formale als auch inhaltliche Ziele und Aufgaben zu berücksichtigen. Konkret handelt es sich dabei um die Ermittlung interner Verrechnungssätze und die Definition von adäquaten Kennzahlen, bei denen es von Vorteil ist das Controlling auch hier schon von Anfang an in die Vorbereitungen zu integrieren. Eine entscheidende Unterstützung kann der Bewertungsverantwortliche des Weiteren von Hard- und Softwarelieferanten erhalten, die eine entsprechend umfassende Erfahrung besitzen und diese für die individuellen Anforderungen und Spezifikationen des einzelnen Geschäftsfalls zu Verfügung stellen mit dem Ziel eine optimale RFID-Anwendung zu gewährleisten. Eine weitere wesentliche Rolle für die Qualität der Bewertung nehmen die Prozessmitarbeiter des konventionellen Systems ein, die über den IST-Zustand der Prozesse genauestens Bescheid wissen und so den Ausgangspunkt für das Einsparungspotential der erwarteten SOLL-Prozesse bilden.

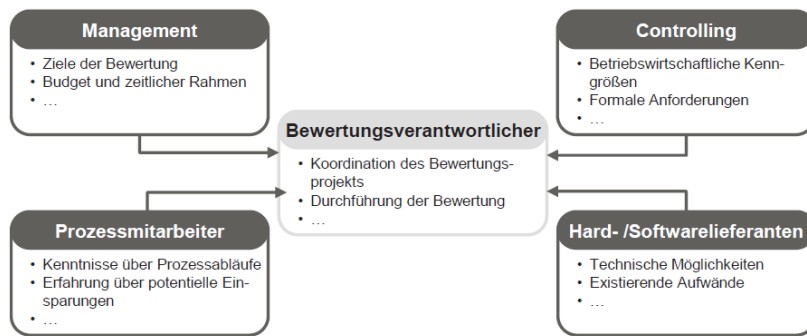


Abbildung 7: Bestimmung und Integration sämtlicher Beteiligter (Quelle: Reinhart, G.; Irrenhauser, T.; Reinhardt, S.; Reisen, K.; Bleisteiner, T.; Ramirez, A., [2013]: Bewertung des RFID-Einsatzes im automobilen Wertschöpfungsnetz. ZWF; S. 976 ff)

Auf Ebene der überbetrieblichen Bewertung ist für jedes Unternehmen die Bestimmung eines Verantwortlichen vorzunehmen, der für die Koordination mit den Verantwortlichen der jeweiligen Partnerunternehmen zuständig ist. Der Zusammenschluss der verantwortlichen Unternehmensvertreter wird dabei als Netzwerkleitungskreis (siehe Punkt 9.3.3.2 „Ausgleichsanalyse“) bezeichnet, der die Aufgabe hat die gemeinsame Erhebung, Wirtschaftlichkeitsbewertung sowie eine angemessene Kosten-Nutzen-Verteilung abzustimmen. Eine netzwerkübergreifende Übereinstimmung in sämtlichen Punkten hat unbedingt vor der Projektumsetzung zu erfolgen und schriftlich fixiert zu werden.

- **Bestimmung der zugrundeliegenden Datenherkunft:**

Für die Wirtschaftlichkeitsbewertung ist zusätzlich zu den bereits getroffenen Bestimmungen die Herkunft der zugrundeliegenden Daten von besonderer Bedeutung. Dabei hat dies nicht nur qualitative, sondern vor allem auch zeitliche und finanzielle Auswirkungen. Dies ist nicht zuletzt deshalb, weil die Qualität der verwendeten Daten üblicherweise sehr stark mit der für die Ermittlung aufgewendeten Zeit korreliert, was letztendlich auch zu dem angesprochenen finanziellen Mehraufwand führt. Dabei ist es wichtig einen betriebswirtschaftlich vertretbaren Mittelweg hinsichtlich des Datenerhebungsaufwands zu wählen, da es ab einem bestimmten Punkt zu einem abnehmenden Grenznutzen kommt. Dabei bedeutet das Überschreiten dieses Punktes einen betriebswirtschaftlich nicht vertretbaren Anstieg der Informationskosten.

In dem Zusammenhang sind die für die Ermittlung der Rentabilitätskennzahl benötigten IST- und SOLL-Daten mit wesentlich unterschiedlichem Aufwand verbunden. Während die IST-Daten des konventionellen Systems durch den bisherigen Betrieb üblicherweise bereits weitestgehend bekannt sind, stellt die Erhebung der SOLL-Daten des zukünftigen Prozessgefüges eine Herausforderung dar, da die RFID-Anwendung auf Grund des starken Individualisierungsgrades keine allgemein gültigen Aussagen erlauben. Entsprechend den Beobachtungen von KREBS (2011) bedeutet die Informationsbeschaffung daher einen vergleichsweise beträchtlichen Mehraufwand, der allerdings durch verschiedene Arten der Informationsbeschaffung in einem vertretbaren Umfang gehalten werden kann. Dabei hat der Bewertungsverantwortliche die Möglichkeit Daten aus der Primär- bzw. Sekundärforschung zu gewinnen. Bei Ersterem werden anhand empirischer Verfahren neue Daten ergründet, während bei Letzterem auf das Wissen bereits vorhandener Daten zurückgegriffen wird, die in weiterer Folge dem Umfeld entsprechend adaptiert werden. Die bekanntesten Methoden der beiden Verfahren werden in weiterer Folge kurz erläutert – beginnend mit den ersten vier Methoden der Primärforschung und der darauffolgenden Methoden der Sekundärforschung:

Datengewinnung aus dem Umfeld: Eine Möglichkeit die benötigten Daten zu gewinnen ist die zielbewusste, detaillierte Befragung von ausgewiesenen RFID-Experten, die einerseits über ein entsprechend umfangreiches Fachwissen verfügen und andererseits in der Lage sind dieses Wissen in Form einer qualifizierten Schätzung auf das jeweilige Projekt umzumünzen. Eine vorherige Einschränkung der Antwortmöglichkeit im Sinne eines Kostenrahmens darf die Einschätzung des Experten dabei nicht beeinflussen und gilt als fundamentale Voraussetzung für diese Informationsbeschaffungsmethode. Des Weiteren verlangt dieses Datengewinnungsverfahren die unabhängige Befragung mehrerer Experten, um subjektive Einwirkungen zu vermeiden. TROST (2008) sieht neben der Ermittlung der quantitativen Expertenschätzung das Ziel eine konzeptionelle Gestaltung der Prozesse im Sinne einer SOLL-Architektur zu planen.

Durch Praxis und Erfahrung gesichertes Wissen: Die zweite Methode zur Datengenerierung betrifft den Zugriff auf bereits gesichertes Wissen, dessen Theorien sich schon in der Praxis bewiesen haben sowie aus Erfahrungen vergleichbarer Anwendungen abgeleitet werden können. Diese beobachteten Theorien und Erfahrungen können in Form von Daten aus einer Datenbank entnommen werden, wodurch der Entscheider in der Lage ist Rückschlüsse zu ziehen, wie das zu bewertende System im Vergleich zu den Referenzdaten eingestuft werden kann. Wichtige Voraussetzung für die Anwendbarkeit der Methode ist, dass zwischen den beiden Systemen eine Kompatibilität besteht, um praxisnahe, brauchbare Erkenntnisse zu gewinnen. Dieses Verfahren findet insbesondere in der Grobplanungsphase ihren Einsatz, um damit die Frage zu klären für welche Prozesse bzw. für welche Erfüllung von Projektzielen das System besonders geeignet ist.

Durch Zeitstudien gesichertes Wissen: Eine weitere Informationsquelle stellen eigens definierte, voneinander abgrenzbare Zeiten für Arbeitsprozesse, Wegzeiten und Tätigkeiten dar, die im Zuge genormter Zeitstudien festgelegt wurden. Durch die so ermittelten Referenzzeiten, die sogenannte Normalleistung, können in weiterer Folge beliebige Prozessabläufe wie in einem Baukastensystem zusammengesetzt werden, um so eine verlässliche Zeitschätzung zu erhalten. Damit ist es mit Hilfe einfachster Mittel möglich eine Simulation künftiger SOLL-Prozesse vorzunehmen, während die Ergebnisse dabei gleichzeitig als zuverlässig und realitätsnah angesehen werden können.

Die wahrscheinlich bekannteste Organisation zur Ermittlung betrieblicher Zeitanalysen ist der deutsche Verband REFA. Dieser beschäftigt sich unter anderem mit der Betriebsorganisation, die sich mit der *„Planung, Gestaltung und Steuerung von Arbeitssystemen einschließlich der dazu erforderlichen Datenermittlung umfasst, mit dem Ziel der Schaffung eines wirtschaftlichen und humanen Betriebsgeschehens.“*⁴⁶ Doch nicht nur der Verband spielt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle, sondern auch die verwendete Messmethode. Für die Quantifizierung von Prozesszeiten gilt MTM (engl.: Methods-Time Measurement, dt.: Arbeitsablauf-Zeitanalyse) als anerkanntes und verbreitetes Verfahren zur Bestimmung von Vorgabezeiten. Durch die daraus

⁴⁶ Vgl. (REFA [1985]. Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Hanser Verlag) S. 73

ermittelten Prozessdauern des geplanten SOLL-Zustandes unter Verwendung von RFID lässt sich eine Differenz zu den Prozesszeitspannen des IST-Zustandes berechnen. Daraus kann der Verantwortliche weitere Schlüsse für die Wirtschaftlichkeitsberechnung ableiten.

Empirische bzw. experimentelle ermittelte Daten: Die vierte und letzte Möglichkeit zur Generierung von Informationen für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist es, Daten mit Hilfe von empirischen bzw. experimentellen Versuchen zu ermitteln. Dies kann anhand von Pilotprojekten geschehen, die für den Anwender erste Ergebnisse liefern. Der Verantwortliche bekommt dadurch außerdem die Möglichkeit das theoretische Konzept in Kleinformat in die Realität umzusetzen und daraus empirische Größen abzuleiten sowie weitere Ergebnisse auf die spätere, endgültige Projektgröße zu extrahieren. Problematisch an dieser Methode ist allerdings, dass für diese Art der Informationsquelle bereits erste Kapitalflüsse getätigt werden müssen bevor es zu einer Datengenerierung kommen kann. Damit kann es bei einer zu optimistischen Vorabeinschätzung zu sogenannten versunkenen Kosten kommen, da das Pilotprojekt nicht in der Lage war das erhoffte Potential auszuschöpfen. Das Pilotprojekt kann daher in der Form üblicherweise nicht weiterverwendet werden bzw. kommt es zumindest zu keiner Erweiterung.

Neben der Primärforschung, die vor allem eine zeitaufwendige und kostspielige Variante der Informationsbeschaffung darstellt, gibt es die Möglichkeit der Sekundärforschung. Dabei greift der Verantwortliche auf bereits in der Vergangenheit erhobene Daten ähnlicher Projekte bzw. Prozessabläufe zurück und nimmt, abhängig vom Grad der Vergleichbarkeit, Adaptionen vor. SCHMITZ ET AL. (2009) unterscheidet in dem Zusammenhang unternehmensinterne und -externe Datenquellen als Ausgangspunkt für die sekundärforschungsbasierte Bewertung. *„Bei Ersterem handelt es sich insbesondere um Bilanzen, Kundenstrukturen und Reklamationen, während bei Letzterem vor allem Statistiken, Erfahrungsberichte anderer Unternehmen sowie Studien und*

*Forschungsberichte herangezogen werden.*⁴⁷ Mit Hilfe der Sekundärforschung lassen sich damit gerade die als etwas sicherer betrachteten Faktoren ermitteln – als Beispiele können hier Auswirkungen auf Qualitätsmerkmale und branchenübliche Lohntarife aufgezählt werden. *„Im Zusammenhang mit den verwendeten Daten weisen REINHART ET AL. (2011A) zudem ausdrücklich auf die Überprüfung deren Aktualität, Rückverfolgbarkeit und Kompatibilität hin.“*⁴⁸

Kombination aus Primär- und Sekundärforschung: Im Zuge der Datengewinnung stellt eine Kombination aus Primär- und Sekundärforschung üblicherweise die vorteilhafteste Variante dar. Damit lassen sich gleichzeitig sowohl die Vorteile der beiden Forschungen verknüpfen als auch deren Nachteile zu einem gewissen Maß aufheben. Als grundsätzliche Faustregel lässt sich jedoch festhalten, dass zu Beginn der Bewertung mit der Sekundärforschung ein erster Bewertungsansatz geknüpft werden sollte, wodurch in erster Linie die eher sichereren Parameter ermittelt werden und erst in weiterer Folge die als eher unsicher geltenden Parameter schrittweise mit Hilfe der Primärforschung erhoben werden sollen. Hauptgrund dafür ist die Bildung einer als sicher erachteten Datenbasis von der aus eine weitere Erhebung der eher unsichereren Daten erfolgen soll.

8.2 Die Analysephase

Nachdem die wesentlichen Umwelteinflussfaktoren und Voraussetzungen bestimmt wurden, kann der Verantwortliche dem Bewertungsleitfaden weiter folgen. Wie aus der Abbildung 6 ersichtlich, beginnt dieses Bewertungsmodell mit der Analysephase, in der in einem ersten Schritt zur Spezifizierung des Bewertungsfalls sowohl eine Zieldefinition als auch eine Prozessmodellierung vorgenommen werden muss.

⁴⁷ Vgl. (Schmitz, G.; Dietz, M.; Eberhardt, S. [2009]. Detaillierte Diagnose unternehmensspezifischer Ansatzpunkte zur Erzielung von Kundenvorteilen mittels Kundenlösungen in KMUs. Duisburg-Essen) S. 36

⁴⁸ Vgl. (Reinhart, G.; Pause, J.; Krziwon, K. [2011A]. Managementkonzept für Eingangsgrößen von Kostenmodellen. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb) S. 2-7

8.2.1 Schritt 1: Spezifizierung des Bewertungsfalls

8.2.1.1 Zieldefinition

Das Ziel und der Hintergrund ist es eine Wirtschaftlichkeitsbewertung für das unternehmensübergreifende RFID-Projekt vorzunehmen. In diesem ersten Teilschritt sind daher sämtliche Fragen zu klären:

Zielgrößen: Für die Ermittlung eines ausdruckstarken Bewertungsergebnisses, auf dem die risikobehaftete Investitionsentscheidung beruht, ist es essentiell eine für das geplante Vorhaben geeignete Zielgröße zu bestimmen. Diese muss neben der allgemeinen betriebswirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit ebenfalls in der Lage sein die projektbeeinflussenden Größen zu integrieren. GILBERG (2009) empfiehlt dafür die Verwendung des Kapitalwerts bzw. der dynamischen Amortisationszeit.

Bewertungsebene: Eine weitere Zieldefinition ist für den Bereich der Bewertungsebene vorzunehmen. Hier gilt es zu unterscheiden, ob eine Bewertung lediglich auf innerbetrieblicher oder aber auf überbetrieblicher Ebene vorgenommen werden soll. Diese Entscheidung hat wiederum einen fundamentalen Einfluss auf die Wahl der Zielgröße, die im Fall der überbetrieblichen Bewertung aufeinander abgestimmt werden muss. Nichtsdestotrotz hat die Bewertung dazu vorerst in jedem Unternehmen individuell zu erfolgen, um die Einzelergebnisse in einem späteren Schritt zu bündeln und eventuelle Netzwerkeffekte zu berücksichtigen. Dabei ist es üblicherweise unumgänglich erforderliche Daten unternehmensübergreifend auszutauschen.

Zielgruppe: Im Zusammenhang mit der Zieldefinition sind die letztendlich ermittelten Ergebnisse verschiedenen Zielgruppen zu präsentieren – und zwar mit dem Hintergrund, diese von der Projektidee zu überzeugen. Konkret handelt es sich dabei gewöhnlich um die jeweilige Managementebene, Geldgeber, aber auch Mitarbeiter und Kunden. Für jede dieser Zielgruppen ist die Präsentation der Ergebnisse diesbezüglich aufzubereiten, da diese in der Regel unterschiedliche Interessen und Ziele verfolgen. Während beispielsweise Finanziars hauptsächlich am quantitativen Erfolg interessiert sind, legt das Management zusätzlich großen Wert auf Auswirkungen auf qualitative Parameter.

8.2.1.2 Prozessmodellierung

Der zweite Teilschritt zur Spezifizierung des Bewertungsfalls stellt die Prozessmodellierung dar. Ziel ist es sämtliche Prozesse (Anm.: sowohl physische Prozesse als auch virtuell abgehandelte Verwaltungsprozesse), die von der RFID-Technologie beeinflusst werden, zu erfassen und abzubilden. Hintergrund dieser Modellierung ist die spätere Vergleichsmöglichkeit zwischen dem Status quo und den erwarteten SOLL-Daten. Damit lässt sich eine exakte Zuschreibung sämtlicher Aufwände, aber auch des Nutzen zu den jeweils abgrenzbaren Prozessen vornehmen, wodurch es stark an das System der Kostenstellenrechnung erinnert. IRRENHAUSER (2014) behilft sich bei der Modellierung mit sogenannten standardisierten Prozessbausteinen (kurz: PBS), die wie folgt definiert werden:

„Ein PBS ist eine Abfolge physischer und datentechnischer Abläufe, die in abgegrenzten Bereichen Eingangsobjekte und –daten zu entsprechenden Ausgangsobjekten oder –daten verarbeiten.“⁴⁹

Anhand der unterschiedlichen Prozesstätigkeitsbereiche, lassen sich diese Prozessbausteine in vier Gattungen unterteilen:

Innerbetriebliche Logistikprozesse: Diese PBS können auf Grund der zahlreichen innerbetrieblichen Tätigkeitsfelder sehr vielfältig sein. Es handelt sich dabei um all jene Prozesse, die mit den innerlogistischen Material- und Warenflüssen zusammenhängen und sich innerhalb des Betriebes zutragen. Darunter fallen üblicherweise Prozesse wie das Ent- bzw. Abpacken und die Ein- und Auslagerung von Waren.

Außerbetriebliche Logistikprozesse: Bei diesem Prozessbausteinen handelt es sich alleinig um den Transport der Waren außerhalb des Betriebes von einer definierten Abhol- zu einer definierten Lieferadresse. Diese Prozesse sind während ihrer Erfüllung üblicherweise schwer umdisponierbar und häufig von externen Faktoren beeinflusst.

Produktions- und Qualitätsprozesse: Dabei handelt es sich um all jene PBS, die im Zusammenhang mit der eigentlichen Wertschöpfung und den damit verbundenen anschließenden Qualitätskontrollen stehen. Der Prozessbaustein

⁴⁹ (Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag) S. 69

„Montage“ beispielsweise definiert sich dadurch, dass zumindest zwei Bauteile zu einem neuem Fertig- oder Halbfertigprodukt zusammengesetzt werden.

Verwaltungsprozesse: Bei Verwaltungsprozessen handelt es sich um PBS, die ausschließlich als indirekte Prozesse Teil der unternehmerischen Tätigkeiten sind. Sie tragen nicht direkt zur Wertschöpfung bei, sondern haben lediglich organisatorische und dokumentarische Aufgaben.

Die Modellierung sämtlicher wertschöpfender und nicht-wertschöpfender Prozesse mit Hilfe der PBS ermöglicht es einerseits den IST-Prozesszustand eines Unternehmens einheitlich zu dokumentieren und andererseits für die geplante RFID-Anwendung zu verbildlichen. Den Beobachtungen von REINHART EL AL. (2011B) zu Folge kann es auf Grund der teilweise auftretenden Veränderung der Prozessbausteinstruktur nach der RFID-Implementierung zu folgenden Auswirkungen kommen:

Wegfallende PBS: Auf Grund der RFID kann es im optimalen Fall zu einem Wegfall an Prozessen kommen, die im IST-Zustand überflüssige, knappe Ressourcen gebunden haben. Damit werden insbesondere innerbetriebliche PBS (z.B.: Ein- und Auslagerung) redundant, wodurch Ressourcen (Personal, Maschinen) und Kapazitäten freigesetzt werden. Die aufgedeckte Prozessredundanz wird betriebswirtschaftlich als Kostenersparnis erfasst und wirkt sich demnach positiv auf die Rentabilität des Systems aus.

Neu hinzukommende PBS: Im Gegensatz zu den positiven Effekten einer RFID-Einführung gibt es allerdings auch zusätzliche Belastungen, die mit der Technologieverwendung einhergehen. Demnach kann die RFID-Verwendung zu Prozessen führen, die bisher nicht notwendig waren. Ein konkretes Beispiel für so einen Prozessbaustein ist die Montage bzw. das Anbringen des Transponders an einem einzelnen Produkt bzw. einem Ladungsträger. Dieser zusätzliche Aufwand führt daher konsequenterweise zu einer negativen Beeinflussung der Rentabilitätskennzahl.

Veränderte PBS: Die Mehrheit der modellierten Prozessbausteine bleibt von der RFID-Technologie in ihrem Prinzip jedoch unberührt. Die durch die RFID-Implementierung bedingte Veränderung sämtlicher Prozesse kann allerdings zur Folge haben, dass deren Abläufe mitunter positive bzw. negative Auswirkungen

auf das System haben. Ein Beispiel hierfür ist die optimierte Objekterfassung (automatisiert anstatt manuell), die den eigentlichen, vordergründigen Prozessvorgang jedoch unbeeinflusst lassen. Derartige Potentiale, aber auch mögliche zusätzliche Belastungen sind entsprechend zu beurteilen.

Für die spätere Kalkulationsstruktur ist es wichtig eine weitere Definition vorzunehmen. Da es auf Grund der RFID-Implementierung zu einem realisierbaren Nutzen bzw. Zusatzaufwand kommt, sind diese entsprechend der Änderungsbeträge im Zuge der Bewertung zu verrechnen. Für die fein strukturierte Verrechnung definieren SCHMELZER & SESSELMANN (2008) „direkte“ und „indirekte Bereiche“, die sie bezüglich der angefallenen Kostenarten unterscheiden:

„Zu den direkten Bereichen gehören alle wertschöpfenden Abläufe sowie alle Tätigkeiten, die diese Wertschöpfung unmittelbar unterstützen.“

„Zu den indirekten Bereichen gehören alle unterstützenden Abläufe, die nicht im Wertschöpfungsprozess integriert sind, sondern Planungs- und Organisationstätigkeiten übernehmen.“⁵⁰

Am Ende dieser Modellierungsvorgänge hat der Bewertungsverantwortliche auf Grund der einheitlichen PBS eine übersichtliche Darstellung aller SOLL- und IST-Prozesse vorzunehmen.

8.2.2 Schritt 2: Identifikation von Aufwenden

Während der erste Schritt das Ziel hatte die zu erfüllende Grundaufgabe zu ermitteln sowie eine übersichtliche Darstellung der IST- und SOLL-Prozesse zu erstellen, hat der zweite Schritt einen wesentlich konkreteren und vor allem technischeren Hintergrund. Es sind hier anhand der technischen Aufwände die damit verbundenen finanziellen Aufwände abzuleiten, die sowohl direkt als auch indirekt auf das Gesamtsystem wirken.

⁵⁰ Vgl. (Schmelzer, H. J.; Sesselmann, W., [2008]: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. Kunden zufrieden stellen – Produktivität steigern – Wert erhöhen. Hanser Verlag)

8.2.2.1 Bestimmung von Erfassungspunkten entlang des Materialflusses

Dieser Schritt hat die Aufgabe die Erfassungspunkte richtig zu setzen. Für einen optimalen RFID-Einsatz ist eine auf die PBS abgestimmte Einrichtung der Erfassungspunkte und der dort eingesetzten Erfassungsklassen von äußerster Bedeutung. An genau diesen Punkten werden sogenannte Events (z.B.: Entladen, Einlagern) erzeugt, die eine ereignisgebundene Objekterfassung für das dahinterstehende IT-System darstellen. An diesen EP entsteht die informationstechnische (Echtzeit-)Abbildung des Materialflusses. Somit lassen sich die Grundfragen der Logistik (welches Produkt ist wann und wo bei welchem Event) automatisch und unkompliziert beantworten sowie im Nachhinein ohne weiteres nachvollziehen. An den jeweiligen Erfassungspunkten ist dabei eine gleichzeitige Generierung mehrerer Events möglich – selbst für unterschiedliche Erfassungsklassen.

Die dadurch generierten Daten können in einem Netzwerk automatisch an die vorstehenden Lieferanten sowie an die nachstehenden Kunden bereitgestellt werden. Damit lassen sich insbesondere negative Auswirkungen wie beispielsweise der Bullwhip-Effekt vermeiden, da durch den netzwerkübergreifenden Datenaustausch eine bessere Planung und Maschinenauslastung erreicht werden kann – und das ohne zusätzlichen Ressourcenaufwand. Dieser uneingeschränkte Dateneinblick kann in der Praxis jedoch zu gravierenden Problemen einzelner Vertragspartner führen (siehe Punkt 13 „Kritik“).

Am Ende dieses Teilschritts verfügt der Verantwortliche über eine detaillierte Modellierung des gesamten Materialflusses mitsamt den PBS, Events, Erfassungspunkten sowie Erfassungsklassen in Form einer verbildlichten Prozesskette.

8.2.2.2 Ermittlung von Aufwänden des RFID-Systems

In einem nächsten Schritt soll auf den Erkenntnissen des letzten Teilschrittes aufgebaut werden, um die damit verbundenen Aufwände für die notwendigen Komponenten des Systems zu ermitteln. Diese lassen sich in drei Kategorien einteilen. Die erste Aufwandskategorie betrifft den *zeitlichen* Bezug der

Komponenten des RFID-Systems. Hier kann zwischen einem einmaligen und einem laufenden Aufwand unterschieden werden. Die zweite Aufwandskategorie bezieht sich auf den *Output*. Während die Anschaffungskosten für ein RFID-Gate stets gleich bleiben unabhängig wie viele Objekte dadurch erfasst werden, steigen die Kosten für jeden Transponder, der an jedes einzelne Objekt angebracht werden muss. Demnach bleiben die absoluten Kosten der Gate-Anschaffung vom Output unberührt, während die Kosten der Datenträger mit zunehmender Outputmenge steigen. Dieser Bezug entspricht der klassischen Einteilung nach fixen und variablen Kosten. Eine weitere – die dritte – Einteilung kann nach dem *Ort der Entstehung* vorgenommen werden. Die Aufwände entstehen dabei entweder unmittelbar an den Prozessbausteinen beispielsweise in Form von zurechenbaren Wartungskosten der RFID-Erfassungsgeräte oder auf übergeordneter Ebene beispielsweise in Form von Lizenzgebühren der benötigten IT-Software. Diese Einteilung entspricht damit jener der Einzel- und Gemeinkostentheorie, bei der die Kosten Ersterer direkt zugeordnet werden können, während bei Letzteren keine unmittelbare Zuteilung vorgenommen kann, wodurch diese durch einen (verursachungsgerechten) Verteilungsschlüssel auf die Einzelkosten aufgesplittet werden müssen.

Abgesehen von den Aufwänden für die Komponenten fallen weitere Aufwände sowohl für die anfängliche Implementierung als auch für den laufenden Betrieb an. Der Hintergrund ist, die ermittelten Aufwände in entsprechende Ordnungsschemas einzuordnen, die einerseits für eine klare Strukturübersicht sorgen und andererseits eine sauberlich vorbereitete Basis für weitere Analysen bilden sollen. Damit bei diesen umfangreichen und komplexen Vorgängen die Übersicht möglichst aufrecht gehalten werden kann, hilft es diesen Schritt vorerst in einem engeren Sinn zu betrachten, um in weiterer Folge indirekte Aufwände mit einzubeziehen.

RFID-Aufwände im engeren Sinn: RFID-Aufwände im engeren Sinn betreffen jene Aufwände, die mit der Anschaffung und Implementierung (Anm.: nicht des laufenden Betriebs) des RFID-Systems im Zusammenhang stehen. Damit dieses einwandfrei arbeiten kann und die individuellen Anforderungen erfüllt, ist es nicht nur notwendig, dass alle Systembestandteile (Erfassungsgeräte, Datenträger, Software) fehlerfrei miteinander harmonisieren, sondern auch auf die definierte

Zielsetzung abgestimmt sind. Diese Abstimmung bedarf daher einer zeitlich vorgelagerten Definition der Anforderungen an die Systembestandteile, die im Anschluss mit dem Leistungsprofil der zur Auswahl stehenden Systembestandteile verglichen werden muss. Erst wenn das Leistungsprofil die Anforderungen erfüllt, lassen sich alle Potentiale zur Gänze ausschöpfen. Sämtliche verbleibende Kombinationsvarianten sind in weiterer Folge einem Kostenvergleich zuzuführen. Jene Variante mit dem geringsten Gesamtaufwand – bestehend aus einmaligem und laufendem Aufwand (inkl. Entsorgungskosten) – gilt daher als Ideallösung.

Ein bewusst in Kauf genommenes Downsizing der Systemfunktionalität auf Grund einer kostengünstigeren Lösung bzw. eine unbewusste Fehleinschätzung der technischen Anforderungen hätte nachträglich mitunter substantielle Nachjustierungen zur Folge, was wiederum äußerst negative Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit haben würde.

RFID-Aufwände im weiteren Sinn: Nachdem die systemrelevanten, technischen Aufwände sämtlicher RFID-Komponenten sowie die mit der Implementierung verbundenen Aufwände berücksichtigt wurden, müssen nun auch zusätzlich all jene Aufwände in die Berechnung einfließen, die durch den laufenden, operativen RFID-(Fort-)Betrieb bedingt sind. *„Durch den Einsatz von RFID können in sämtlichen Bereichen (Datenmanagement, Materialfluss, Ausstattung) Rationalisierungen umgesetzt werden – sowohl betriebsintern als auch betriebsübergreifend.“*⁵¹ Damit dies jedoch erreicht werden kann, müssen neben den Aufwänden im engeren Sinn noch weitere Ressourcen und Arbeitskraft laufend eingesetzt werden. Da ohne diesem Zusatzaufwand der RFID-Betrieb nicht aufrecht gehalten werden könnte, ist dieser in die Wirtschaftlichkeitsbewertung mit ein zu beziehen. Schlussendlich ergibt die Gegenrechnung der entstandenen Aufwände mit den Einsparungen das Potential.

Für eine detaillierte und gründliche Identifikation aller Aufwände empfiehlt IRRENHAUSER (2014) den Einsatz eines Ordnungsschemas wie in Abbildung 20 ersichtlich (siehe Anhang). Es handelt sich dabei um eine Matrix, in der jede Aufwandsart durch drei Dimensionen definiert wird. *„Es unterstützt durch die Bildung von Kategorien aus dem Aufwandstyp (Ressourcen, Personal), den*

⁵¹ Vgl. (Gillert, F.; Hansen, W. R., [2007]. RFID für die Optimierung von Geschäftsprozessen, Prozess-Strukturen, IT-Architekturen, RFID-Infrastruktur. Hanser Verlag)

*beeinflussten Bereichen (Datenmanagement, Materialfluss, Ausstattung) und des zeitlichen Rahmens (einmalig, laufend) in Verbindung mit dem räumlichen Auftreten (PBS-spezifisch, übergeordnet) die gezielte Identifikation der Aufwände.*⁵² Die Einteilung der Aufwände in das Ordnungsschema sollte des Weiteren von einem RFID-Fachmann vorgenommen werden, da für diese Aufgabe spezielle Kenntnisse vorausgesetzt werden.

Zusätzlich zu dem Ressourcen- und Personalaufwand entstehen vor allem Aufwände für den Infobroker (= Datenaustausch zwischen Unternehmen), Koordinationssysteme und Systeme zur Datenaufbereitung (= „big data“).

Am Ende des Teilschrittes „Ermittlung von Aufwänden des RFID-Systems“ steht eine ausführliche, tabellarische Dokumentation aller Aufwände, die mit dem Einführung und dem RFID-Betrieb in Verbindung stehen.

8.2.2.3 Entwicklung von Absicherungsstrategien

Als letzten Punkt des zweiten Schrittes beschäftigt sich der Leitfaden mit Aufwänden, die auf Grund von Absicherungsstrategien einkalkuliert werden müssen. Diese sind notwendig, da die technische Funktion sowie die damit verbundenen Prozessabfolgen in der Praxis auf Grund diverser Einflüsse nicht immer zu 100 Prozent erfüllt werden können. Konkret handelt es sich dabei um den Umgang und die Begegnung von Erfassungsfehlern, um letztlich die gewünschte lückenlose Abbildung im Informationssystem zu erhalten. Da ein RFID-System zumindest zu einem gewissen Grad automatisiert und auf einen möglichst reibungslosen Ablauf angewiesen ist, gilt es entsprechende Absicherungsstrategien zu entwickeln, um die gesetzten Ziele trotzdem zu erreichen. Diese Absicherungsstrategien sind jedoch nicht nur aus organisatorischer Sicht von großer Bedeutung, sondern auch aus wirtschaftlicher Sicht. Da die Absicherungsstrategien zu einem nicht zu vernachlässigenden Zusatzaufwand führen können, müssen diese auch Berücksichtigung in der Wirtschaftlichkeitsbewertung finden. Eine vernachlässigbar kleine Fehlerquote des Systems muss nichtsdestotrotz billigend in Kauf genommen werden, da eine absolute Fehlerfreiheit nur unter einem unverhältnismäßig großen Aufwand

⁵² Vgl. (Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag) S. 75

gewährleistet werden kann, der aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht vertretbar wäre.

In der weiteren Folge werden daher drei Vorkehrungen getroffen, die auf sämtliche Events der bereits erarbeiteten Modellierung anzuwenden sind:

- i. **Vermeidung von Erfassungsfehlern:** Die Entstehung von Erfassungsfehlern entlang der Prozesskette kann durch unterschiedliche Ursachen bedingt sein. Aus diesem Grund ist es notwendig diese Ursachen zu erkennen, um diese in weiterer Folge von vornherein vermeiden zu können, oder diese zumindest im Laufe des Materialflusses zu beseitigen. Im Zusammenhang mit der RFD-Anwendung sind die Ursachen prinzipiell durch schadhafte oder fehlende Transponder, defekte Erfassungsgeräte oder Fehler, verursacht durch widrige Umweltbedingungen (Verschmutzung, Feuchtigkeit, Transportschäden usw.), bedingt. Entsprechend den Events und den dadurch verbundenen Funktionen der jeweiligen Erfassungsklassen sind Maßnahmen zu setzen, die ein Versagen dieser Funktionen verhindern. Da menschliches Zutun erst nach Eintreten eines Erfassungsfehlers notwendig wird, handelt es sich dabei um ein rein technisches Problem. Die jeweilige prophylaktische Problemlösung ist fallspezifisch und hat durch einen RFID-Fachmann zu erfolgen. Ein häufiges Mittel zur Verringerung von Fehlern ist die zusätzliche Verwendung von Kameras, durch die eine Fehlerfassung des eigentlichen Erfassungsgeräts verhindert werden soll. Entsprechend des bereits eingeführten Ordnungsschemas lassen sich für jede der neun EK funktionsbezogene Maßnahmen und damit verbundene Aufwände definieren. Im Anhang befindet sich diesbezüglich die Abbildung 21 für einen beispielhaften Maßnahmenkatalog eines RFID-Gates (Erfassungsklasse 1).
- ii. **Erkennung von Erfassungsfehlern:** Nachdem in einem ersten Schritt Maßnahmen zur Vermeidung von Erfassungsfehlern gesetzt sowie die damit verbundenen Zusatzaufwände ermittelt wurden, müssen in einem weiteren Schritt Maßnahmen und deren voraussichtlichen Aufwände definiert werden, die im Zusammenhang mit der Fehlererkennung stehen. Da keine absolute (wirtschaftlich sinnvolle) Fehlervermeidungsstrategie garantiert werden kann, gilt es auch hier einen Maßnahmenkatalog für die Zusatzaufwände der Fehlererkennung zu erstellen (siehe Abbildung 22 im Anhang).

Bei den getaggten Objekten des RFID-Materialflusses handelt es sich ausnahmslos um physisch greifbare Gegenstände, die nach GELLERT & LENK (1974) „über eine definierte Masse, Fläche, Volumen und Aggregatzustand verfügen.“⁵³ Diese Erkenntnis ist in Hinsicht auf die zu ergreifenden Maßnahmen zur Fehleridentifikation von besonderer Bedeutung. Angesichts der objektbezogenen Maßnahmen ermöglichen die beschriebenen physikalischen Eigenschaften der Objekte einen Einsatz von Lichtschranken oder Bilderfassungssystemen. Mit Hilfe von im System hinterlegten Bildern der Objekte im Materialfluss kann (zusätzlich zur eigentlichen RFID-Anwendung) eine Erkennung über ein Bilderfassungssystem vorgenommen werden. Damit können die RFID-bedingten Erfassungsfehler sichtbar gemacht werden, wodurch eine manuelle Interaktion durch den Mitarbeiter notwendig wird. Nach PFEIFFER ET AL. (2010) kann dies auf unterschiedliche Art und Weise passieren – beispielsweise durch akustische oder bildliche Warnsignale.⁵⁴

Wie auch schon bei der Fehlervermeidungsstrategie, gibt es für die Fehlererkennungsstrategie und für jede Erfassungsklasse ein eigenes Ordnungsschema mitsamt der Wirkung der damit gekoppelten Aufwände. Wie in Abbildung 22 (siehe Anhang) zu sehen, wird zwischen einer objekt- und einer softwareseitigen Erkennung unterschieden. Diese Tabelle beschreibt dabei das beispielhafte Ordnungsschema für die Erfassungsklasse „RFID-Gate“ und klassifiziert die Aufwände wie gehabt in einmalig und laufend sowie in vom Materialfluss abhängig bzw. unabhängig.

- iii. **Beseitigung der Erfassungsfehler:** Nachdem Erfassungsfehler durch die gesetzten Maßnahmen erkannt wurden, gilt es diese in weiterer Folge zu beseitigen, um das geplante Event auszuführen und den Materialfluss vollständig weiterzuführen. Damit die Erkennungsfehler jedoch behoben werden können, sind erneut Vorkehrungen zu treffen, die sich – wie gehabt – negativ auf die Bewertung auswirken. Die dabei entstehenden Zusatzaufwände fallen im Zuge des Materialflusses, in der Verwaltung der Daten sowie bei der technischen Ausrüstung entlang des gesamten Netzwerks an. Bezogen auf den Materialfluss können neben außerplanmäßigen Logistikprozessen auch Kontrollprozesse notwendig werden. Im Fall der Datenverwaltung bedeuten vor allem manuelle Eingaben und Korrekturen zusätzliche Aufwände. Der

⁵³ (Gellert, W.; Lenk, R., [1974]. Fachlexikon ABC Physik. Deutsch Verlag)

⁵⁴ Vgl. (Pfeiffer, S.; Wühr, D.; Schütt, P., [2010]. Greening fängt beim Menschen an. München)

wahrscheinlich größte Negativeffekt ist allerdings durch die zusätzliche technische Ausrüstung bedingt, die neben mobilen Erfassungsgeräten auch Bilderfassungsgeräte und Stellen zur Objektentnahme bzw. -zuführung in den Materialfluss umfasst. Diese Stellen vor bzw. nach jedem Event sind notwendig, um die nicht erfolgte Beschreibung und Dokumentation (nach der Fehlerbehebung) durch nochmaliges Durchlaufen letztendlich zu gewährleisten.

Am Ende des zweiten Schrittes sollten dem Bewertungsverantwortlichen die strukturierten Aufwände jedes modellierten Prozessbausteins sowie der Absicherungsstrategien bekannt sein. Da diese Einschätzungen sehr stark auf Erfahrungswerten basieren, empfiehlt es sich einen RFID-Experten zu Rate zu ziehen oder wie bereits in der Definitionsphase (unter Kapitel 9.1, Punkt: „Bestimmung und Einbezug der Beteiligten“) beschrieben einen ausgewiesenen Experten als Bewertungsverantwortlichen selbst zu wählen. Das erspart nicht nur unzumutbaren Koordinationsaufwand, sondern auch eventuell auftretende Missverständnisse zwischen Techniker und Betriebswirt.

8.2.3 Schritt 3: Identifikation von Nutzenpotentialen

In einem weiteren Schritt gilt es im Zuge der allumfassenden Bewertung nicht nur die zu erwartenden Aufwände, sondern auch die mit dem RFID-Einsatz realisierbaren Nutzenpotentiale zu erfassen. Die folgenden Teilabschnitte konzentrieren sich daher auf die Ermittlung an welcher Stelle die Nutzenpotentiale auftreten und wie diese in weiterer Folge ergründet werden können. In dem Zusammenhang ist vor allem zu beachten, dass lediglich bereits bestehende, jedoch reorganisierte Prozesse ein Nutzenpotential aufweisen können. Im Vergleich dazu fließen wegfallende bzw. hinzukommende Prozesse direkt als Aufwandreduktion oder Zusatzaufwand in die Bewertung ein.

8.2.3.1 Lokalisierung der Nutzenpotentiale

Bezogen auf den RFID-Einsatz lassen sich die Nutzenpotentiale auf verschiedene Bereiche herunterbrechen bzw. lokalisieren. Der Theorie von GILLE (2010) zufolge hat die Verwendung von RFID drei Effekte auf das Unternehmen, die sich

in extern und intern einteilen lassen. Der offensichtlichste Effekt betrifft dabei die Rationalisierung manueller Arbeiten im Zusammenhang mit der Datenerfassung – der sogenannte Automatisierungseffekt. Der damit verbundene Informationseffekt garantiert dem Unternehmen des Weiteren eine allzeit verlässliche Information über den aktuellen Objektbestand im Netzwerk. Darauf aufbauend ergibt sich der Transformationseffekt, durch den sämtliche Prozesse effektiver gestaltet und Bestandskosten weiter gesenkt werden können. *„So lassen sich durch die verbesserte Transparenz, welche Ware wo in der Wertschöpfungskette vorhanden ist bzw. wann Lieferungen eintreffen, Bestände, insbesondere Sicherheitsbestände, bei gleichbleibenden Lieferservicegrad reduzieren.“*⁵⁵

Im Hinblick auf die Lokalisierung der Nutzenpotentiale lässt sich festhalten, dass diese sowohl intern als auch extern durch bestimmte Effekte auftreten. Während bei den internen Effekten die Nutzenpotentiale einen unmittelbaren Einfluss auf die Prozessbausteine haben, kann bei den externen Effekten keine direkte Beziehung beobachtet werden. In weiterer Folge werden konkrete Auswirkungen der internen bzw. externen Effekte beschrieben:

Bei den **externen Effekten** gibt es zwei Wirkungsbereiche, die einerseits durch Einsparungen und andererseits durch die erhöhte Effizienz einen positiven Einfluss auf die Projektrentabilität haben. Bei Ersterem handelt es sich um Kostenreduktionen im Zusammenhang mit Strafzahlungen. Diese Reduktion setzt sich dabei aus einer breiten Spannweite von Gründen zusammen. Ein wesentlicher Grund dafür ist die technisch überwachte Kommissionierung der Waren, wodurch eine verstärkt fehlerfreie Lieferung ermöglicht wird. Dies hat umgehend Auswirkungen auf die Anzahl an Fehllieferungen und damit auf die Anzahl an Strafzahlungen für Falschliefereien bzw. dadurch hervorgerufene Lieferverzögerungen. Vor allem für komplexe Handelsunternehmen wie Wal-Mart oder Gerry Weber bedeutet dies ein durchaus massives Nutzenpotential. Eine weitere indirekte Kostenreduktion – in Form von Regresszahlungen – kann durch die lückenlose Dokumentation der Fertigungsprozesse und den damit verbundenen Nachweismöglichkeiten der verwendeten Materialien bzw. Bauteile bewirkt werden. Dies ist vor allem in Branchen mit freiwilligen oder verbindlichen Sicherheits- und Echtheitszertifikaten, wie dies beispielsweise in der

⁵⁵ (Vogeler, S., [2009]. Entwicklung eines Vorgehensmodells zur Implementierung der RFID-Technologie in logistischen Systemen am Beispiel der Bekleidungsirtschaft. Univerlag TU Berlin) S. 81

Pharmabranche sowie anderen sicherheitsrelevanten Branchen üblich ist, von großer Bedeutung. Im gleichen Zug lassen sich damit Plagiate schneller erkennen, wodurch für ein sichereres Produktimage gesorgt werden kann. Doch auch der nicht zu vernachlässigende Verwaltungsaufwand im Zusammenhang mit Rückrufaktionen kann somit entweder gänzlich vermieden oder zumindest minimiert werden.

Der andere Wirkungsbereich externer Effekte betrifft die Steigerung der Effizienz bzw. der Einnahmen auf Grund direkter und indirekter Auswirkungen. Hier bringt insbesondere die Verkürzung der Durchlaufzeit eine Steigerung der Prozesseffizienz. Die Vermeidung bzw. Verringerung an Fehllieferungen wirkt sich des Weiteren positiv auf das Unternehmensimage – und damit auf die Kundenbestellungen – aus.

Bezogen auf die **internen Effekte** können diese in drei Bereiche unterteilt werden – Effekte auf vorgelagerte Prozesse, Effekte auf nachgelagerte Prozesse sowie Effekte auf Prozesse in den anderen Unternehmen des Netzwerks. Alle drei internen Effekte haben gemeinsam, dass ihre Potentiale beim Erfassen an den Prozessbausteinen ausgeschöpft werden. Dabei entsteht auch die Realisierung eines übergeordneten Potentials, indem die Erfassung und gleichzeitige Eventgenerierung fortan nicht mehr von Hand, sondern voll automatisch erfolgt.

Die erste Art der internen Effekte kennzeichnet sich durch die positive Beeinflussung der vorgelagerten Prozesse bei einem bestimmten Prozessbaustein. Beispielsweise verursacht die Bauteilentnahme beim PBS Montage einen automatischen Produktionsauftrag, wodurch rechtzeitig für die Nachbestückung des Lagers gesorgt wird. Für die vorgelagerten Prozesse bedeutet das einen geringeren Planungsaufwand sowie einen höheren Grad der Maschinenauslastung. Der zweite interne Effekt beeinflusst all jene Prozesse, die dem Prozess, an dem der Nutzen entsteht, nachgelagert sind. So werden beim PBS „Vereinnahmen“ sämtliche nachgelagerte Prozesse darüber in Kenntnis gesetzt, dass mit ihrer Eventgenerierung neue Materialien in den Fertigungsprozess angenommen wurden. Damit werden in weiterer Folge bei den darauffolgenden PBS automatisch Aktionen in Gang gesetzt, die durch ihren zeitlichen Vorsprung und die damit erreichten effizienteren Prozessabläufe für

Einsparungen sorgen. Konkret könnten nach dem PBS „Vereinnahmen“ im PBS „Fertigen“ bereits bzw. rechtzeitig Rüstvorgänge vorbereitet werden, um unnötige Wartezeiten zu vermeiden. Als dritte und letzte interne Effekte zählen jene realisierbaren Nutzenpotentiale in der Sphäre der Partnerunternehmen. Alle drei Arten von internen Effekten haben dabei einen kostenminimierenden Einfluss auf das Datenmanagement, den Materialfluss sowie auf die Ausstattung. Die Einsparungen im Bereich des Datenmanagements ergeben sich durch die automatisierte Datengenerierung und Datenbereitstellung. Wie auch im Materialfluss führt die Automatisierung zu Rationalisierung von manuellen, teuren und ineffizienten Tätigkeiten und der damit verbundenen effizienteren Nutzung der vorhandenen Ressourcen. WERNER (2008) zufolge bedeutet das „eine bessere Prozessplanung und somit eine Reduzierung der benötigten Ausstattung.“⁵⁶ Des Weiteren können durch die effizientere Verwendung der Ausstattung sowohl Lagerflächen als auch Förderfahrzeuge rationalisiert werden.

Anders als bei den externen Effekten ist die Identifikation konkreter Nutzenpotentiale interner Effekte sehr stark von der konkreten RFID-Anwendung abhängig, weshalb diese nicht so einfach, schnell und übersichtlich identifiziert werden können. In diesem Sinne wird an dieser Stelle an die Ausführung von IRRENHAUSER (2014) verwiesen, in der die Event-basierte und Kriterien-basierte Nutzenidentifikation detailliert aufgeschlüsselt wird.

Als Zwischenfazit der ersten drei Schritte (Anm.: der Analysephase) soll nun kurz zusammen gefasst werden, welche Punkte bisher bereits definiert, erarbeitet und fokussiert wurden. Zu Beginn der Analysephase wurde vorerst ein übergeordnetes Bewertungsziel bestimmt. Für die weitere Bewertung war es nun notwendig sämtliche grundlegende Informationen sowie Aufbau- und Ablaufstrukturen des RFID-Systems zu ermitteln. Anhand der bereits existierenden Prozessabfolge wurden nun jene Prozesse, die durch die RFID-Implementierung berührt werden, mit Hilfe von einheitlichen Prozessbausteinen sowohl dokumentiert als auch modelliert. Auf Basis dieses Modellierungsplans konnten nun die erforderlichen Erfassungspunkte entlang des Materialflusses bestimmt werden. Nachdem das RFID-System nun modelliert und genauer spezifiziert wurde, konnten

⁵⁶ (Werner, H, [2008]. Supply Chain Management. Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 3. Auflage. Gabler Verlag. Wiesbaden)

entsprechende Aufwände für die Einführung und den laufenden Betrieb ermittelt werden. In einem letzten Schritt der Analysephase wurden dann die Nutzenpotentiale lokalisiert und deren (internen und externen) Effekte erläutert.

8.3 Die Bewertungsphase

Wie aus Abbildung 6 ersichtlich, beginnt erst mit dem vierten Schritt die eigentliche Bewertungsphase. Am Ende dieser Bewertungsphase ist der Bewertungsverantwortliche in der Lage anhand der Quantifizierung sämtlicher Einflussfaktoren über die Sinnhaftigkeit einer Einführung objektiv zu entscheiden und gegebenenfalls geeignete Zielgrößen abzuleiten bzw. vorzugeben.

8.3.1 Schritt 4: Quantifizierung der Einflussfaktoren

Der vierte Schritt der Bewertungsmethode hat die Quantifizierung der Einflussfaktoren als oberstes Ziel, das einerseits aus der Ermittlung rechnerischer Nutzenpotentiale und andererseits aus der Ermittlung rechnerischer Aufwände erfolgt. Durch die Gegenrechnung der berechneten Nutzenpotentiale bzw. Aufwände lässt sich die Vorteilhaftigkeit erkennen. Am Ende des vierten Schrittes erfolgt eine Einbeziehung qualitativer Faktoren in die quantitative Bewertung.

8.3.1.1 Quantifizierung der Nutzenpotentiale

Wie bereits im Schritt 3 beschrieben bewirkt die RFID-Implementierung interne als auch externe Effekte. Nachdem bereits festgestellt wurde wo bzw. welche Einflüsse die Effekte haben, gilt es herauszufinden in welchem monetären Ausmaß dies geschieht. Während – wie bereits erwähnt – die externen Effekte einerseits direkt eine Verringerung an Strafzahlungen und andererseits einen Anstieg des Unternehmensumsatzes mit sich bringen, ist es bei internen Effekten etwas differenzierter. Hier wird vorerst zwischen vollständig wegfallenden PBS und lediglich veränderten PBS unterschieden. Während Erstere eine vollständige Kosteneinsparung der bisherigen Aufwände mit sich bringen, kann es innerhalb der veränderten PBS zu einem vollständigen Wegfall oder einem partiellen Wegfall einer Tätigkeit kommen. Die Veränderung mitsamt des partiellen Wegfalls einer Tätigkeit muss dabei wieder gegengerechnet werden, um so die Kapazitäts-

und Ressourcenänderung in Form von Einsparungen bzw. Zusatzaufwänden zu ermitteln.

8.3.1.1.1 Quantifizierung der externen Effekte

Nach den Beschreibungen von GILBERG (2009) ist eine allgemein gültige, eindeutige Quantifizierung der externen Effekte nicht möglich, da die konkreten Einsparungen sehr stark vom individuellen Geschäftsfall und weiteren Faktoren abhängen. Selbst mit Hilfe gewisser Wertefaktoren ist eine Bestimmung nicht automatisch möglich, da zwischen ihnen bestimmte Korrelationen und Beziehungen bestehen, die eine allgemein verlässliche Berechnung unmöglich machen. Um jedoch trotzdem eine Quantifizierung vornehmen zu können, orientiert sich IRRENHAUSER (2014) an den sogenannten „Basen“, wobei er diese wie folgt definiert:

„Eine Basis stellt einen charakteristischen Parameter zur Beschreibung der Ausprägung eines Einflussfaktors dar. Dieser Parameter dient als Grundlage zur monetären Bewertung des Einflussfaktors, indem er das Fundament einer Bewertungsformel bildet.“⁵⁷

Wie bereits beschrieben erfolgt die Quantifizierung der externen Effekte über den Vergleich der beiden Posten (Verkaufserlöse und Pönalen) vor und nach der RFID-Einführung. Die aus der Umstellung resultierende Änderung kann dabei sowohl zu einer Zunahme als auch in einer Reduktion des monetären Nutzens führen. Für die weitere Berechnung wird dementsprechend eine sogenannte Zunahmequote δ bzw. Reduktionsquote λ definiert.

$$\delta = \frac{S_{RFID} - S_0}{S_0} \times 100\% \quad \lambda = \frac{S_0 - S_{RFID}}{S_0} \times 100\%$$

Formel 9: Berechnung der Zunahme- bzw. Reduktionsquote (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 103)

⁵⁷ (Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag) S. 102

δ ... Zunahmequote des Parameters (in %)

λ ... Reduktionsquote des Parameters (in %)

S_0 ... IST-Ausgangswert eines Faktors (Geldeinheit, Zeit) vor der RFID-Einführung

S_{RFID} ... erwarteter SOLL-Wert eines Faktors (Geldeinheit, Zeit) nach der RFID-Einführung

Während die Ermittlung der IST-Werte üblicherweise kein Problem darstellt, bedarf es bei der Ermittlung der SOLL-Werte einer komplexeren Vorgehensweise. Dazu gibt es – wie bereits unter Punkt „Bestimmung der zugrundeliegenden Datenherkunft“ (Kapitel 9.1) beschrieben – eine Reihe von Methoden für eine realistische Einschätzung der Höhe.

Die Ermittlung der Umsatzentwicklung (Steigerung bzw. Reduktion) kann dabei sowohl direkt als auch indirekt vorgenommen werden. Bei der direkten Berechnung ist lediglich das aktuelle, bisherige Umsatzniveau mit der zu erwarteten Zunahme- bzw. Reduktionsquote zu multiplizieren. Problematisch dabei ist jedoch, dass eine unmittelbare Einschätzung der Umsatzsteigerung sehr diffizil ist. Aus diesem Grund ist es hilfreich die beiden Grundbestandteile der Umsatzberechnung als indirekte Basen für die Umsatzänderungsquote herzunehmen. Das bedeutet, das Produkt aus der Menge verkaufter Stück und dem jeweiligen Stückpreis. In weiterer Folge konzentriert sich die Berechnung der Umsatzsteigerung nur mehr auf den ersten Teil, da der zugrunde liegende Stückpreis durch den RFID-Einsatz unberührt bleibt. Worauf RFID jedoch einen Einfluss hat ist die durchschnittliche Durchlaufzeit, die durch die effizientere Prozessgestaltung verringert und damit der Output gesteigert wird. Damit kann die Umsatzsteigerung auf Basis der Kundenaufträge und auf Basis der geordneten Stück errechnet werden. (Anm.: Zur Vervollständigung kann es theoretisch zu einer Umsatzreduktion kommen, da der RFID-Einsatz auch eine Verlangsamung der durchschnittlichen Durchlaufzeit mit sich bringen kann. In der folgenden Ausführung wird jedoch von einer Verbesserung der Durchlaufzeit ausgegangen, wodurch sich diese Umsatzsteigerung letztlich ergibt.)

Direkte Basis:

1. Direkte Umsatzsteigerung:

$$E_{USZU} = US_0 \times \delta_{US}$$

$$\text{wobei: } \delta_{US} = \frac{US_{RFID} - US_0}{US_0} \times 100\%$$

Indirekte Basen:

1. Anzahl der Kundenaufträge:

$$E_{USZU} = N_{KA0} \times \delta_{KA} \times US_{KA}$$

$$\text{wobei: } \delta_{KA} = \frac{N_{KARFID} - N_{KA0}}{N_{KA0}} \times 100\%$$

2. Verkaufte Einheiten:

$$E_{USZU} = N_{EIRFID} \times \delta_{EI} \times US_{EI}$$

$$\text{wobei: } \delta_{EI} = \frac{N_{EIRFID} - N_{EI0}}{N_{EI0}} \times 100\%$$

Formel 10: Direkte und indirekte Berechnung der Umsatzsteigerung (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 103)

E_{USZU} ...	Zunahme des Umsatzes auf Grund des RFID-Einsatzes
$US_{0, RFID}$...	IST- bzw. SOLL-Umsatzniveau
$US_{KA, EI}$...	durchschnittlicher Kundenumsatz bzw. Preis pro Einheit/Stück
$N_{KA0, KARFID}$...	Anzahl an Kundenaufträgen im IST- bzw. SOLL-Zustand
$N_{EI0, EIRFID}$...	Anzahl an bestellten Einheiten/Stück pro Kundenauftrag im IST- bzw. SOLL-Zustand
$\delta_{US, KA, EI}$...	Zunahmequote für den Umsatz, Kundenaufträge, bestellter Einheiten

Eine ähnliche Herangehensweise kann auch für die Berechnung der Kostensenkungen im Zusammenhang mit Strafzahlungen angewandt werden, wobei hier nur auf die indirekten Basen eingegangen werden soll. Als Basen dienen hier einerseits die Anzahl an Falschlieferungen und andererseits die Anzahl an falsch zugestellten Einheiten.

Indirekte Basen:

1. Falschliefungen:

$$E_{SZFLRED} = N_{L0} \times \lambda_L \times A_L \quad \text{wobei: } \lambda_L = \frac{N_{L0} - N_{LRFID}}{N_{L0}} \times 100\%$$

2. Falsch zugestellte Einheiten:

$$E_{SZFLRED} = N_{EI0} \times \lambda_{EI} \times A_{EI} \quad \text{wobei: } \lambda_{EI} = \frac{N_{EI0} - N_{EIRFID}}{N_{EI0}} \times 100\%$$

Formel 11: Indirekte Berechnung der Strafzahlungsreduktion (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 104)

$E_{SZFLRED}$...	Reduktion für Strafzahlungen auf Grund von Falschliefungen
$N_{L0, LRFID}$...	Anzahl der Falschliefungen im IST- und SOLL-Zustand
$N_{EI, EIRFID}$...	Anzahl falsch zugestellter Einheiten im IST- und SOLL-Zustand
$A_{L, EI}$...	durchschnittlicher Aufwand für eine Falschliefung bzw. Einheit
$\lambda_{L, EI}$...	Reduktionsquote für Falschliefungen bzw. falsch zugestellter Einheiten

Entsprechend den vorangegangenen Berechnungen für die Strafzahlungsreduktion kann dies auch auf die Berechnung der Reduktion an Regressforderungen und Rückrufaktionen angewandt werden. Diese werden daher nicht weiter angeführt.

8.3.1.1.2 Quantifizierung der internen Effekte

Anhand der RFID-basierten Theorien von REINHARDT ET AL. (2012) ist die Steigerung der Effizienz der bedeutendste Nutzen, der sich sowohl direkt als auch indirekt bei den Prozessen sichtbar macht.⁵⁸ Wie bereits unter dem Punkt „Bestimmung der Zielsetzung des RFID-Einsatzes“ (Kapitel 9.1) beschrieben, ergeben sich u.a. auf Grund der Automatisierung und den verbesserten Materialflussprozessen Einsparungen von Kapazitäten im Bereich der Arbeitszeiten und Ressourcen. Je nachdem welche Ziele mit dem Einsatz des Systems erreicht werden sollen, divergieren die Nutzen auf den verschiedenen Ebenen (Automatisierung, Steuerung, Sicherheit und Technik) voneinander. Für die Ebenen Automatisierung, Steuerung und Technik gilt dabei die gleiche

⁵⁸ Vgl. (Reinhart, G.; Irrenhauser, T.; Reinhardt, S.; Reisen, K. [2012]: Kriterienbasierte Nutzenauswahl in der Wirtschaftlichkeitsberechnung von RFID. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb) S. 182-186

Berechnungsart wie bei den externen Effekten. Im Bezug auf die Ebene Technik gilt es allerdings darauf zu achten, dass hier nur eine Reduktion am (technischen) Ressourceneinsatz vorliegt – die Personalarbeitszeiten bleiben infolgedessen unberührt. Im Vergleich dazu müssen die Vorteile aus der Ebene Sicherheit differenziert und individuell bewertet werden, da es zu wesentlichen Auswirkungen auf die Prozessqualität (Verringerung von Fehlern, Vereinfachung bei der Berichtigung usw.) kommt. Für die weitere Bewertung der internen Nutzeneffekte gilt es auch hier wieder die entsprechenden Basen zu identifizieren. Jede dieser Basen im Zusammenhang mit der Quantifizierung der internen Effekte erfährt durch die Umstellung auf RFID eine Prozesseffizienzsteigerung und damit eine Kostensenkung, die in der Berechnung mit der Reduktionsquote λ ausgedrückt wird.

Entsprechend den vorangegangenen Beschreibungen und der tabellarischen Darstellung aus Abbildung 8, ergibt sich eine Bewertung der Basen nach der Zeit- bzw. Ressourceneinsparung auf den jeweiligen Ebenen:

Bewertung von	Basen	Ebenen
	Zeitkontingent	Bewertung von Nutzenpotentialen aus den Ebenen Technik* Automatisierung Steuerung
	Ressourcenkontingent	
	Aufträge	
	Arbeitsvorgänge	
	Einheiten	
	Schwundereignisse	
	Wegstrecke	
	Zeitkontingent	Bewertung von Nutzenpotentialen aus der Ebene Sicherheit
	Ressourcenkontingent	
	Korrekturaufträge	
	Korrekturvorgänge	
	Fehler	
	Fehleinheiten	
	Wegstrecke	

* Nur bei Ressourceneinsparungen

Legende:

Zeiteinsparung Ressourceneinsparung

Abbildung 8: Basen für die Bewertung der internen Nutzeneffekte (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 107)

Die Implementierung der RFID-Technologie bringt im Vergleich zum bisherigen System eine Verbesserung der Prozesse im Hinblick auf Schnelligkeit und Ressourceneffizienz. Dementsprechend ergeben sich Kostensenkungen im Bereich des „Zeit- und Ressourcenkontingents“. Die Quantifizierung des monetären Nutzens erfolgt dabei über die direkte Differenz zwischen dem alten und dem neuen Aufwänden der Basen. Ausgangspunkt für die unternehmerische

Wertschöpfung bildet die Basis „Auftrag“ als Auftakt für den Durchlauf der Prozesskette. Dabei ergeben sich in Summe Einsparungen im Umfang der Auftragsanzahl kombiniert mit den jeweiligen Prozesseinsparungen. Eine weitere Basis bilden die „Arbeitsvorgänge“. Im Zuge der Auftragsabwicklung und der damit verbundenen Wertschöpfung werden üblicherweise mehrere Arbeitsvorgänge durchlaufen. Durch die Umstellung auf RFID erfolgen auch direkt an den einzelnen „Arbeitsvorgängen“ Einsparungen. Eng damit verbunden werden auch Einsparungen im Zusammenhang mit der Anzahl an Objekten realisiert, die diese Vorgänge durchlaufen. Damit ergibt sich eine weitere Basis „Einheiten“. Die Bewertung des quantitativen Nutzens basiert des Weiteren an den „Schwundereignissen“, die laut STRASSNER (2005) für Ladungsträger (z.B.: Paletten) in einem Bereich zwischen fünf und acht Prozent liegen.⁵⁹ Damit werden negative Prozessbeeinträchtigungen weitestgehend vermieden, was letztlich nicht nur zu einer Ressourcen-, sondern auch zu einer Zeiteinsparung führt.

Ebenso stellt der RFID-Einsatz auf Ebene der Sicherheit dementsprechende Einsparungspotentiale dar. Auf dieser Ebene spielt besonders der Nutzen zur Fehlerverhinderung eine entscheidende Rolle. Demnach hängen Einsparungen im Bereich der Sicherheit direkt mit der Anzahl verhinderter Fehler entlang der Prozesskette zusammen. Diese Fehler verursachen in weiterer Folge unweigerlich „Zeit- und Ressourcenaufwendungen“, die mit der eigentlichen Wertschöpfung nichts zu tun haben und bei korrekter Ausführung auch nicht anfallen würden. Um diese Fehl Ausführungen wieder zu berichtigen und den Auftrag wie geplant auszuführen, kann nicht nur die Fehleranzahl, sondern auch die „Korrekturaufträge bzw. –vorgänge“ als Basen herangezogen werden. Die monetäre Einsparung entspricht hier dem verhinderten Korrekturaufwand. Ident zu den Arbeitsvorgängen verhält es sich mit den mangelhaften Einheiten, die eine Endkontrolle bei der Qualitätssicherung nicht bestehen. Durch den Einsatz von RFID kann auch hier das Sicherheitsniveau erhöht und somit die Anzahl an „Fehleinheiten“ reduziert werden. Die Ersparnis in diesem Zusammenhang kann mit den Aufwänden die mit der Anzahl an Fehleinheiten einhergehen quantifiziert werden. Die letzte Basis zur Bewertung des monetären Nutzens interner Effekte bildet die „Wegstrecke“. Durch die notwendigen Transporte zwischen den Prozessen entlang des Wertschöpfungsablaufs wird mit Hilfe von RFID und der

⁵⁹ Vgl. (Strassner, M., [2005]: RFID im Supply Chain Management. Hochschule für Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften)

damit realisierbaren Echtzeitverfolgung eine Möglichkeit zur effizienteren, routenoptimierten Wegstreckenverkürzung geboten. Die Basis „Wegstrecke“ ist daher nicht nur auf der Ebene Sicherheit, sondern auch auf den restlichen Ebenen zu finden.

8.3.1.1.3 Quantifizierung von Fehlerfolgenutzen bei internen Effekten

Nach STRÜKER ET AL. (2008) lassen sich mit dem Verhindern von Fehlern nicht nur direkte Effekte erzeugen, sondern auch sogenannte Fehlerfolgenutzen.⁶⁰ Darunter versteht man all jene Kosten die entstehen, wenn auf Grund von Produktionsfehlern oder Fehlern bei der Auslieferung der Produkte Folgekosten entstehen. So sind dies nicht nur Kosten, die für die Produktrückholung und die Nachbearbeitung anfallen, sondern auch Kosten die ab dem Auftreten des Fehlers in den darauffolgenden Prozessbausteinen entstehen. Demnach bedeutet das Auftreten eines Fehlers bereits zu Beginn der Wertschöpfungsprozesse bei gleichzeitig spätest möglichem Entdecken des Fehlers an einem Produkt (oder sogar an einer ganzen Produktcharge) erst beim Endkunden den schlimmsten Fall einer Fehlerfolge. Das Produkt durchläuft den gesamten Wertschöpfungsprozess – über Unternehmensgrenzen hinweg – wodurch die in der Zwischenzeit angefallenen Kosten im Worst Case (= bei irreparablen Schäden) betriebswirtschaftlich versunken sind (sogenannte Sunk Costs). Genau an diesem Punkt kann das RFID-System durch ihre Vorteile aus der Sicherheitsebene dem Problem entgegenwirken und so Fehler mitunter auf Grund der laufenden Objekterfassung (inkl. Bilderkennung) schon früher erkennen als dies im herkömmlichen System möglich gewesen wäre. Für die Bewertung dieses Fehlerfolgenutzens sind zuvor noch zwei weitere Parameter zu definieren. Um eine Berechnung vornehmen zu können ist vorerst eine Wahrscheinlichkeit zu definieren mit der ein Fehler bereits in der Vereinnahmung auftreten kann – die sogenannte Auftretenswahrscheinlichkeit α . Nachdem nun die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung eines Fehlers bestimmt wurde, gilt es nun eine Wahrscheinlichkeit zu definieren mit der dieser Fehler in weiterer Folge bis vor der Warenübergabe an die Endkunden entdeckt wird – hier als Entdeckungswahrscheinlichkeit β bezeichnet. Dabei ist zu beachten, dass jeder einzelne PBS eine eigene Entdeckungswahrscheinlichkeit β_i besitzt.

⁶⁰ Vgl. (Strüker, J., Gille, D., Faupel, [2008]: RFID Report 2008. Institut für Informatik und Gesellschaft Albert-Ludwigs-Universität)

Nun gilt es die beiden Parameter in die Formel zur Berechnung der Einsparung auf Grund der Abnahme an Rücktransporten zu integrieren. Dafür ist es notwendig die spezifischen β_i der jeweiligen PBS in die Formel einzusetzen, die von dem Produkt durchlaufen werden (Anm.: vom Auftreten eines Fehlers an einem beliebigen PBS bis zum Entdecken des Fehlers an einem PBS). Ab der Entdeckung des Fehlers an einem PBS kann dann die Bewertung des Fehlerfolgenutzens vorgenommen werden. Die folgende Formel entspricht der mathematischen Abbildung der monetären Einsparung an Rücktransporten auf Basis der Aufträge:

$$E_{RT} = N_{AU} \times \alpha \times \prod_{i=1}^n (1 - \beta_i) \times Z_{RT0} \times \lambda_{AU} \times K_P$$

Wobei: $\lambda_{AU} = \frac{Z_{RT0} - Z_{RTRFID}}{Z_{RT0}} \times 100\%$

Formel 12: Quantifizierung der Einsparungen auf Grund der Abnahme an Rücktransporten (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 109)

E_{RT} ...	Einsparung auf Grund der Abnahme an Rücktransporten
N_{AU} ...	Anzahl an Transportaufträgen
α ...	Auftretenswahrscheinlichkeit eines Fehlers (Anm.: im IST-Zustand) in der Vereinnahmung
β_i ...	individuelle Entdeckungswahrscheinlichkeit des Fehlers in den jeweiligen PBS (Anm.: im IST-Zustand)
i, n ...	Laufvariablen der Produktfunktion
$Z_{RT0, RTRFID}$...	benötigte Zeitressourcen für den Rücktransport im IST- und SOLL-Zustand
λ_{AU} ...	erwartete Reduktionsquote an Rücktransporten
K_P ...	Mitarbeiterstundenlohn

Die Berechnung der Einsparungen auf Basis der Aufträge soll nun kurz anhand der Formel erläutert werden. Die Parameter der Anzahl an Transportaufträgen, der durchschnittliche Zeitaufwand im IST-Zustand sowie der Stundenlohn eines Mitarbeiters stellen für die Berechnung keine große Herausforderung dar, da diese üblicherweise bereits bekannt sind. Auch der Faktor λ_{AU} kann durch eine qualifizierte Expertenschätzung – idealerweise vom Bewertungsverantwortlichen

selbst – schnell ermittelt werden. Problematischer wird es bei der Ermittlung der Auftretenswahrscheinlichkeit, die für jedes Unternehmen individuell bestimmt werden muss. Dabei gilt es einen α -Wert für den Prozessbaustein „Vereinnahmen“ zu zuteilen, was eine hohe Kenntnis über die Prozessqualität des IST-Zustandes voraussetzt. Ähnlich verhält es sich mit der Bestimmung des β -Wertes bei der sogar eine Wahrscheinlichkeitszuteilung für die jeweiligen Prozesse bzw. Prozessbausteine erfolgen muss. Nachdem die Parameter aus der Formel erfolgreich bestimmt wurden, gilt es das mathematische Symbol Π zu erläutern. Dabei handelt es sich um die vereinfachte Schreibweise für die Bildung des Produkts der prozessspezifischen Entdeckungswahrscheinlichen β_i von 1 bis n , wobei n derjenige PBS ist, an dem der Fehler entdeckt wird. Das bedeutet wiederum, dass je später ein Fehler erkannt wird, die Einsparungen – auf Grund der Multiplikation von Wahrscheinlichkeiten unter 100% – umso niedriger werden.

Fazit: Wie bereits erwähnt ist die Schätzung von Parametern für die Bewertung stets ungenau und daher mit einer bestimmten Unsicherheit verbunden. Die logische Konsequenz aus den schwer ermittelbaren Daten ist der Erhalt verfälschter Bewertungsergebnisse. Die erwarteten Nutzenpotentiale in Form von Umsatzsteigerungen sowie Prozessoptimierungen basieren daher häufig auf unsicheren Annahmen, wodurch die tatsächlichen Projektdaten nach der Umsetzung den ursprünglichen Erwartungen mitunter hinterher hinken können.

Um diesen Unsicherheiten noch in der Bewertungsphase entsprechend entgegen zu wirken, ist es daher sinnvoll passende Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die einzelnen Parameter zu wählen. COTTIN & DÖHLER (2009) empfehlen in diesem Zusammenhang den Einsatz der Normalverteilung (Anm.: zumindest für den Großteil der Parameter), da mit dieser mögliche Schwankungen um den Erwartungswert optimal berücksichtigt werden können.⁶¹ Zu beachten gilt es jedoch, dass bei manchen Parametern bestimmte Adaptierungen der Normalverteilung vorgenommen werden müssen. Ein Beispiel hierfür stellt die untere Zeitgrenze der Bewältigung einer Wegstrecke beim Transport dar, die physikalisch nicht unterschritten werden kann. Daher braucht es für jene Variablen wie die Wegstrecke ein unteres Limit auf der linken Seite der Glockenkurve.

⁶¹ Vgl. (Cottin, C., Döhler, S., [2009]: Risikoanalyse. Modellierung, Beurteilung und Management von Risiken mit Praxisbeispielen. Vieweg & Teubner Verlag)

Nicht zur Anwendung kommen kann die Normalverteilung in Fällen bei denen beispielsweise Zeitvariablen in einem Intervall vorliegen, bei denen der Erwartungswert nicht zentral angeordnet ist. Die Lösung für dieses Problem bildet die sogenannte BetaPert-Verteilung. *„Der Vorteil der BetaPert-Verteilung besteht darin, dass analog der Dreiecksverteilung lediglich das Minimum, wahrscheinlichster Wert (Anm.: entspricht dem Erwartungswert) und das Maximum spezifiziert werden müssen.“*⁶² Für eine Zeitvariable mit einem Intervall zwischen 10 und 30 Sekunden und einem Erwartungswert von 25 Sekunden bedeutet das eine rechtsschiefe Wahrscheinlichkeitsverteilung.

Das Ziel dieses Teilschritts am Weg zur Bewertungsentscheidung war die monetäre Quantifizierung der in den vorangegangenen Teilschritten ermittelten Nutzenpotentiale. Dazu steht für die Quantifizierung der internen und externen Effekte eine Reihe von Basen zur Auswahl. Eine entscheidende Rolle nimmt dabei die Ermittlung des Fehlerfolgenutzens mit der dazugehörigen Auftretenswahrscheinlichkeit und den PBS-spezifischen Entdeckungswahrscheinlichkeiten ein. Außerordentliche Bedeutung für die Bewertung hat zudem die Wahl der richtigen Wahrscheinlichkeitsverteilung der anzuwendenden Variablen, da mit deren Hilfe die unweigerlich auftretenden Unsicherheiten entschärft werden können.

8.3.1.2 Quantifizierung der Aufwände

Analog zur Vorgehensweise bzgl. der Quantifizierung der Nutzenpotentiale entspricht auch das Vorgehen zur Quantifizierung der Aufwände. Wie bereits unter Punkt „RFID-Aufwände im weiteren Sinn“ (Kapitel 9.2.2.2) beschrieben, wirken die Aufwände der RFID-Einführung und des laufenden Betriebs unterschiedlich auf die Bewertung ein und lassen sich in eine Zeitkomponente (einmalig vs. laufend), eine Raumkomponente (Prozessbaustein-spezifisch vs. übergeordnet) sowie nach dem Bezug zum Materialfluss unterscheiden. Bezogen auf die Materialflussabhängigkeit können nun weiter zwei Grade unterschieden werden, wobei beim ersten Grad kein Zusammenhang zwischen monetärem Aufwand und Materialflussmenge besteht. Typischerweise sind dies Aufwände wie Personalschulungskosten sowie sämtliche Lizenzgebühren für die Software des

⁶² (Haas, S., [2010]: Modell zur Bewertung wohnwirtschaftlicher Immobilien-Portfolios unter Beachtung des Risikos. Gabler Verlag) S. 135

RFID-Systems. Hingegen besteht bei den Aufwänden zweiten Grades ein direkter Zusammenhang zu den Materialflussbewegungen der getaggten Produkte. Ein Beispiel für variable Aufwände ist der RFID-Tag, der auf jedes einzelne Produkt angebracht werden muss und damit direkt mit der Outputmenge zusammen hängt.

Diese feine Unterscheidung ist – wie später zu sehen – gerade für die Durchführung weiterführender Analysen von großer Bedeutung, da hiermit eine relativ genaue Aufwandsextrapolation vorgenommen werden kann. Während sich die materialflussabhängigen Aufwände (= variabel) proportional zur Materialflussmenge entwickeln, verlangen die materialflussunabhängigen Aufwände (= fix) eine detaillierte Kenntnis über das System. Der Grund hierfür liegt in der Sprunghaftigkeit der Aufwände bei Überschreiten einer bestimmten Materialflussmenge, bei der neue fixe Aufwände entstehen, um den laufenden Betrieb auszubauen.

8.3.1.2.1 Ermittlung einmaliger bzw. materialflussunabhängiger Aufwände

Die Ermittlung einmaliger sowie materialflussunabhängiger monetärer Aufwände bedarf der Übernahme der Kosten für die erforderlichen RFID-Systemkomponenten und Flächen. Eine derartige Bestimmung ist jedoch auf die Expertise und Erfahrung eines Fachmanns angewiesen, da die Fixkosten eines RFID-Systems ein nicht zu vernachlässigendes Ausmaß annehmen. Für die Ermittlung weiterer laufender Aufwände, wie sie beispielsweise für die Wartung und Lizenzgebühren anfallen, empfehlen SCHOLZ-REITER ET AL. (2007) die Herleitung der Aufwandsgrößen von der Höhe der Anschaffungskosten.⁶³ Die fachspezifische Literatur hat dazu entsprechende Prozentsätze festgelegt, die zumindest als grober Anhaltspunkt für die zu erwarteten Aufwände dienen soll. ADAMEC (2011) weist in dem Zusammenhang allerdings darauf hin, dass die tatsächlichen Aufwände von Unternehmen zu Unternehmen sehr stark schwanken können, wodurch er zur Ermittlung systemspezifischer Größen rät.⁶⁴ Dies kann anhand von Tabellenwerten ähnlicher, bereits existierender RFID-Systeme geschehen.

⁶³ (Scholz-Reiter, B.; Gorltd, C.; Hinrichs, U.; Tervo, J.-T.; Lewandowski, M., [2007]: RFID-Einsatzmöglichkeiten und Potentiale in logistischen Prozessen. Mobile Research Center)

⁶⁴ Vgl. (Adamec, T., [2011]: Recycling von RFID. Fürth)

8.3.1.2.2 Ermittlung materialflussabhängiger Aufwände

Wie bereits erwähnt erfolgt die Quantifizierung der materialflussabhängigen Aufwände identisch wie bei der Bewertung der Nutzen anhand der bereits bekannten Formeln und Basen. Der einzige Unterschied zur Nutzenbewertung liegt jedoch in der alleinigen Verwendung der Formeln und (alternativen) Basen der internen Effekte, da die externen Effekte keinen Einfluss auf die unternehmensinterne Sphäre haben. Darüber hinaus scheidet die Basis „Schwundereignisse“ für die Aufwandsermittlung aus, da es sich dabei ausschließlich um einen Posten zur Ermittlung von Einsparungen handelt. Auch bei der Aufwandsbewertung werden die Basen in zweierlei Hinsicht unterteilt (siehe Abbildung 9). Auf der einen Seite gibt es eine Bewertung im Hinblick auf den Zeitaufwand und/oder auf den Ressourcenaufwand und auf der anderen Seite eine Unterscheidung nach dem Einsatzbereich. Dabei wird zwischen allgemeinen und spezifischen Basen differenziert, wobei es sich bei Ersteren um jene Basen handelt, die für die Bewertung von Aufwänden im Zusammenhang mit dem Materialfluss stehen. Bei Letzteren Basen besteht hingegen ein Zusammenhang mit den Aufwänden, die durch die Fehlererfassung anfallen. Während bei der Bewertung der Nutzeneffekte eine Prozessoptimierung bzw. ein Prozesswegfall zugrunde liegt, basiert die Bewertung der Aufwände auf neu hinzukommenden Prozessen bzw. einer Erweiterung der bestehenden Prozesse. Beispielsweise führt das nun notwendige Applizieren von RFID-Tags auf den Objekten des Materialflusses zu einem zusätzlichen Prozess. Dadurch entfällt in diesen Fällen auch die Anwendbarkeit der Zu- bzw. Abnahmequoten, da dafür schlichtweg der Ausgangspunkt für die Quantifizierung der Änderung fehlt.

Bewertung von	Basen	Einsatzbereich
	Zeitkontingent	Allgemeine Basen zur Bewertung materialflussabhängiger Aufwände und Aufwänden zur Behebung von Fehlerfassungen
	Ressourcenkontingent	
	Aufträge	
	Arbeitsvorgänge	
	Einheiten	
	Wegstrecke	
	Korrekturaufträge	Spezifische Basen zur Bewertung von Aufwänden zur Behebung von Fehlerfassungen
	Korrekturvorgänge	
	Fehler	
	Fehleinheiten	

Legende:

	Zeitaufwand		Ressourcenaufwand
--	-------------	--	-------------------

Abbildung 9: Basen für die Bewertung der quantitativen, materialflussabhängigen Aufwände (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 113)

Wie bereits im Abschnitt der Verhinderung von Erfassungsfehlern erläutert, erfolgt zur Sicherheit eine zweifache Speicherung der Daten in der Datenbank. Konsequenterweise bedeutet das allerdings auch eine Steigerung des Zeitaufwands, der auf der Basis „Einheiten“ in die Bewertung einfließen muss:

$$A_{DS} = N_{DS} \times Z_{DS} \times K_P$$

Formel 13: Aufwandsquantifizierung auf Grund der doppelten Datenspeicherung (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 113)

A_{DS}	... Aufwand zur doppelten Datenspeicherung
N_{DS}	... Anzahl an zu erfassenden Einheiten
Z_{DS}	... Benötigter Zeitaufwand zur Speicherung der Daten
K_P	... Mitarbeiterstundenlohn

Die Berechnung der Aufwände der spezifischen Basen erfolgt dabei in ähnlicher Form. Als Beispiel folgt die Bewertung von Aufwänden für die Behebung von Erfassungsfehlern auf Grund abgefallener bzw. defekter RFID-Tags entlang der Wertschöpfungskette. Befindet sich das datenträgerlose Produkt bereits am Ende der Wertschöpfungskette (Anm.: bereits beim Endkunden) erfolgt jedoch keine neuerliche Anbringung. Aus diesem Grund beinhaltet die Formel einen zusätzlichen (prozentuellen) Faktor „ f_{FE} “, mit der dieser Umstand berücksichtigt werden soll. Für die Bewertung dient in diesem Fall die Basis „Fehleinheiten“:

$$A_{AD} = N_{FRID} \times f_{FE} \times Z_{FE} \times K_P$$

Formel 14: Aufwandsquantifizierung für die doppelte RFID-Tag-Anbringung (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 113)

A_{AD}	...	Aufwand für die neuerliche RFID-Tag-Anbringung
N_{FRID}	...	Anzahl an Einheiten, bei denen der sich RFID-Tag abgelöst hat
f_{FE}	...	prozentueller Anteil (an N_{FRID}), die mit einem neuen RFID-Tag ausgestattet werden sollen
Z_{FE}	...	Benötigter Zeitaufwand pro Anbringung an einer Einheit
K_P	...	Mitarbeiterstundenlohn

Wie auch bereits bei der Bewertung der Nutzenpotentiale unterliegen die Annahmen und Variablen einer nicht vermeidbaren Unsicherheit. Im Rahmen der einmaligen Aufwände, die von der Materialflussmenge unabhängig sind, ist der Unsicherheitsfaktor üblicherweise sehr stark begrenzt. Das ist vor allem dadurch bedingt, dass anhand des konzeptionellen Projektvorhabens entsprechende Angebote eingeholt werden, die sich aus den einzelnen, vergleichsweise einfach kalkulierbaren Systemkomponenten zusammensetzen. Im Vergleich dazu stellt die Berücksichtigung der Unsicherheit jener Aufwände, die im Zusammenhang mit der Materialflussmenge stehen, eine herausforderndere Aufgabe dar. Dabei ist es insbesondere problematisch, dass die Annahmen über den Zeit- bzw. Ressourcenaufwand um den prognostizierten Erwartungswert pendeln. Auch hier kann der Einsatz von Wahrscheinlichkeitsverteilungen helfen, die negativen Auswirkungen des Unsicherheitsrisikos in der Bewertung abzubilden und zu berücksichtigen.

8.3.1.3 Ermittlung der Wirkung qualitativer Faktoren

Die bisherige Bewertung – sowohl der Nutzenpotentiale als auch der Aufwände – hat sich ausschließlich auf die quantitativen Faktoren bezogen. Für eine umfassende, ganzheitliche Bewertung ist demnach eine Einbeziehung sämtlicher Faktoren – auch von qualitativen Faktoren – Voraussetzung für eine verlässliche und aussagekräftige Entscheidungsempfehlung.

Abseits der quantitativen Einflüsse, beispielsweise durch Prozessrationalisierungen oder durch Prozessautomatisierungen, wird der Bewertungsverantwortliche mit qualitativen Effekten konfrontiert, die ebenfalls in der Bewertung Niederschlag zu finden haben. So kann auf Grund der quantitativen Verkürzung der Durchlaufzeit eine raschere Auslieferung der Produkte erfolgen, was nicht nur einen absoluten Wettbewerbsvorteil, sondern auch eine Steigerung des Umsatzes darstellen kann. Wie GILBERG (2009) außerdem herausstreicht, bedeutet der Einsatz von RFID für ein Unternehmen eine nicht zu vernachlässigende Aufwertung dessen Reputation auf Grund deren

damit verbundenen technologischen Fähigkeit, Know-How, Qualität und Effizienz.⁶⁵

Demgegenüber kann es jedoch anlässlich der Automatisierung und den damit verbundenen Folgen (Prozessentfall, Rationalisierung usw.) zu einer spürbaren Verunsicherung der Belegschaft kommen, die um ihren Arbeitsplatz bangt. Zudem weisen PETZOLDT & GEBERT (2011) darauf hin, dass der vermeintliche Vorteil des Objekttrackings auch zur Überwachung der mit dem Transport verbundenen Mitarbeiter eingesetzt werden kann.⁶⁶ Das zieht neben arbeitsrechtlichen Bedenken auch moralisch-ethische Bedenken nach sich. Diese negativen Auswirkungen – vor allem auf den nicht unwesentlichen Faktor „Mensch“ in dem Gesamtsystem – sind in der Lage die Arbeitszufriedenheit und –motivation einbrechen zu lassen. Die daraus resultierende Konsequenz kann eine bewusst oder aber auch unbewusst hervorgerufene Verlangsamung der (menschlichen) Arbeitsabläufe sein, die den prognostizierten SOLL-Prozessdurchlaufzeiten hinterher hinken und so die erwarteten Einsparungen nicht realisierbar machen. Um diesem Phänomen entgegen zu wirken betonen RHENSIUS & DÜNNEBACKE (2009) nicht nur die verminderten Einsparungen, sondern auch die dadurch hochschnellenden Kosten für Schulungen zur Bewusstseinsbildung und Stärkung der Mitarbeitermotivation bzw. –zufriedenheit zu berücksichtigen.⁶⁷

Wie diese Ausführungen zeigen, gibt es eine Vielzahl an qualitativen Faktoren, die auf die Aufwände und Nutzenpotentiale einwirken und in der Lage sind die Bewertung positiv wie auch negativ zu beeinflussen. Um dies mathematisch darzustellen impliziert dieser Umstand, dass jeder Einflussfaktor durch eine Kombination aus einem quantitativen und einem qualitativen Teil definiert ist. Die Intensität der qualitativen Beeinflussung wird dabei durch den Faktor f_{ql} angegeben, der für jeden Einflussfaktor individuell gilt:

⁶⁵ Vgl. (Gilberg, J., [2009]: Technische Ausgestaltung und wirtschaftliche Beurteilung des überbetrieblichen RFID-Einsatzes. Josef Eul Verlag)

⁶⁶ Vgl. (Petzoldt, K., Gebert, R., [2011]: RFID im Handel – Vor- und Nachteile aus Unternehmens- und Kundensicht. Institut für Betriebswirtschaftslehre der Technischen Universität Ilmenau)

⁶⁷ Vgl. (Rhensius, T., Dünnebacke, D., [2009]: RFID-Business Case Calculation. 3-stufiges Vorgehen zur Planung und Bewertung des RFID-Einsatzes. Klinkenberg Verlag)

$$E_{ges} = E_{qn} + E_{ql} = E_{qn} - (S_{RFIDqn} \times f_{ql})$$

$$A_{ges} = A_{qn} + A_{ql} = A_{qn} \times (1 + f_{ql})$$

Formel 15: Bestimmung des Gesamtaufwands bzw. der Gesamteinsparungen unter Berücksichtigung von Einflussfaktoren (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 115)

E_{ges} , A_{ges} ...	Gesamteinsparungen bzw. Gesamtaufwand des Einflussfaktors
E_{qn} , A_{qn} ...	Quantitativer Anteil von E_{ges} bzw. A_{ges}
E_{ql} , A_{ql} ...	Qualitativer Anteil von E_{ges} bzw. A_{ges}
S_{RFIDqn} ...	beobachteter Aufwand eines PBS nach der RFID-Einführung
f_{ql} ...	Faktor für den qualitativen Anteil

Von besonderer Bedeutung ist dabei, dass qualitative Einflussfaktoren vielseitige Auswirkungen haben können. So haben beispielsweise die verbesserte Materialfluss- und Lagerorganisation sowie die damit verbundene Optimierung der Transparenz der Lagerentnahmen gleich mehrere Effekte. Es kann damit nicht nur eine Steigerung der Planungssicherheit erreicht werden, sondern es wird darüber hinaus auch noch erreicht, dass Sicherheitsbestände weiter gesenkt werden können, die ansonsten auf Grund der Kapitalbindung und weiteren Risiken zu erheblichen Aufwänden führen würden. Des Weiteren können durch den Wegfall monotoner Arbeitsschritte Schulungskosten für Motivationsbildungsmaßnahmen eingespart werden. Das zeigt, dass anhand qualitativer Potentiale auch Aufwände eingespart werden können. Allerdings können qualitative Aufwände dementsprechend auch zu einer Steigerung der Aufwände führen. Das ist beispielsweise durch die nun unumgängliche Technikabhängigkeit der Fall, wodurch es notwendig wird spezielle Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, deren Aufgabe es ist Fehlfunktionen (z.B.: Systemcrash) des Systems abzuwenden. Zu guter Letzt ist es ebenfalls möglich, dass geplante Kostensenkungen auf Grund qualitativer Faktoren nicht in vollem Umfang realisiert werden können. Ein typisches Beispiel hierfür ist die durch die Demotivation der Mitarbeiter hervorgerufene, absichtliche Produktion von Erfassungsfehlern durch eine unsachgemäße Handhabung des an sich voll funktionsfähigen technischen Equipments.

Für den Bewertungsverantwortlichen ist es daher von Relevanz all jene quantitativen Faktoren herauszufiltern, die von qualitativen Faktoren beeinflusst werden. Des Weiteren sollte in diese Überlegung einfließen, dass ein quantitativer Faktor mitunter auch mehreren qualitativen Faktoren unterliegt. Selbstverständlich bedürfen wegfallende Prozessbausteine keiner weiteren Untersuchung auf qualitative Einflüsse, da diese nach der Umsetzung konsequenterweise keiner Beeinflussung mehr unterliegen können.

8.3.2 Schritt 5: Bewertung der Wirtschaftlichkeit

In einem abschließenden Bewertungsschritt gilt es die bereits ermittelnden Informationen zusammen zu fügen, um daraus fundierte, betriebswirtschaftliche Entscheidungen zu treffen.

8.3.2.1 Bildung der Kalkulationsstruktur & abschließende Ermittlung der Bewertungszielgrößen

Wie bereits zu Beginn dieser Arbeit beschrieben, ist es notwendig die vorher definierten Zielgrößen zu ermitteln, die über eine mögliche Implementierung entscheiden. Die hierfür in der Praxis gängigsten Kennzahlen sind der Kapitalwert und die dynamische Amortisationszeit. Damit ist die Übersicht gewährleistet, ob das Projekt während der Projektlaufzeit einerseits einen finanziellen Überschuss generieren kann und andererseits gibt die dynamische Amortisationszeit Aufschluss darüber, wie lange es dauert bis sich das Projekt über die dadurch erwirtschafteten Gewinne bzw. Abschreibungen selbst refinanziert hat.

Für die Berechnung der beiden Kennzahlen ist es daher erforderlich die ermittelten Aufwände und Einsparungen in einer übersichtlichen Kalkulationsstruktur gegenüber zu stellen, um diese in weiterer Folge stufenweise zu verrechnen (siehe Abbildung 10).

Aufwände: Für die Gegenüberstellung mit den Einsparungen müssen die Aufwände vorerst kumuliert werden. Demnach ergeben sich die Aufwände aus den drei bereits definierten Posten. Der erste dieser Posten umfasst die „einmaligen Investitionsaufwände“, die größtenteils im Zusammenhang mit der Projektimplementierung anfallen. Über die Projektlaufzeit hinweg kann es allerdings weiter zu einmaligen Aufwänden kommen – beispielsweise für

notwendige Ersatz- oder Erweiterungsinvestitionen. In dem Kontext gilt es außerdem die jährlich anfallenden Abschreibungen zu berücksichtigen, die steuerliche Vorteile hervorrufen und sich positiv auf die beiden Zielwerte auswirken. THOMMEN & ACHLEITNER (2009) verweisen dazu auf das Bundesfinanzministerium*, das für sämtliche Arten von Anlagevermögen konkrete Abschreibungsstrukturen zur Verfügung stellt.⁶⁸ Diese sogenannten AfA-Tabellen sind steuerlich nicht verpflichtend, wodurch es jedem Unternehmen obliegt individuelle Abschreibungspläne – unter Vorbehalt der gesetzlichen Rahmenbedingungen – zu entwickeln und anzuwenden. Der zweite Aufwandsposten betrifft die „laufenden, übergeordneten Aufwände“, die keinem Prozessbaustein direkt zugeordnet werden kann. Dabei handelt es sich beispielsweise um Aufwände für den Infobroker zum verstärkten Austausch von Daten zwischen den Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette sowie um anfallende Lizenzgebühren für die eingesetzte Software des RFID-Systems. Zu guter Letzt müssen noch die PBS-spezifischen „laufenden Aufwände“ in die Berechnungsstruktur einfließen, die direkt bei den Prozessbausteinen anfallen.

Einsparungen: Des Weiteren gilt es die gesammelten Berechnungen bezüglich der Einsparungen in die Kalkulationsstruktur zu integrieren. Dazu müssen jedoch erst die beiden Bereiche an Einsparungen zusammengefasst werden. Der erste Teil entspricht dabei den positiven internen Effekten, die sich aus den beiden Posten „Effekte in den Bereichen“ und „Effekte in den Prozessbausteinen“ zusammensetzen. Dabei ergibt sich Ersteres aus Einsparungen, die auf Grund des RFID-Einsatzes positive interne Effekte – einerseits unmittelbar am Materialfluss (direkte Bereiche) und andererseits an den damit verbundenen verwaltungstechnischen Tätigkeiten (indirekte Bereiche) – erzeugen. Dabei handelt es sich unter anderem um den Wegfall manueller Tätigkeiten (z.B.: manuelle Objekterfassung via Scanner = direkter Bereich) oder die Vermeidung von Papieraufwand (= indirekter Bereich). Vor allem aber der Einkauf profitiert durch die Einführung von RFID auf Grund des nunmehr automatisierten Bestellwesens und den damit freiwerdenden Ressourcen (= indirekter Bereich). Die „Effekte in den Prozessbausteinen“ ergeben sich hingegen aus den aufsummierten laufenden PBS-spezifischen Einsparungen. Der zweite Teil an Einsparungen basiert auf den externen Effekten, die zwar Einfluss auf den

⁶⁸ (Thommen, J.-P., Achleitner, A.-K., [2009]: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 6. Auflage. Gabler Verlag)

Betriebserfolg haben, den Materialfluss an sich aber unberührt lassen. Ein Beispiel dafür wäre die Verringerung an Schadenersatzzahlungen oder die durch die RFID-Technologie realisierbaren Umsatzsteigerungen.

Für die weitere Zielgrößenberechnung werden nun die „Effekte in den Prozessbausteinen“ und die „Effekte in den Bereichen“ (= interne Effekte) mit den „externen Effekten“ zu dem Posten „Zahlungsströme der Effekte“ zusammengefasst. Die Gegenrechnung mit den „laufenden übergeordneten Aufwänden“ ergibt die vollständige Zahlungsstromstruktur des Projekts. Für die abschließende Berechnung der beiden Zielgrößen Kapitalwert und (dynamische) Amortisationszeit müssen diese Zahlungsströme schlussendlich mit den einmaligen Investitionsaufwänden gegengerechnet werden. Abbildung 10 weist anhand der Kalkulationsstruktur zudem ergänzend darauf hin, dass sich sämtliche Einflussfaktoren auf die Aufwände und Nutzenpotentiale auswirken und damit auch indirekt Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit haben.

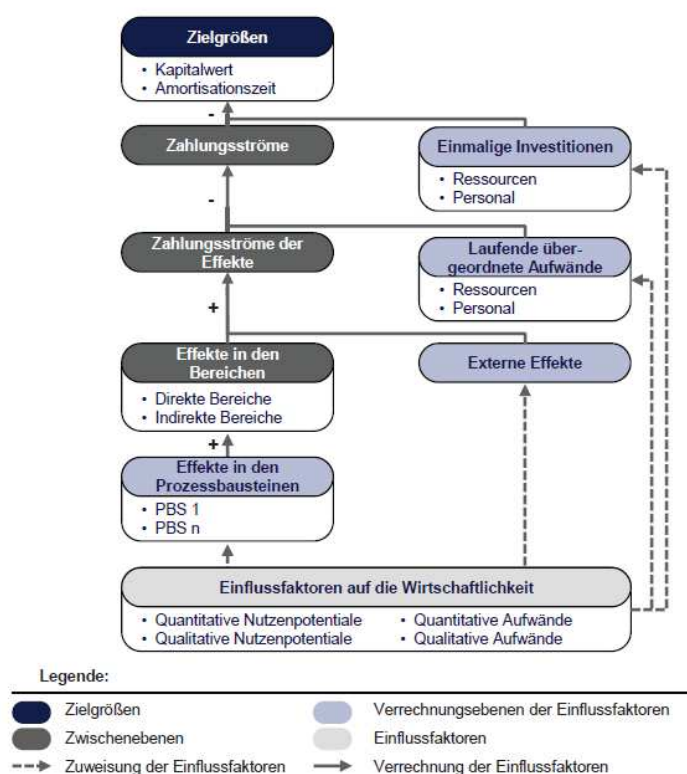


Abbildung 10: Aufbau der Kalkulationsstruktur für die Wirtschaftlichkeitsbewertung (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 125)

8.3.3 Schritt 6: Analyse der Bewertung

In einem letzten Schritt dieser Bewertungsmethode nach IRRENHAUSER (2014) soll nun noch eine Art ex post Analyse erfolgen, um die risikobehaftete, weitreichende RFID-Umsetzungsentscheidung nochmals zu prüfen und eventuell weitere Optimierungen zu erkennen. Dazu erfolgt in einer ersten Analyse – der Systemanalyse – die Suche nach noch unentdecktem Potential mit dem Ziel weitere Wirtschaftlichkeitssteigerungen zu fokussieren. Im Zuge der Systemanalyse wird eine weitere Analyse durchgeführt – die Break-Even-Analyse – bei der die Anzahl an Produktbewegungen ermittelt wird, die mindestens erfolgen müssen, um das Projekt aus einer betriebswirtschaftlichen Perspektive sinnvoll umzusetzen. Nachdem diese Analysen durchgeführt wurden, gilt es in weiterer Folge mögliche Ausgleichszahlungen in die Bewertung zu integrieren, die nötig sind, um bestimmte Geschäftspartner (zumeist Zulieferer) aus der Wertschöpfungskette für die Implementierung von RFID zu gewinnen (siehe dazu Punkt 6.1.2.3 – „Gewinnverteilung mit VMI“ sowie Punkt 6.2.1 – „Cost-Benefit-Sharing (CBS)“). In der sogenannten „Ausgleichsanalyse“ gilt es daher mögliche Zusatzkosten in die Bewertung zu integrieren, die für eine balanceherstellende Umverteilung von Kosten und Nutzen unter den Mitgliedern sorgen soll. Die abschließende Analyse im letzten Schritt der Bewertung ist die „Expansionsanalyse“. Diese Analyse soll eine mögliche Erweiterung nach erfolgreicher Umsetzung des RFID-Vorhabens fokussieren und auf ihr(e) Sinnhaftigkeit, Wirtschaftlichkeit und Potential überprüfen.

8.3.3.1 Systemanalyse

Die Systemanalyse verfolgt das Ziel die Grundlagen der bisherigen Bewertung nochmals kritisch zu betrachten und weitere Optimierungen bzw. Einsparungen zu identifizieren. Dazu beschäftigt sie sich mit folgenden drei Fragestellungen:

i. Identifikation weiterer Einsparungen von Zeit und Ressourcen an den Prozessbausteinen:

Der Hintergrund dieser ersten Fragestellung ist das Erzielen neuer Einsparungen, die beispielsweise auf Grund organisatorischer Restrukturierungen realisiert werden können. Die Konzentration liegt dabei auf einer gezielten Zeit- und

Ressourcenoptimierung bei gleichzeitiger Wahrung der Prozessdurchlaufzeit und Prozessqualität. Das zentrale Problem der bisherigen Bewertung liegt in der gesonderten Betrachtung der einzelnen Prozessbausteine, die ein übergeordnetes Einsparungspotential verhindert. Demnach führt die Automatisierung zwar zu einer Zeiteinsparung innerhalb eines PBS und damit zu einer Freisetzung von Zeitressourcen, jedoch bedeutet dies häufig noch keine absolute Einsparung, da der Mitarbeiter trotzdem im PBS beibehalten wird. Es handelt sich dabei nur um eine Verkürzung von Bearbeitungszeiten, die allerdings nicht betriebswirtschaftlich wirksam werden, solange die gewonnen Zeitressourcen nicht wieder *vollständig* für weitere produktive Arbeiten eingesetzt werden. Erst eine vollständige Substitution der nun freigewordenen Zeit durch eine zusätzliche Verrichtung oder eine vollständige Freisetzung von Mitarbeiterressourcen aus einem Prozessbaustein würde die gewünschte, wirksame Kostensenkung bringen. Dazu ist es allerdings notwendig, dass eine Zeiteinsparung im Umfang einer kompletten Arbeitsschicht erreicht wird.

In der Praxis erfolgt eine lückenlose Einsparung einer ganzen Arbeitsschicht innerhalb eines isolierten Prozessbausteins jedoch nur mit einer äußerst geringen Wahrscheinlichkeit, wozu es einer verlässlicheren Methode bedarf. Die Lösung für diese Problematik ist eine einfache Verflechtung von Mitarbeiterressourcen aus mehreren Prozessbausteinen (Anm.: sofern dies ablauforganisatorisch möglich ist), wodurch man sich die Vorteile des Pooling-Effekts zu Nutze macht. Dazu ist es jedoch vorerst notwendig die Mitarbeiter nach ihren Tätigkeiten in vordefinierte Mitarbeitertypen (MAT) einzuteilen. Beispielsweise können so Lagerarbeiter oder Staplerfahrer als jeweils ein Mitarbeitertyp bestimmt werden. Durch die PBS-übergreifende Verfügbarkeit von Mitarbeiterressourcen gleicher MAT, können die Zeiteinsparungen aus den einzelnen PBS im Optimalfall so lange kumuliert werden, bis eine Einsparung einer vollständigen Schicht vorliegt.

Abbildung 11 zeigt eine beispielhafte Einsparungsübersicht von Zeitressourcen entlang einer Prozesskette, bestehend aus vier Prozessbausteinen, an denen wiederum vier unterschiedliche Mitarbeitertypen eingesetzt werden:

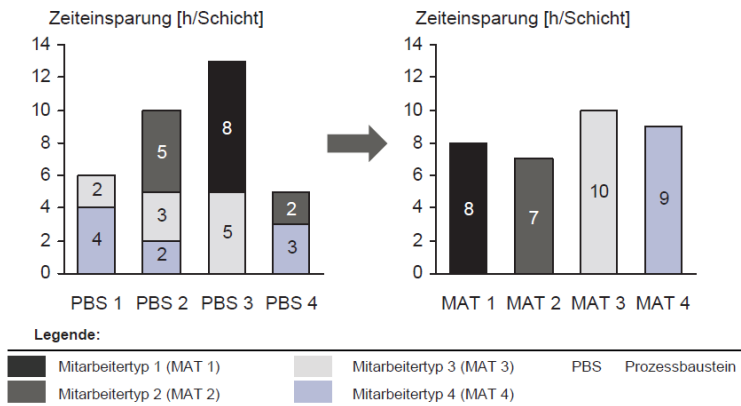


Abbildung 11: Graphische Darstellung der Zeiteinsparungen nach Mitarbeitertypen unterteilt (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 129)

Durch die Einführung von RFID kann entsprechend dem linken Graphen eine Zeiteinsparung an jedem Prozessbaustein realisiert werden. Für die Umsetzung der Pooling-Strategie wurden diese Zeiteinsparungen (Anm.: in eingesparten Stunden pro Arbeitsschicht) für jeden PBS gemäß den Mitarbeitertypen unterteilt, wodurch in weiterer Folge der rechte Graph erstellt werden kann. Dieser ist so konzipiert, dass aus den vier genannten PBS sämtliche Zeiteinsparungen nach den definierten Mitarbeitertypen zusammengefasst werden können. Bei einer praxisüblichen Schichtlänge von acht Stunden ergibt sich daher eine punktgenaue Einsparung einer vollständigen Arbeitsschicht des Mitarbeitertypen 1. Wie bereits vorhin erwähnt, bedeutet eine Rationalisierung einer Arbeitskraft nicht zwangsläufig ein Ausscheiden des Mitarbeiters aus dem Unternehmen. Durch den Einsatz der Arbeitskraft an anderer Stelle, wodurch zusätzliche Tätigkeiten verrichtet werden können, ergibt sich daraus ebenfalls eine Einsparung im Sinne der Wirtschaftlichkeitssteigerung.

Die restlichen MAT erzielen lediglich suboptimale Einsparungsmöglichkeiten. Da jedoch die MAT 3 und 4 eine Einsparung einer Arbeitsschicht um eine bzw. zwei Stunden überschreiten, können in beiden Fällen Mitarbeiter freigesetzt werden. Die restliche(n) Stunde(n) der MAT 3 und 4 könnten in weiterer Folge durch den Einsatz von Teilzeitarbeitsplätzen optimal gelöst werden, sofern dies mit den Abläufen vereinbar ist. Bezüglich des MAT 2 kann auf Grund der Einsparung von weniger als 8 Stunden keine vollwertige Freisetzung erreicht werden. In diesem Fall gilt es ebenfalls zu untersuchen, ob eine Einführung einer Teilzeitstelle nicht doch die gewünschte Einsparung im Umfang von 7 Stunden erzielen kann.

Zu erwähnen bleibt, dass der Einsatz der Mitarbeiter nun PBS-übergreifend erfolgt, wodurch eine strikte Abstimmung der Arbeitseinteilung in den Bereichen notwendig wird. Zudem erfordert dies neben der grundlegenden Machbarkeit (Anm.: bedingt durch die Organisation) auch die Koordination der Bereichsleiter.

Neben den Mitarbeiterzeitressourcen kann in gleicher Weise eine Systemanalyse für die eingesetzten technischen Ressourcen (z.B.: Maschinen, Beförderungsmittel usw.) vorgenommen werden.

ii. Erfassungspunkte

Einen weiteren wesentlichen (Kosten-)Bestandteil des RFID-Systems nehmen die Erfassungspunkte ein, weshalb es auch hier absolut erforderlich ist eine Systemanalyse durchzuführen. Demnach gilt es hier die EP auf ihre Wirtschaftlichkeit bzw. deren Optimierung zu prüfen.

Dazu ist es vorerst notwendig die monetären Nutzenpotentiale den einzelnen Events zuzuordnen, d.h. die Einsparungen müssen den Events gutgeschrieben werden, um diese in weiterer Folge zu den Erfassungspunkten zusammenfassen (Anm.: sofern ein Erfassungspunkt aus mehreren Events besteht). Im Fall von wegfallenden Prozessen sind die daraus entstehenden Einsparungen den Events verursachungsgemäß zuzuteilen. Alternativ und zum Zwecke der Vereinfachung können die daraus entstandenen Einsparungen auch zu gleichen Teilen auf sämtliche Events aufgeteilt werden, was allerdings zu einer Verzerrung der tatsächlichen Eventwirtschaftlichkeit (Anm.: und in weiterer Folge auch zu einer Verzerrung der EP-Wirtschaftlichkeit) führen würde. Die dafür erforderlichen Eventeinsparungsvolumina sind dabei aus der bereits erstellten Kalkulationsstruktur ablesbar.

Analog zu den Einsparungen müssen auch die Aufwände eine Zuteilung erfahren, wobei deren Höhe ebenfalls aus der Kalkulationsstruktur entnommen werden kann. Dabei lassen sich die Aufwände anhand ihrer Abhängigkeit (bzw. Unabhängigkeit) zu den Erfassungspunkten unterscheiden. Während EP-abhängige Aufwände einem bestimmten EP direkt zurechenbar sind (z.B.: Antennen, Gates usw.), lassen sich EP-unabhängige Aufwände (z.B.: Aufwände für Lizenzen, allgemeine Wartungskosten, neu hinzukommende Prozessbausteine usw.) nur indirekt auf alle Erfassungspunkte verteilen.

Wie auch schon bei der Systemanalyse zur Optimierung des Zeit- und Ressourceneinsatzes dient die Abbildung 12 als Illustration zur Optimierung der Erfassungspunkte:

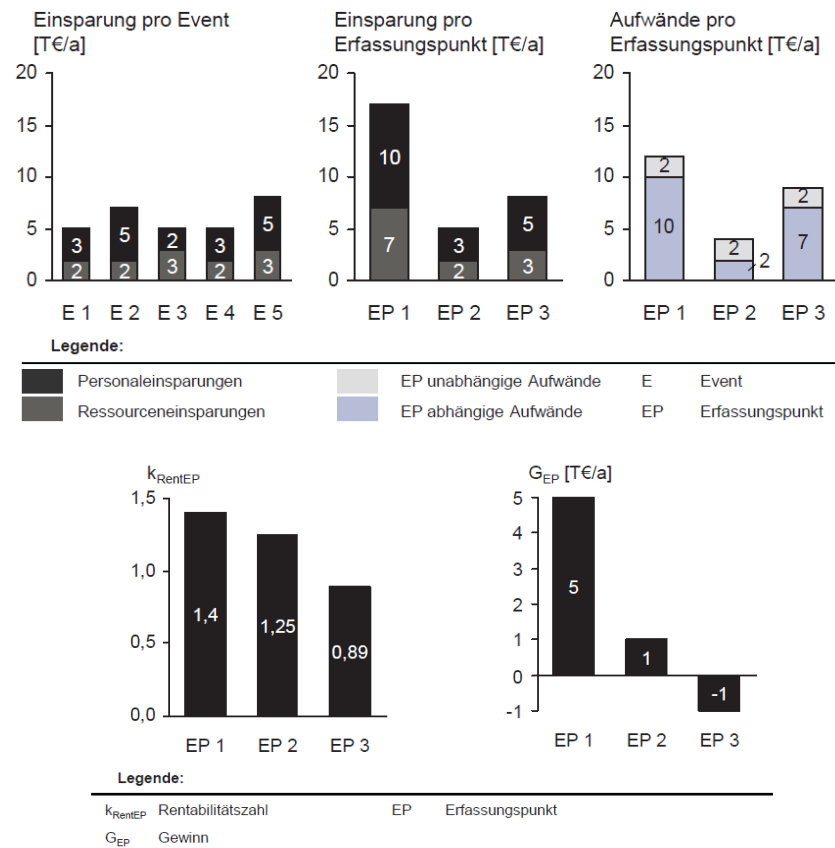


Abbildung 12: Systemanalyse zur Optimierung der Erfassungspunkte (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 130-131)

Das erste Diagramm zeigt die mit der RFID-Technologie realisierbaren Einsparungen nach Events, wobei diese noch zusätzlich in Personal- bzw. Ressourceneinsparungen unterteilt sind. Entsprechend der Prozessmodellierung gilt es nun sämtliche Events mitsamt deren Einsparungen zu jeweiligen Erfassungspunkten zuzuteilen und zusammenzufassen. In diesem Beispiel besteht der EP 1 aus den ersten drei Events, wodurch sich für den Erfassungspunkt 1 Einsparungen in Höhe von insgesamt 17 T€/a ergeben. Die restlichen beiden Events sind jeweils als eigener Erfassungspunkt definiert, wobei der EP 2 Einsparungen von 5 T€/a und der EP 3 Einsparungen von 8 T€/a aufweist. Für die folgende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der EP bedarf es noch der Aufwandszuteilung – wie im letzten Diagramm ersichtlich. Aus den so kumulierten Daten lassen sich in weiterer Folge die beiden Kennzahlen ermitteln, die die Vorteilhaftigkeit der EP mathematisch veranschaulichen sollen:

$$k_{RentEP} = \frac{E_{EP}}{A_{EP}}$$

$$G_{EP} = E_{EP} - A_{EP}$$

Formel 16: Bestimmung der relativen (li.) und absoluten (re.) EP-spezifischen Vorteilhaftigkeit (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 130)

k_{RentEP} ...	EP-spezifische Rentabilität
E_{EP} ...	realisierbare Einsparung eines bestimmten EP
A_{EP} ...	anfallende Aufwände eines bestimmten EP
G_{EP} ...	realisierter Gewinn (bzw. Verlust) eines EP

Auf Grund der mathematischen Abhängigkeit der beiden Kennzahlen von E_{EP} und A_{EP} deuten beide in dieselbe Richtung, wobei die Rentabilitätskennzahl eine relative und die Gewinnkennzahl eine absolute Vorteilhaftigkeit eines EP illustrieren. Für die Rentabilitätskennzahl k_{RentEP} bedeutet damit ein Wert, der größer als 1 ist, dass der betrachtete EP wirtschaftlich und eine RFID-Implementierung für diese Events vorteilhaft ist.

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass EP 1 und EP 2 eine Rentabilität von über 1 aufweisen und der entsprechende absolute Gewinn konsequenterweise ebenfalls positiv ist. Lediglich der EP 3 ist aus einer betriebswirtschaftlichen Perspektive (zumindest auf den ersten Blick) als unwirtschaftlich zu bewerten, da die Rentabilitätskennzahl unter 1 liegt und letztendlich ein Verlust von 1 T€/a erlitten wird. Aus diesem Grund ist dessen Umsetzung an dieser Stelle genauer zu prüfen. Bei genauerer Betrachtung gilt es daher herauszufinden, inwieweit die realisierbaren Einsparungen dazu beitragen können die variablen Aufwände (= EP-abhängig) zu übersteigen, um daraus einen positiven Deckungsbeitrag zu erwirtschaften.

$$DB_{EP} = E_{EP} - A_{EPa}$$

Formel 17: Quantifizierung des EP-spezifischen Deckungsbeitrags (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 131)

DB_{EP} ...	Deckungsbeitrag des EP
E_{EP} ...	realisierbare Einsparung eines bestimmten EP
A_{EPa} ...	variable Aufwände (= EP-abhängig)

Bei genauerer Betrachtung wird ersichtlich, dass EP 3 in der Lage ist einen Teil der insgesamt anfallenden Fixkosten zu decken, die bei dessen Nichtumsetzung

zu einer stärkeren Belastung der beiden anderen EP führen würde, wodurch folglich deren Wirtschaftlichkeit leiden bzw. deren Umsetzung zunehmend gefährdet werden würde. Nachdem die Einsparungen von 8 T€/a die variablen Aufwände von 7 T€/a übersteigen, liefert der EP 3 eine Fixkostendeckung in Höhe von 1 T€/a. Demnach erscheint eine Umsetzung des EP 3 trotzdem als wirtschaftlich sinnvoll.

iii. Break-Even-Analyse

Neben der Systemanalyse zur Ermittlung der Vorteilhaftigkeit sowie weiterer Optimierungen, stellt die Break-Even-Analyse ein zusätzliches ex-ante Analysewerkzeug für die diffizile und folgenschwere Entscheidung des Bewertungsverantwortlichen dar. Der BE-Analyse kommt eine besondere Bedeutung zu, da durch sie ermittelt wird ab welcher Anzahl an Objekterfassungen das RFID-Projekt die Gewinnschwelle überschreitet und beginnt rentabel zu werden. Das Ziel dieser Analyse ist es daher die sogenannte kritische Menge zu eruieren und diese mit den Nachfrageprognosen abzugleichen. Ab dem Zeitpunkt an dem diese kritische Menge überschritten wird, bedeutet jede weitere Objekterfassung eine Zunahme der Wirtschaftlichkeit (Anm.: zumindest solange keine zusätzlichen Fixkosten anfallen). Grundlage dieser Analyse sind die bereits bestimmten monetären Nutzen und Aufwände. Dazu gilt es sämtliche zugrunde liegende Werte (Anm.: die Gesamteinsparungen und Gesamtaufwände) für eine einheitliche Zeitperiode zu bestimmen. Auf Grund von eventuellen saisonalen Schwankungen empfiehlt sich daher die Wahl eines (Wirtschafts-)Jahres. Wie in der folgenden Formel zur Quantifizierung des Gesamtaufwandes zu sehen ist, setzt sich dieser aus drei Teilen zusammen. Das sind zum einen die (durchschnittlich nutzungsdauerbezogenen, jährlichen) einmaligen Investitionen, die laufenden Betriebsaufwände sowie Aufwände für die RFID-Tags in einem Open-loop-System (siehe Punkt 5.1 – „Klassifizierung der Zusammenarbeit“). (Anm.: In einem Closed-loop-System wären die RFID-Tag-Aufwände gleich Null, da durch die geschlossene Zirkulation der Tags keine stetige bzw. teilweise Neuanschaffung notwendig wäre). Bei Letzterem ist es zudem notwendig die durchschnittlichen RFID-Tag-Kosten derjenigen Objekte zu ermitteln, die den Kreislauf verlassen. Die Bildung des Durchschnitts ist dadurch bedingt, dass in derartigen Netzwerken üblicherweise eine Vielzahl an unterschiedlichen Objekten

geführt wird, deren Tags ebenso unterschiedliche Anforderungen erfüllen müssen. Sollte nur eine Art an RFID-Tags in Verwendung sein, könnte die Summenproduktfunktion durch ein einfaches Produkt aus $a \times A_{\text{Objekt}}$ ersetzt werden.

$$A_{gesj} = A_{Invest} + A_{Betrieb} + n_j \times \phi A_{RFID-Tag}$$

$$\phi A_{RFID-Tag} = \sum_{i=1}^n a_{iA} \times A_{Objekti}$$

Formel 18: Bestimmung der jährlichen Gesamtaufwände (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 133)

$A_{gesj} \dots$	jährliche Gesamtaufwände
$A_{Invest} \dots$	durchschnittlich (nutzungsdauerbezogene) jährliche einmalige Invest.
$A_{Betrieb} \dots$	jährlicher, laufender Betriebsaufwand
$n_j \dots$	jährliche Anzahl an Objekten (bei Closed-loop: $n_j = 0$)
$\phi A_{RFID-Tag} \dots$	durchschnittl. RFID-Tag-Aufwand pro Objekt
$a_{iA} \dots$	spezifischer Anteil von Objekt i von der Gesamtheit aller Objekte, die auf Grund des Open-loop-Systems an den Endkunden geliefert wird und deshalb aus dem Kreislauf ausscheiden.
$A_{Objekti} \dots$	spezifische RFID-Tag-Aufwand für ein bestimmtes Objekt i
$i, n \dots$	Laufvariablen der Summenproduktfunktion

Nachdem der Gesamtaufwand nun bestimmt werden konnte, bedarf es der weiteren Ermittlung der Gesamteinsparungen, um auf die kritische Menge schließen zu können. Die folgende Formel für die Gesamteinsparungen ergibt sich konsequenterweise aus dem Produkt der Anzahl an Objekten pro Jahr und den durchschnittlichen Einsparungen pro Objekt. Dabei ist darauf zu achten, dass nur Einsparungen durch die internen Effekte berücksichtigt werden, da externe Effekte keinen direkten Einfluss auf das individuelle Objekt haben. Eine Unterscheidung des Open-loop- bzw. Closed-loop-Systems ist nicht notwendig, da sowohl jene Objekte, die das Netzwerk verlassen als auch jene Objekte, die im Netzwerk verbleiben, das System durchlaufen und so von den internen Effekten gleichermaßen profitieren. Die Höhe der monetären Einsparungen basiert – wie auch schon bei den Aufwänden – auf der Kalkulationsstruktur.

$$E_{gesj} = n_j \times \phi E_{Objekt}$$

Formel 19: Bestimmung der jährlichen Gesamteinsparungen (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 134)

E_{gesj} ...	jährliche Gesamteinsparungen
n_j ...	jährliche Anzahl an Objekten
ϕE_{Objekt} ...	durchschnitt. Einsparungen/Objekt

Anhand der ermittelten Gesamtaufwände und –einsparungen lässt sich weiter die jährliche kritische Objektmenge bestimmen, ab der das Projekt rentabel wirtschaften kann. Diese Menge lässt sich sowohl rechnerisch als auch graphisch ermitteln und wird in Abbildung 13 dargestellt. „Wie LEE & LEE (2010) ausführlich beschreiben, ist eine *Indifferenz der Vorteilhaftigkeit des beobachteten Projektes in jenem (Schnitt-)Punkt gegeben, indem die Höhe der Aufwände ident mit jener Höhe der Einsparungen ist*“⁶⁹:

$$A_{gesj} = E_{gesj}$$

Das bedeutet demnach gleichzeitig, dass ein Ungleichgewicht dieser beiden Werte, beispielsweise höhere Aufwände, eine Projektimplementierung betriebswirtschaftlich nicht sinnvoll erscheinen lässt. Im umgekehrten Fall (Anm.: bei größeren Einsparungen) gilt das Projekt als rentabel.

Zur Ermittlung des Break-Even-Points (BEP) muss die obige Gleichung nach der gesuchten kritischen Menge n^* aufgelöst werden:

$$E_{gesj} = n^* \times \phi E_{Objekt} = A_{Invest} + A_{Betrieb} + n^* \times \phi A_{RFID-Tag} = A_{gesj}$$

$$n^* \times \phi E_{Objekt} - n^* \times \phi A_{RFID-Tag} = A_{Invest} + A_{Betrieb}$$

$$n^* \times (\phi E_{Objekt} - \phi A_{RFID-Tag}) = A_{Invest} + A_{Betrieb}$$

$$n^* = \frac{A_{Invest} + A_{Betrieb}}{\phi E_{Objekt} - \phi A_{RFID-Tag}} = \frac{K_f}{DB}$$

Formel 20: Herleitung der Formel für die kritische Menge n^* (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 136)

⁶⁹ Vgl. (Lee, I.; Lee, B. C. [2010]: An investment evaluation of supply chain RFID technologies: A normative modeling approach. Production Economics 125) S. 313-323

Dabei lässt sich beobachten, dass die beiden Aufwände im Zähler den klassischen Fixkosten K_f und die Subtraktion im Nenner dem klassischen Deckungsbeitrag DB entsprechen.

Wie bereits erwähnt gibt es neben der rechnerischen Lösung ebenfalls die Möglichkeit der graphischen Lösung (siehe Abbildung 13), bei der sowohl das Closed-loop-System als auch das Open-loop-System eingezeichnet ist. Im Bezug auf Ersteres ist zu erwähnen, dass die Gesamtaufwände auf Grund der konstanten Zirkulation der RFID-Tags im Netzwerk als eine einmalige (Anfangs-)Investition angesehen werden kann, die lediglich im Fall einer ansteigenden Objektmenge – durch wachsende Nachfrage – dementsprechend einmalig erweitert werden muss. In der Graphik ist dieser Umstand in Form der horizontalen Geraden zu erkennen. Die rechnerische Erklärung dafür ergibt sich durch den Formelaufbau, dessen Aufwand lediglich aus der einmaligen Investition und dem laufenden Betriebsaufwand besteht und somit keinen variablen Bestandteil besitzt.

Im Gegensatz dazu besitzt die Formel für den Gesamtaufwand im Open-loop-System genau diesen variablen Bestandteil in Form von $n_j \times \phi A_{RFID-Tag}$. Die unstetige, stufenweise Abflachung der Steigung der Aufwandsgeraden ist dabei durch Preisnachlässe für die steigende Abnahmemenge von RFID-Tags bedingt.

Die entscheidende zweite Gerade in der Graphik stellt die Einsparungen dar, die auf Grund der direkten Abhängigkeit von der Objektmenge vom Nullpunkt der beiden Achsen ausgehen. Wie in der Formelherleitung der kritischen Menge bereits festgestellt, gilt es in der graphischen Lösung den Schnittpunkt der Aufwands- und Einsparungsgeraden zu finden, in dem die Rentabilität gleich Null entspricht. Somit ergeben sich hinsichtlich der beiden Aufwandsgeraden dementsprechend zwei Schnittpunkte a (Closed-loop-System) und b (Open-loop-System), wobei Letzterer auf Grund des laufenden RFID-Tag-Bedarfs eine höhere kritische Menge n^* pro Jahr aufweist.

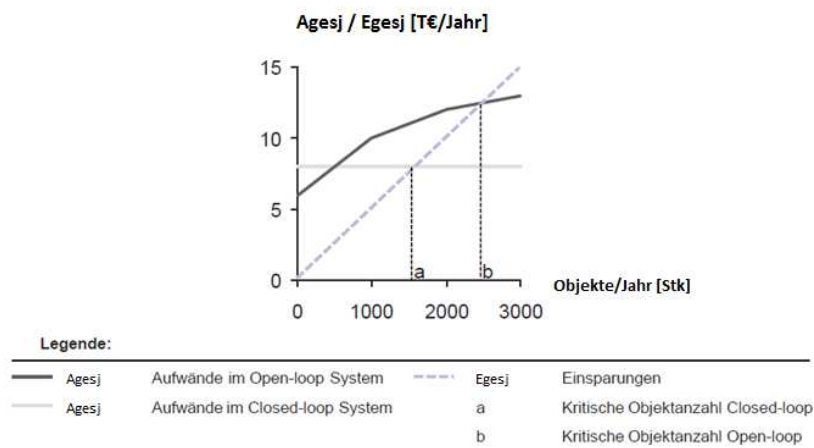


Abbildung 13: Graphische Ermittlung der kritischen Menge n^* (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 136)

Für einen wirtschaftlichen Einsatz ist es daher notwendig, dass die jährliche Objektmenge stets über jener der kritischen Menge liegt. Des Weiteren ist es damit für den Bewertungsverantwortlichen möglich Objektmengenszenarien durch zu führen, die weiteren Aufschluss über die Rentabilität des Systems geben können. In dem Zusammenhang bleibt jedoch auch zu erwähnen, dass ab einer gewissen Erweiterung/Senkung der Objektmenge stufenweise Fixkosten zu berücksichtigen sind. Letztlich gilt es einzuschätzen, ob die ermittelte kritische Menge bereits vor der Projektimplementierung als realistisch angesehen werden kann.

8.3.3.2 Ausgleichsanalyse

Gerade durch den überbetrieblichen Einsatz von RFID ergeben sich für die involvierten Unternehmenspartner vielfältige Vorteile und Erleichterungen, die jedoch auf Grund der Position im Netzwerk oftmals ungleich stark verteilt sein können. Bei einigen Beteiligten kann es daher zu einer größeren – vor allem monetären – Belastung (= Aufwand) als Entlastung (= Nutzen, Einsparungen) kommen. Wie bereits in Punkt 6.1.2.3 („Gewinnverteilung mit VMI“) festgestellt, profitieren Unternehmen oftmals umso stärker, je weiter hinten es in der Netzwerkstruktur angeordnet ist. Es kommt daher zu einer ungleichen Verteilung der Kosten und Nutzen, die durch eine eigene Theorie des Cost-Benefit-Sharing (CBS) versucht wird auszugleichen. TRIBOWSKI (2009) beschreibt CBS dabei als die Grundlage für eine faire Auf- bzw. Verteilung der wirtschaftlichen Vor- und

Nachteile mit dem Bestreben dem Projektvorhaben sowie dem gesamten Netzwerk eine erfolversprechende Nachhaltigkeit zu garantieren.⁷⁰

Auf Grund der strukturellen Prozessabfolge entlang eines Netzwerks ergeben sich üblicherweise mit zunehmendem Fortschritt stetig wachsende Potentiale, die sich letztlich häufig auf Kosten der Unternehmen am Netzwerkursprung ergeben. Der Grund dafür liegt in den wachsenden Einsparungspotentialen, die durch die steigenden Prozessunterstützungen im Laufe der Wertschöpfung zunehmen und bereits beim Wareneingang für eine effizientere Erfassung sorgen. Um das unternehmensübergreifende Projektvorhaben vor einem vorzeitigen Scheitern zu bewahren, kann es daher notwendig sein schon während der Bewertungsphase mögliche Kompensationszahlungen (Anm.: sowohl eingehende als auch ausgehende) mit einzubeziehen. *„Zudem sind bei der Umsetzung einige Prämissen, wie die Datengeheimhaltung, die Fairness, die Robustheit gegen Manipulation und RFID-spezifische Gesichtspunkte, wie technische Standards, zu berücksichtigen.“*⁷¹

Zur Ermittlung der Kompensation und zur Berücksichtigung sämtlicher Faktoren empfiehlt IRRENHAUSER (2014) die Anwendung der Ausgleichsanalyse, das sich in zwei Modelle unterteilt – das Rahmenmodell und das Vorgehensmodell. Ersteres beschäftigt sich mit den Rahmenbedingungen und den damit zusammenhängenden Einflussfaktoren, die auf das Vorhaben einwirken. Anhand des Vorgehensmodells wird daraufhin das Ausmaß des Ausgleichs auf Basis des Rahmenmodells ermittelt. In weiterer Folge wird vorerst das Rahmenmodell beschrieben, das aus folgenden Bereichen besteht:

- **Netzwerkleitungskreis:** Der Netzwerkleitungskreis entspricht einer Kommission, bestehend aus Vertretern der an dem RFID-Projekt beteiligten Unternehmen, die über eine entsprechende Entscheidungsbefugnis verfügen. Der übergeordnete Zweck dieser Kommission ist die unternehmensübergreifende Abstimmung und Koordination der Planung, der Umsetzung, des laufenden Betriebs sowie eines eventuell folgenden Ausbaus des RFID-Einsatzes. Darüber hinaus beschäftigt sich der Zirkel mit der Verhandlung über Ausgleichszahlungen im Sinne des CBS, der Bestimmung

⁷⁰ Vgl. (Tribowski, C., [2009]: RFID-Enabled Cooperation in the Supply Chain. Fakultät für Wirtschaftswissenschaften Humboldt-Universität. Berlin)

⁷¹ (Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag) S. 137

verbindlicher Grundsatzregeln sowie mit dem jeweiligen Stimmrecht (Anm.: dieses kann sich nach dem Wertschöpfungsanteil, dem Investitionsumfang, dem zu tragenden Risiko usw. richten). Das oberste Ziel des Netzwerkleitungskreises muss es sein einen angemessenen, gerechten Mittelweg für alle Beteiligten zu finden, da nur auf diese Weise ein gemeinsames, erfolgreiches Wirtschaften ermöglicht wird.

Regeln: Da in der Praxis üblicherweise ein Streben zur Stärkung der individuellen Verhandlungsposition beobachtet werden kann, ist es notwendig verbindliche Regeln zu vereinbaren, deren Missachtung entsprechende Konsequenzen hat. Dies entspricht einem wesentlichen Fundament zur Vermeidung von opportunistischem Verhalten sowie zur die Schaffung von Vertrauen. RIHA & WEIDT (2004) empfehlen in dem Zusammenhang folgende Regeln⁷²:

- o Der Zweck der RFID-Anwendung ist unter anderem die Senkung der Kosten durch Prozessoptimierungen sowie damit einhergehende zusätzliche Vorteile. Um dies zu erreichen bedarf es daher der Integration aller Unternehmen entlang des Wertschöpfungsnetzwerks – auch wenn dies für manche Beteiligte überdurchschnittliche Zusatzkosten bedeutet.
- o Eine weitere Grundsatzregelung hat im Bezug auf die jeweilige Rolle eines Beteiligten zu erfolgen, die sich durch seine Aufgabe in der SC ergibt. Von besonderer Bedeutung ist dies bei leistungsbezogenen Kompensationszahlungen, bei der ein Transportunternehmen einen fixen Prozentsatz an der Wertschöpfung zugewiesen bekommt.
- o Im Zuge der Wirtschaftlichkeitsbewertung ist es desweiteren erforderlich, dass für die Beteiligten der SC einheitliche Kennzahlen sowie Kennzahlenberechnungsmethoden herangezogen werden.
- o Der durch den RFID-Einsatz erwirtschafteten Gewinn hat über einen kollektiv anerkannten Verteilungsschlüssel zugeteilt zu werden.
- o Eine in der Praxis äußerst heikle Vereinbarung betrifft die Regelung zur Offenlegung der zugrundelegenden, individuellen Daten aller Beteiligten im Zusammenhang mit dem RFID-Projekt. Nur die Einsicht auf die damit

⁷² (Riha, I.; Weidt, S., [2004]: Support System Requirements for an Applied Cost-Benefit-Sharing-Model. Fakultät für Maschinenbau Technische Universität Dortmund)

verbundenen Einsparungen und Aufwendungen ermöglicht eine faire Aufteilung.

- **Einflussfaktoren:** Das Cost-Benefit-Sharing ist durch eine Vielzahl an (netzwerk-)internen und -externen Einflüssen geprägt, wobei bei Ersteren zwischen strukturellen und technischen Einflüssen unterschieden wird. Strukturelle Einflüsse bezeichnen dabei das Verhältnis zwischen den Beteiligten beispielsweise im Hinblick auf Macht und Interessen. Ein wesentlicher Gesichtspunkt in dem Zusammenhang ist das Vertrauen, das insbesondere von der Dauer der bereits vorangehenden Kooperationen sowie der Anzahl an involvierten Partnern abhängt. Je größer diese Anzahl ist, desto misstrauischer verhalten sich die jeweiligen Parteien bei der Offenlegung ihrer Daten im Netzwerkleitungskreis. Hinsichtlich der (internen) technischen Einflüsse führen vor allem Vorurteile über die Technologie und deren Anwendung zu einer negativen Haltung der Mitglieder. Externe Einflüsse unterteilen sich hingegen in einen technischen und einen marktbedingten Part. Dabei hängt die Einwilligung insbesondere von den verwendeten Standards, dem Grad der technischen Reife, der prognostizierten preislichen Entwicklung sowie der bereits erreichten Marktakzeptanz der verwendeten Technologie ab (STRASSNER (2005), TRIBOWSKI (2009)).

Anhand der Berücksichtigung der bestehenden Einflüsse hat der Leiter des Gremiums über die konkrete Vorgehensweise zu entscheiden, um beispielsweise bei vorhandenen Vorurteilen ein anfängliches Pilotprojekt zu starten.

- **Controlling-Instanz:** Eine ausschlaggebende Rolle bei der Netzwerkkooperation im Zusammenhang mit CBS nimmt die Controlling-Instanz ein. Die Controller sind dabei vor allem für die Erfassung der Daten, die Bestimmung der Kompensationsleistungen sowie für das Monitoring der Zahlungen und des allgemeinen Projektfortschrittes zuständig. Abhängig vom bestehenden Vertrauensgrad der Partner kann die Controlling-Instanz unterschiedlich beschaffen sein. Bei einer bereits ausreichend vorhandenen Vertrauensbasis auf Grund einer bereits länger andauernden Zusammenarbeit empfiehlt sich die Wahl eines dezentralen Controllings. Dabei ist jede Partei

individuell für die Bewertung der eigenen Situation zuständig, deren Ergebnisse anschließend an das Netzwerkkollektiv weitergeleitet werden. Besteht zwischen den involvierten Unternehmen kein derartiges Vertrauensverhältnis empfiehlt sich jedoch der Einsatz einer zentralen Controllingeinheit. Diese Institution kann dabei entweder von einem professionellen externen Dienstleister oder von einer extra aus dem Netzwerk zusammengestellten Controllingeinheit übernommen werden.

Nachdem durch das Rahmenmodell die Einflussfaktoren erfasst und die Regeln festgelegt wurden, kann anhand des Vorgehensmodells – unterteilt in sechs Schritte – die Höhe der Kompensation bestimmt werden:

- i. **Rahmendefinition:** In einem ersten, grundlegenden Schritt wird das Rahmenmodell in das Vorgehensmodell integriert. Das bedeutet, dass sämtliche Daten und Bewertungsergebnisse übernommen werden können (z.B.: Beobachtungszeitraum, involvierte Unternehmen, Einteilung der Projektabschnitte).
- ii. **Berechnung der Basisallokation:** Als nächsten Schritt gilt es die Basisallokation der individuellen Bewertungen zu ermitteln. Dabei werden die jeweiligen Einsparungen und Aufwendungen von der Controllingeinheit vorerst kontrolliert, zu einem individuellen Gesamtgewinn bzw. –Verlust gegengerechnet und deren Individualergebnisse in weiterer Folge aufsummiert. Ergibt sich daraus ein positiver Netzwerkeffekt (= positiver Wert aus den Individualergebnissen) ist das RFID-Projekt wirtschaftlich.
- iii. **Bestimmung der Reallokationsstrategie und Vereinbarung einer fairen Zielallokation:** Um im Hinblick auf das Projektvorhaben faire Bedingungen zu schaffen, ist eine dafür geeignete Reallokationsstrategie zu wählen, die von allen Beteiligten mitgetragen wird. Ihr Ziel ist es die Effekte unter den Involvierten entsprechend einer möglichst gerechten Strategie zu verteilen, deren Grundlage eine leistungsunabhängige bzw. –abhängige Berechnungsmethode sein kann. Bei ihrer Bestimmung gilt es daher zahlreiche Faktoren, wie zum Beispiel den spezifischen Anteil an der Wertschöpfung, die Höhe der zu leistenden Investitionen und das dadurch eingegangene

Individualrisiko, zu berücksichtigen. Die Wahl für leistungsunabhängige Strategien empfiehlt sich insbesondere in anfänglichen Phasen des Projekts, da der Netzwerkeffekt gleichmäßig auf alle verteilt wird ohne den spezifischen Beitrag zum Erfolg ermitteln zu müssen. Wesentlicher Nachteil an dieser Strategie ist die dadurch als unfair wahrgenommene Nebenwirkung mit folglich mangelnder Akzeptanz. Das genaue Gegenteil bilden die leistungsabhängigen Strategien, die ein vergleichsweise detailliertes Wissen über individuelle Investitionshöhen, Wertschöpfungsanteile, Basisallokationen usw. voraussetzen. Sie bilden daher die Grundlage für eine allgemein akzeptierbare und faire Verteilungsstrategie.

Die Festlegung auf eine konkrete Reallokationsstrategie basiert auf der ermittelten Basisallokation und den von der Controlling-Instanz zu Verfügung gestellten Daten. In weiterer Folge können daraus die Allokationsbeträge sowie die Zielallokation abgeleitet werden.

- iv. **Verrichtung der Reallokationsleistung:** Nachdem das finanzielle Ausmaß der Kompensation bestimmt wurde, gilt es diese in weiterer Folge zu leisten. Wie bereits in Kapitel 6.2.1 („Cost-Benefit-Sharing“) beschrieben, gibt es dazu verschiedene Möglichkeiten. Während der immaterielle Ausgleich auf Grund des Wissensaustauschs vor allem in den Anfangsphasen des Projekts vorteilhaft ist, empfiehlt sich ein materieller, monetärer Ausgleich in den zukünftigen Projektphasen, da dies die wohl müheloseste Lösung für langfristige Geschäftsbeziehungen darstellt. RIHA (2008) weist zudem darauf hin, dass Ausgleichsleistungen tendenziell in fortgeschritteneren Phasen geleistet werden sollten, da zu diesem Zeitpunkt eine bessere Kenntnis über die tatsächlichen Nutzen und Aufwände vorliegt.
- v. **Protokollierung und Rückmeldung:** Ein wesentliches Instrument zur Verbesserung der Reallokationspolitik ist die laufende Dokumentation der Erkenntnisse und Rückmeldungen der Beteiligten. Ziel dieses Schrittes ist die Vermeidung von aufkommenden Spannungen und damit verbundenen Störfaktoren innerhalb des Netzwerks auf Grund des Cost-Benefit-Sharings.
- vi. **Controlling:** Wie bereits im Rahmenmodell beschrieben hat das Controlling die Aufgabe sämtliche Daten und Grundlagen für die Kompensationsleistungen

auf ihre Richtigkeit zu überprüfen. Bei Verstößen und Fälschung von Daten sind entsprechende Sanktionen zu verhängen.

8.3.3.3 Expansionsanalyse

Mit Hilfe der Expansionsanalyse soll der Bewertungsaufwand für Projekterweiterungen sowie die Aufnahme von neuen Geschäftspartnern auf Grund der bereits gesammelten Erfahrungswerte reduziert werden. HITZINGER (2007) gibt dabei zu bedenken, dass Folgerungen aus vorangegangenen Projekten nicht zwangsläufig übernommen bzw. zumindest kritisch hinterfragt werden sollten.⁷³ Für den detaillierten Aufbau der Expansionsanalyse wird an dieser Stelle auf die Basisliteratur von IRRENHAUSER (2014) verwiesen.

⁷³ (Hitzinger, T., [2007]: Übertragbarkeit von Vorkenntnissen bei der Zuverlässigkeitstestplanung. Institut für Maschinenbau Universität Stuttgart)

9 Bewertungstools zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit

In einem abschließenden Kapitel zur Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID-Systemen wird in weiterer Folge ein vorgefertigtes Bewertungstool vorgestellt. Ziel eines solchen Instruments ist es den Arbeitsaufwand und die Komplexität, die mit der Bewertung verbunden sind, zu reduzieren. Beispiele für derartige Kalkulatoren sind der $\text{€CO}_2\text{Calc}$ sowie der *EPC RFID Calculator*⁷⁴, die beide auf dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel basieren.

Abhängig vom jeweiligen Aufbau eines solchen Makros eignen sich derartige Kalkulatoren sowohl für die inner- als auch für die überbetriebliche Bewertung. Die getrennte Bewertungsmöglichkeit empfiehlt sich insbesondere bei vergleichsweise jungen Geschäftsbeziehungen, da die Offenlegung von geheimen Unternehmensdaten für hemmende Bedenken bzw. sogar für eine generelle Abneigung sorgt, die einem an sich positiven Netzwerkeffekt im Wege stehen könnte. Nachdem die Kalkulatoren nach Vorbild der manuellen Bewertungsmethoden aufgebaut wurden, bedarf es dementsprechend demselben Dateninput wie bei der „händischen“ Berechnung. Das bedeutet demnach, dass jedes Unternehmen, dessen spezifischen Zahlenwerte, wie zum Beispiel die Kosten der eingesetzten Ressourcen mitsamt deren Kostensätzen sowie grundsätzliche Bewertungsparameter (z.B.: AfA-Zeiträume, Abzinsfaktoren usw.), einzutragen hat. Entsprechend der manuellen Vorgehensweise ist auch die Prozesskette mitsamt den PBS zu modellieren und in das Bewertungsformular einzubringen. In weiterer Folge verlangt das elektronische Formular die Eintragung der Aufwände, die – wie bei der herkömmlichen Berechnung – in eine einmalige und eine laufende Komponente unterteilt werden. Für die weitere Berechnung ist die Nutzenerfassung vorzunehmen, die in interne und externe Effekte unterschieden werden. Bezüglich der internen Effekte hat im Zuge der Eingabe eine Zuteilung zu den jeweiligen PBS zu erfolgen. Ein weiterer Schritt ist die Ermittlung der Einflussfaktoren und die Wahl geeigneter Basen.

74

http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Focw.mit.edu%2Fcourses%2Fengineering-systems-division%2Fesd-290-special-topics-in-supply-chain-management-spring-2005%2Ftools%2FEPCRFIDCalculatorMarch2005.xls&ei=ICpWVYyYNcyLsgHj3YDQCQ&usq=AFQjCNHf8D0N0HR4nQ7Hzcdphmxu2PG_vg&bvm=bv.93564037,d.bGg aufgerufen am 15.05.2015

Um begleitende Unsicherheiten zu berücksichtigen, kann außerdem aus einer Reihe von Wahrscheinlichkeitsverteilungen gewählt werden, die auf die Berechnung angewendet werden sollen. Zur besseren Überschaubarkeit der Kalkulation findet eine Unterscheidung der Einflüsse auf den Personal- bzw. Ressourceneinsatz statt. Nach Eingabe aller relevanten Daten und Parameter erfolgt die Auswertung bzw. Berechnung der gesuchten Kennzahlen – beispielsweise des Kapitalwerts und der Amortisationszeit. Bei einer überbetrieblichen Bewertung erfolgt zudem automatisch eine Zuteilung der Aufwände und Nutzen, der Prozessbausteine sowie der Mitarbeiter- und Ressourcentypen zu den jeweiligen Geschäftspartnern, was letztendlich einerseits die Durchführung der Folgeanalysen ermöglicht und andererseits zu einer Erleichterung bei einer eventuellen CBS-Anwendung führt.

Ein wesentlicher Vorteil der elektronischen Berechnungsart ist die Möglichkeit zur Durchführung einer Szenarienanalyse, wodurch mit einer (unkomplizierten) Änderung der Daten bzw. Parameter eine sofortige Darstellung der Auswirkungen erzeugt werden kann. Desweiteren können bei entsprechender Kenntnis zusätzliche Erweiterungen des Funktionsumfangs vorgenommen werden, wie beispielsweise die Ausweitung der Prozesskette, die Adaption von zusätzlichen Geschäftspartnern oder die Berechnung der CO₂-Bilanz des RFID-Einsatzes.

Derartige Kalkulationsprogramme sind jedoch auch kritisch zu betrachten. Ohne eine entsprechende Adaption auf den jeweiligen Individualfall bleibt das Programm ein relativ starres Hilfsinstrument, das sich keinesfalls als alleinige Entscheidungsquelle eignet. Durch die strikte Vorgehensweise der Eingabeformulare läuft der Anwender desweiteren Gefahr beispielsweise nicht integrierte Kostenblöcke zu missachten bzw. schlichtweg zu vergessen. Demnach eignen sich diese Berechnungsformulare hauptsächlich als Kontroll- bzw. Vergleichsinstrument, das parallel zur manuellen Berechnung angewendet werden kann.

10 Best Practices

In diesem Kapitel erfolgt nun eine nähere Betrachtung der Auswirkungen der RFID-Technologie im Bezug auf die wahrscheinlich prominentesten Anwender – die Metro Group, mit ihrem Future Store, sowie Wal-Mart. Beide Unternehmen vereint ihre Pionierstätigkeit im RFID-Bereich – und das nicht nur unternehmensintern, sondern mit einer gezielten Erweiterung auf die Supply Chain. Die Durchsetzung des Vorhabens ist dabei zu einem großen Teil auf die damals schon erreichte Marktmacht zurückzuführen, auf Grund der sie in der Lage waren bzw. sind, auf die Supply Chain ausreichend Einfluss zu verfügen. Im Hinblick auf die verfolgten Ziele lassen sich bei den beiden Global Playern klare Parallelen erkennen. In weiterer Folge werden nun die zwei Best Practice Fälle genauer betrachtet:

10.1 RFID-Anwendung in der Metro Group

10.1.1 Entwicklung des Einsatzes

Die deutsche Metro Group, als Mutterkonzern mehrerer Groß- und Einzelhandelsunternehmen (Metro, Cash & Carry, Real, Media Markt und Saturn, Extra, Galeria Kaufhof und Praktiker), ist ein exzellentes Beispiel für eine erfolgreiche RFID-Anwendung entlang der Supply Chain. Zum Zeitpunkt der Feldstudie beschäftigte der Konzern mehr als 280.000 Mitarbeiter in über 33 Ländern. Der erstmalige Einsatz von RFID im Logistik- und Lagermanagementbereich wurde im Jahr 2004 gestartet. Die Einführung der Technologie erfolgte dabei nicht nur unternehmensintern Schritt für Schritt, sondern beginnend bei (anfänglich noch ausgewählten) Produzenten bis hin zu den Standorten an den PoS. Mitte 2005 umfasste das RFID-Projekt 33 Lieferanten bzw. Hersteller, 13 Verkaufsstandorte sowie neun Distributionszentren. Aus dieser noch sehr überschaubaren Anwendung konnten schon anfänglich erste Vorteile beobachtet werden, die für eine Weiterführung ausschlaggebend waren. Bereits Ende 2007 konnte Metro an über 400 Standorten in Europa von der RFID-Technologie profitieren – davon alle deutschen Cash & Carry Großhandelsmärkte, neun Distributionszentren sowie die Mehrheit der Real Hypermärkte. Mit dem erfolgreichen Probetrieb der Galeria Kaufhoffiliale in Essen wurde RFID nun auch im selben Jahr die Galeria Kaufhof-Kette mit über 30.000 getaggten

Produkten in die RFID-Gruppe integriert. In den folgenden Jahren erfolgte eine zunehmende Ausweitung, vor allem in ausländische Standorte – insbesondere in Frankreich, wo eine enge Zusammenarbeit mit DHL erreicht werden konnte. Somit verfügt die Metro Group mittlerweile insgesamt über 11.000 RFID-fähige Lager- und Verkaufsstandorte.⁷⁵

10.1.2 Verfolgte Ziele

Ein Untersuchungsbericht der Europäischen Kommission, der sogenannte Sectoral E-Business Watch, aus dem Jahr 2008 veröffentlichte dazu folgende Gründe, die die Metro Group nach eigenen Angaben zu der RFID-Implementierung veranlasste:

- *Steigerung der Transparenz, Pünktlichkeit, Produktivität und Effizienz des SC-Einsatzes*
- *Optimierung des Lagerbestandes, Verringerung von Schwund und Verbesserung des Working Capital Managements.*
- *Optimierung von Angebotsaktionen (Anm.: Verhinderung von Bullwhip-Effekten innerhalb der SC)*
- *Reduktion von Fehlmengen (Out of Stock) mit dem Ziel Umsatz- und Reingewinnzunahmen zu erreichen und dabei zusätzlich den Customer Service Level zu steigern.*
- *Übergeordnetes Ziel der Metro Group: Erreichung eines vollkommen automatisierten Lagerwiederbeschaffungssystems*
- *Verbesserung des Kundenerfahrungsmanagements durch Tagging auf Objektebene, des Lagerhaltungsmanagements sowie zur Verbesserung des Lagermitarbeitermanagements⁷⁶*
- *Ein spezieller Versuch der Metro Group war der Einsatz sogenannter „Smart Shelves“. Mit dieser Anwendung erfolgt eine automatische Überwachung der Regale in den Verkaufsräumen, sodass stets die Anzahl an verfügbaren Produkten in den Regalen überwacht wird. Im Falle einer OoS-Situation erfolgt*

⁷⁵ (Omar Massoud Salim Hassan Ali, [2012]. Improved supply chain performance through RFID technology: comparative case analysis of Metro Group and Wal-Mart. University of Wollongong Research Online) S. 56 ff

⁷⁶ (Sectoral e-Business Watch 2008 der Europäischen Kommission) S. 106

*mit Hilfe des Smart Shelves unmittelbar eine Meldung an Mitarbeiter, um das Regal wieder zu befüllen.*⁷⁷

10.1.3 Erreichte Verbesserungen

- **Verbesserungen der Beschaffungsprozesse:** Durch den vollautomatisierten Einsatz von RFID konnten substantielle Verbesserungen im Hinblick auf sämtliche Prozesse, die im Zusammenhang mit der Beschaffung stehen, erzielt werden. Im Vergleich zum vorher verwendeten Barcode-System konnten deutliche Zeiteinsparungen beim Wareneingang sowie umfangreiche Reduktionen an Leerzeiten bei den Mitarbeitern auf Grund des verbesserten Lagermanagements erreicht werden.
- **Rückgang von Verlust beziehungsweise Diebstählen:** Abhängig von der Art des Produktes ließen sich 11-18 prozentige Rückgänge bei der Verlust- bzw. Diebstahlsquote beobachten.
- **Verkaufszahlen und Kundenservice:** Durch den RFID-Einsatz konnten die Anzahl an „Stock-outs“ um 10-20% verringert werden. Diese Vorkommnisse sind nicht nur auf Grund des entgangenen Gewinns, sondern vor allem durch den resultierenden Imageschaden besonders nachteilig, indem sie den Kundenservice negativ beeinflussen. Durch die verbesserte Verfügbarkeit der Produkte konnte die Metro Group ihre Umsätze um 15-20% steigern. (Anm.: Diese Steigerung ist nicht vollständig der RFID-Technologie zuzuweisen, sondern ist durch ein Zusammenspiel von mehreren Faktoren bedingt)
- **Einsparungen bei Lieferanten:** Für Lieferanten von gewöhnlichen Verbrauchsgütern konnten ebenfalls beachtliche (Zeit)Einsparungen erzielt werden. Mit jeder zu kommissionierenden Palette ergibt sich so pro Lieferant eine durchschnittliche Verkürzung des Prozesses im Umfang von 16 Sekunden.

⁷⁷ Vgl. (Dittmann, L., [2006]: Der angemessene Grad an Visibilität in Logistik-Netzwerken. Die Auswirkungen von RFID. Deutscher Universitäts-Verlag) S. 60

- **Elektronischer Datenaustausch:** Durch den automatisierten elektronischen Datenaustausch innerhalb der Supply Chain ergibt sich eine Einsparung von 2,84€ pro Frachtpapier.
- **Vermeidung des Bullwhip-Effekts:** Auf Grund der stärkeren Verflechtung, automatisierten Abstimmung und nachfrageorientierten Produktion können Promotions wesentlich effizienter (Wegfall von plötzlichen Nachfrageschocks, Zusatzschichten usw.) durchgeführt werden.
- **Wareneingang beziehungsweise -ausgang:** Die bloße automatische Erfassung der Produkte am Wareneingang- bzw. ausgang – als eine der 11 wichtigsten Prozesse in der Metro Group Logistik – ermöglichte Gesamteinsparungen von etwa 8,5 Millionen Euro pro Jahr lediglich in den deutschen Metro Cash & Carry Märkten, den Real Hypermärkten sowie den Distributionszentren.
- **Reduktion der Gesamtkosten:** Mit Ende 2008 konnten die Gesamtkosten durch den RFID-Einsatz um etwa 15% gesenkt werden.⁷⁸
- **Interne Kommissionierung:** Nach Einschätzung der Metro Group ermöglicht die RFID-Anwendung eine Zeiteinsparung von etwa 4 Minuten pro Palette im Zusammenhang mit der unternehmensinternen Logistik. Durch die täglich 1.300 anfallenden Paletten ergibt sich so eine Einsparung im Ausmaß von 430.000 Euro pro Tag.
- **Personalkosten:** Durch die so erzielten Zeiteinsparungen gelang es der Metro Group die Personalkosten, die einen wesentlichen Teil der Gesamtkosten ausmachen, um etwa 17% zu reduzieren.⁷⁹

⁷⁸ (Ibid Omar) S. 68 ff

⁷⁹ (Dreier, B.; Yildiz, G.; Yilmaz, M.; Erdinc, U., [2009]: RFID at Metro Group. <https://ai.wu.ac.at/~koch/courses/bogazici/archive/mis-fall-2009/presentations/metro.pdf>, aufgerufen am 06. Mai 2015) S. 20 ff

10.1.4 Herausforderungen und Probleme

Nichts desto trotz stieß die Metro Group im Bezug auf den RFID-Einsatz in der Pilotphase durchaus auch auf Probleme. So gab es vermehrt Schwierigkeiten im Zusammenhang mit Lesegeräten, die bei ungünstiger Platzierung der Produkte (Anm.: eine Art toter Winkel), diese nicht erfassen konnten. Desweiteren gab es ebenfalls Erfassungsschwierigkeiten bei Produkten mit metallischer sowie flüssiger Beschaffenheit. Ein wesentlicher Kritikpunkt – auch zum Teil nach der Pilotphase – sind die umfangreichen Kosten, die für die benötigten Transponder, Lesegeräte, Kabelinstallationen sowie für den umfassenden technischen Aufwand anfielen bzw. durch den laufenden Betrieb regelmäßig anfallen. Diese Investitionen sind selbst für finanzstarke Unternehmungen, wie die Metro Group es ist, herausfordernd und zu einem bestimmten Grad auch einschränkend. Insbesondere die Verwendung von weiterentwickelten Tags sowie die Umstellung auf den EPC-Standard ermöglichten jedoch weitgehende Kostensenkungen bei gleichzeitig steigender Anwenderqualität.

Eine weitere Herausforderung stellte die IT-Entwicklung sowie die IT-Umstellung auf die neue Technologie dar. Durch die anfängliche Verwendung von Tags mit minderwertiger Qualität durch die Lieferanten, ergaben sich dementsprechend Probleme. Durch den Einsatz von einheitlichen Tags konnte dieses Problem jedoch bereits in den Anfängen abgefangen werden.^{80,81}

10.2 RFID-Anwendung bei Wal-Mart

10.2.1 Entwicklung des Einsatzes

Der zum Zeitpunkt der Studie weltweit größte Einzelhändler, das amerikanische Unternehmen Wal-Mart mit einem Jahresumsatz von etwa 419 Milliarden Dollar, startete Mitte 2003 den Roll-out von RFID in dessen SC. Dazu verpflichtete Wal-Mart seine Top 100 Lieferanten die RFID-Technologie zu implementieren und mit Jänner 2005 aktiv einzusetzen. Das Unternehmen verfügte zum Zeitpunkt der Studie über 10.185 Standorte in über 27 Ländern und beschäftigt dabei etwa 2,2 Millionen Mitarbeiter. Wal-Mart ist vor allem für sein günstiges und breites

⁸⁰ Ibid. S. 62 ff (Omar)

⁸¹ (<http://de.slideshare.net/bhupeshdoda/strategic-supply-chain-management-case-rfid-by-group-l>; aufgerufen am 05. Mai 2015)

Warensortiment (etwa 1 Million verschiedene Produkte⁸²) bekannt, wodurch sich der Einsatz von RFID besonders gut eignet. Die Strategie des Unternehmens zielt dabei auf innovative technische Lösungen ab, mit der es öfters eine Pionierstellung einzunehmen versucht, um daraus einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil zu erhalten.⁸³

10.2.2 Verfolgte Ziele

Für Wal-Mart gab es zum Zeitpunkt der Entscheidung vor allem zwei wesentliche Beweggründe, die für eine RFID-Implementierung sprachen. Harold Lee Scott Jr., damaliger CEO bei Wal-Mart (2000-2009), beschrieb die verfolgten Ziele wie folgt: „We see RFID technology is anything that really allows you to reduce inventory while increasing on-shelf availability as something worth pursuing.“⁸⁴ Durchgeführte Studien zeigen dementsprechend auf, wieso einerseits das Ziel zur Reduktion des Lagers und andererseits das Ziel zur Erhöhung der Verfügbarkeit – und damit zur Reduktion von Fehlmengen (Out of Stock) – einen so hohen Stellenwert einnehmen. In Anlehnung an die Studie von CORSTEN & GRUEN (2006) verfügte Wal-Mart über ein stetiges Umlaufvermögen von etwa 20 Milliarden Dollar bei einer Lagerumschlagshäufigkeit von 6 pro Jahr. Den Ergebnissen zufolge würde eine Verdopplung der Umschlagshäufigkeit von 6 auf 12 jährlich gebundenes Kapital in Höhe von 12-14 Milliarden Dollar freisetzen.⁸⁵ Eine weitere Studie von CORSTEN ET AL. (2002) bestätigt die Wichtigkeit des zweiten Hauptziels. Demnach beträgt die weltweit durchschnittliche Fehlmengenquote* (Out of Stock Rate) im Einzelhandelsbereich 8,3%, wobei etwa 75% davon in den Verantwortungsbereich der jeweiligen Standorte fällt (siehe Abbildung 16).⁸⁶

⁸² (Handelsblatt Ausgabe Juli 2013; http://blog.iese.edu/muenchen/files/2014/06/HB-Aldi-Kommentar-Sachon-23_07_2014.pdf; aufgerufen am 02. Juni 2015)

⁸³ Ibid. (Omar) S. 72 ff

⁸⁴ Vgl. (Corsten, D.; Gruen, T., [2006]: Wal-Mart living up the new expectations. ECR Journal) S. 11

⁸⁵ Vgl. Ibid. (Corsten & Gruen) S. 13

* Fehlmengenquote =

$$= \frac{\text{Anzahl wie oft ein Kunde ein best. Produkt nicht lagernd vorfindet}}{(\text{Anzahl wie oft der Kunde ein best. Produkt nicht vorfindet} + \text{Anzahl wie oft der Kunde ein best. Produkt vorfindet})}$$

⁸⁶ Vgl. (Corsten, D.; Gruen, T.; Bharadwaj, S., [2002]: Retail out of stocks: A worldwide examination of extent, causes and consumer responses) S. 11

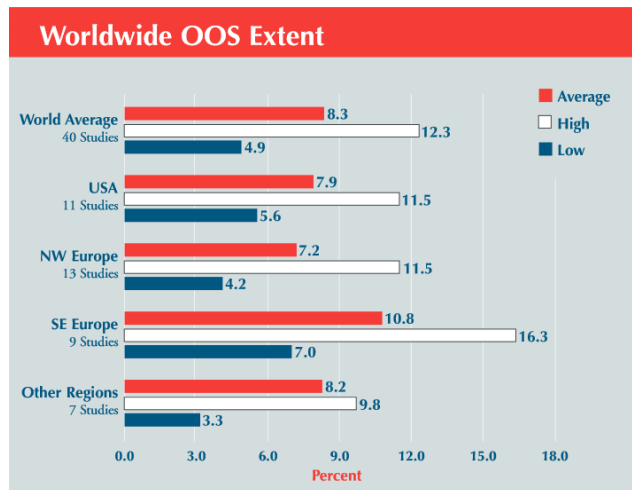


Abbildung 14: Weltweiter Durchschnitt an Out of Stock Situationen im Einzelhandelsgeschäft (Quelle: Corsten, D.; Gruen, T.; Bharadwaj, S., [2002]: Retail out of stocks: A worldwide examination of extent, causes and consumer responses; S. 11)

Für die Wal-Mart-Kette lassen sich vor allem folgende Beweggründe für den RFID-Einsatz beobachten:

- Erreichung höherer Transparenz, Pünktlichkeit und Produktivität der SC-Prozesse
- Optimierung des Lagerbestandes, Verringerung von Schwund sowie Verbesserung des Working Capital Managements
- Optimierung von Angebotsaktionen
- Verringerung von Fehlmengen (Out of Stock Situationen)
- Verbesserung des Customer Service Levels, um einen Mehrwert für die Kunden zu erreichen.⁸⁷

Die verfolgten Ziele zeigen, dass Wal-Mart und Metro etwa zur gleichen Zeit und mit ähnlicher Begründung auf die Implementierung von RFID setzten. Der langfristige Einsatz soll dabei helfen Kosten (Personalkosten, entgangener Gewinn, Kosten auf das gebundene Kapital usw.) einzusparen, die Verfügbarkeit und die damit verbundene Kundenzufriedenheit zu erhöhen, eine überbetriebliche Prozesseffizienzverbesserung zu erreichen, gebundenes Kapital zu verringern sowie eine verbesserte SC-Zusammenarbeit zu garantieren.

⁸⁷ Ibid. S. 75 ff (Omar)

10.2.3 Erreichte Verbesserungen

Eine Untersuchung von HARDGRAVE ET AL. (2008) in den 24 RFID-fähigen Wal-Mart Standorten ergab, dass jene der 4.554 Produkte (Anm.: damalige Anzahl getaggtter Produkte) mit einem RFID-Tag um 26% weniger Out-of-Stock-Situationen hatten.⁸⁸

Die von WANG ET AL. (2011) zitierte Untersuchung der Universität von Arkansas zeigte, dass an jenen Standorten, in denen die Standorte direkt mit der SC über RFID verbunden war, die OoS-Situationen um 16% geringer waren als jene ohne einer Verbindung zur SC. Zudem ergab die Untersuchung, dass durch den Einsatz von RFID eine dreimal schnellere Regalbestückungszeit im Falle eines OoS erreicht werden konnte, als dies mit dem herkömmlichen Barcode-System möglich war.⁸⁹

PISELLO (2006) zeigt, dass Wal-Mart durch die Implementierung seine Prozesszeiten von 90 Sekunden pro Palette auf nur mehr 11 Sekunden reduzieren konnte. Das entspricht einer Zeiteinsparung von etwa 88%.⁹⁰

Laut dem damaligen stellvertretenden Logistikleiter, Rollin Ford, konnten die manuellen Bestellungen um 10% gesenkt werden. Neben Zeiteinsparungen brachte das vor allem Reduktionen von suboptimalen Bestellmengen. (Anm.: Manuelle Bestellvorgänge waren zu diesem Zeitpunkt auf Grund der noch nicht vollständigen Integration aller Lieferanten notwendig.)⁹¹

Durch die Intensivierung des RFID-Einsatzes verstärkten sich die Vorteile für Wal-Mart und dessen Lieferanten durch die wachsende Datenmenge und die daraus ableitbaren Informationen. So konnten die Partner die Bestellmengen und -Zeitpunkte aus den gewonnen Daten Schritt für Schritt optimieren und eine verbesserte SC-Transparenz erreichen. Die ständige Verfolgbarkeit der Ladung mit Hilfe von Tracking ermöglicht eine Steigerung der Effizienz durch die verbesserte Vorhersehbarkeit und Planung in den Distributionszentren, die weiter bis in die Standorte reicht.

⁸⁸ Vgl. (Hardgrave, B.; Langford, S.; Waller, M.; Miller, R., [2008]: Measuring the impact of RFID on out of stocks at Wal-Mart. MIS Quarterly Executive) S. 187

⁸⁹ Vgl. (Wang, S.J.; Liu, S.F.; Wang, W.L., [2011]: The simulated impact of RFID-enabled supply chain on pull-based inventory replenishment in TFT-LCD industry. International Journal of Production Economics) S. 571

⁹⁰ Vgl. (Pisello, T., [2006]: The ROI of RFID in the supply chain. RFID Journal) S. 2

⁹¹ Vgl. (Chain Store Age, [2005]: Research confirms Wal-Mart's RFID benefit. Chain Store Age Journal) S. 80

BHUPTANI & MORADPOUR (2005) konnten bei Wal-Mart zudem folgende Verbesserungen beobachten:

- *Wal-Mart konnte manuelle Prozesse wie beispielsweise die Warenannahme, das Lagermanagement, die Transportorganisation sowie die Erledigung des Zahlungsverkehrs eliminieren.*
- *Wal-Mart konnte Schwund bzw. Diebstahl sowie OoS-Situationen reduzieren und dabei vom automatischen Produkttracking profitieren.*
- *Reduktion an Erfassungsfehlern*
- *Der Kundennutzen konnte gesteigert werden, indem die Verfügbarkeit (die richtigen Produkte, zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Standort) verbessert sowie preisliche Vorteile bewirkt wurden, da die gesamte SC effizienter wirtschaften konnte.*
- *Die Prognose der Produktnachfrage konnte anhand der gesammelten Daten deutlich verbessert werden.*
- *Durch den RFID-Einsatz konnten letztlich 6,19% der gesamten Lagerkosten eingespart werden.*⁹²

⁹² Vgl. (Bhuptani, M.; Moradpour, S., [2005]: RFID field guide: Deploying radio frequency identification systems) S. 147

11 Zukünftiges Potential / Ausblick

11.1 Total Supply Chain Visibility und Shared Information Hub

Eine technisch längst realisierbare Vision im Zusammenhang mit der RFID-Technologie ist die sogenannte Total Supply Chain Visibility (TSCV) – was auf deutsch so viel wie „uneingeschränkter Einblick in die Lieferkette“ bedeutet. Der TSCV-Ansatz liegt einer IKT-Lösung zu Grunde mit deren Hilfe es den Mitgliedern eines komplexen Wertschöpfungsnetzwerks (= Supply Chain) ermöglicht wird ihre Kommunikation untereinander wesentlich zu verbessern, zu vereinfachen, vor allem aber zu intensivieren und zu automatisieren. Damit lassen sich bisherige, eventuell ineffiziente, Geschäftsprozesse restrukturieren, optimieren und nicht notwendige Prozessschritte wegrationalisieren, wodurch für die eigentliche Aufgabenerfüllung mehr Ressourcen freigestellt werden können. Darüber hinaus entsteht durch die verbesserte Abstimmung der Geschäftspartner eine deutlich engere Vernetzung entlang der Wertschöpfungsprozesskette, die bei richtiger Anwendung ebenfalls die Vertrauensbasis positiv beeinflussen kann. Gerade für eine weitere Zusammenarbeit sowie weitere gemeinsame zukünftige Projekte spielt die Vernetzung eine wesentliche Rolle. Eng mit der Total Supply Chain Visibility verbunden ist das verwendete Werkzeug zur Erzielung des Datenaustauschs – das sogenannte Shared Information Hub (kurz: SIH; dt.: gemeinsames Informationszentrum, siehe Abbildung 14). Aus Sicht der Logistiklehre bietet das SIH eine umfassende Lösung für die typischen Probleme des SCM, mit dem beispielsweise das *informatiorische Dominoprinzip*⁹³ bzw. der Bullwhip-Effekt abgeschwächt oder sogar verhindert werden soll. Mit Hilfe des SIH entsteht eine ganzheitliche, unternehmensübergreifende Planung im Sinne des SCM, die vollständig auf dem gemeinsam abgestimmten Datenpool beruht. Unterstützt bzw. erst überhaupt ermöglicht wird dieser Ansatz durch die RFID-Technologie, wodurch die Informationen in der Datenbank den Beteiligten der Supply Chain stets automatisch und in Echtzeit zu Verfügung stehen. Dadurch lassen sich eventuelle Verzögerungen, Lieferschwierigkeiten oder sogar Lieferausfälle (z.B.: im Nahrungsmittelbereich durch einen Kühlaggregatausfall

⁹³ *Informatiorisches Dominoprinzip*: Darunter versteht man das Phänomen, dass die Mitglieder einer Supply Chain auf Grund des fehlenden Datenaustausches üblicherweise anhand unterschiedlicher Annahmen planen, wodurch es in weiterer Folge zu einem stufenweise nachgelagerten Dominoeffekt kommt.

eines Containers) frühzeitig erkennen, lange bevor dies mit der herkömmlichen Kommunikationsstrategie möglich gewesen wäre. Das gibt den Supply Chain Beteiligten die Möglichkeit frühzeitig zu reagieren und im Zuge dessen rechtzeitig Alternativlösungen zu finden.⁹⁴

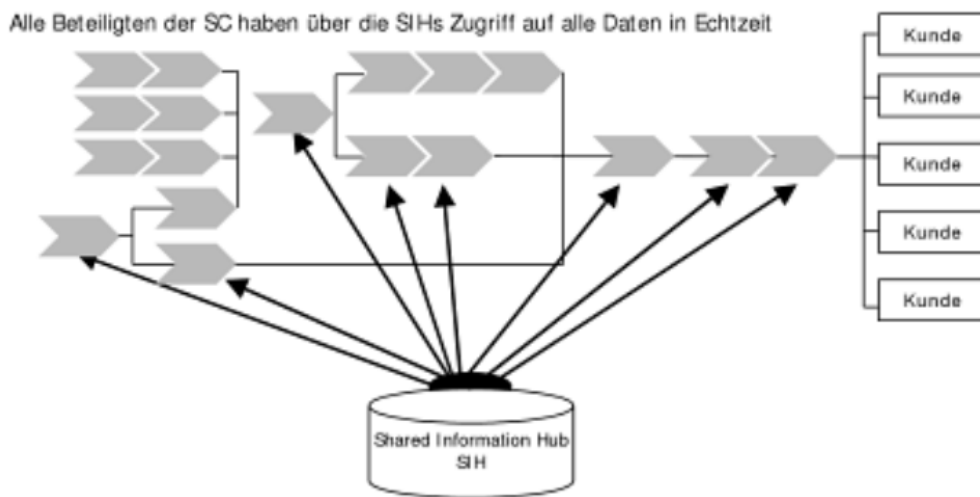


Abbildung 15: Shared Information Hub (SIH). (Quelle: Merkel, H., [2005]: Future Supply Chain Design; S. 12)

Einer Umfrage der Aberdeen Group (Anm.: ein auf Umfrageforschung spezialisiertes Unternehmen) vom Mai 2013 hat ergeben, dass von 149 befragten Unternehmen, die allesamt Beteiligte einer überwiegend internationalen Supply Chain sind, 63% der Befragten das Thema Supply Chain Visibility mit einer hohen Priorität für Verbesserungen entlang des Netzwerks einstufen. Weitere 28% der Teilnehmer sehen die TSCV immerhin noch als durchschnittlich wichtiges Instrument auf dem Weg zu einer nennenswerten Verbesserung. Im Zuge dieser Umfrage (siehe Abbildung 15) wurde desweiteren erhoben welche Gründe für eine verbesserte Supply Chain Visibility von den Beteiligten als ausschlaggebend erachtet werden:

⁹⁴ (Hahndorf, M. O., [2009]: Der Mehrwert von RFID als Optimierungsinstrument des Supply Chain Management für den Endkunden und das Unternehmen. Diplomica Verlag) S. 21 ff

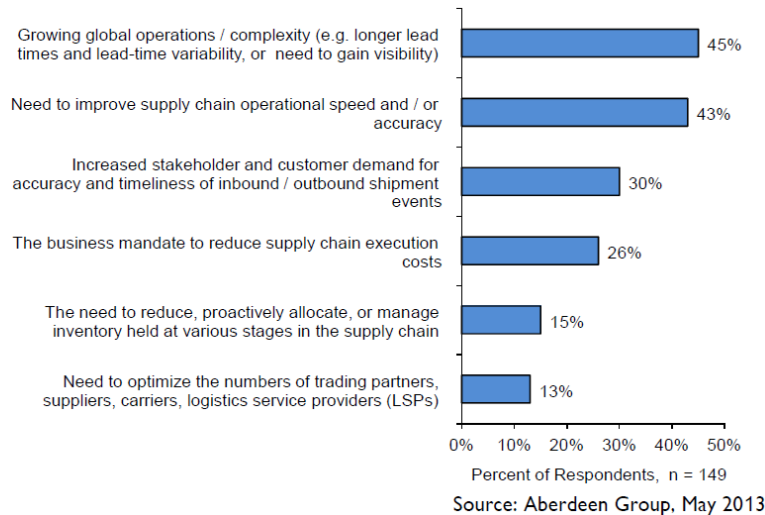


Abbildung 16: Hauptgründe für den Einsatz von TSCV (Quelle: Heaney, B., [2013]: Supply Chain Visibility – A critical strategy to optimize cost und service. Aberdeen Group Report; S. 4)

Wie aus der Graphik ersichtlich, entspricht die zunehmende globale Geschäftstätigkeit der SC und der damit verbundenen Komplexitätssteigerung dem größten Treiber (immerhin 45%), der für eine entsprechende Ausweitung der Supply Chain Visibility im Sinne des TSCV-Ansatzes spricht. Eine ähnlich große Bedeutung wird der Optimierung der operativen Durchlaufzeit bzw. Abstimmungsgenauigkeit zugeschrieben. Ferner werden die verbesserte Prognostizierbarkeit, reduzierte operative SC-Kosten sowie verringerte Lagerhaltungskosten als Gründe für einen verbesserten Dateneinblick genannt. Für 13% der Befragten besteht desweiteren ein Bestreben mit Hilfe der TSCV-Anwendung nicht zwingend notwendige Partner – vor allem bloße Logistikdienstleister – abkömmlich zu machen, um weitere Einsparungen entlang der SC generieren zu können.⁹⁵

Diese Zukunftsvision eignet sich nach Ansicht des Autors Lars Dittmann vor allem für die Konsumgüterbranche, wodurch für alle Geschäftspartner jederzeit eine Real-time-Information verfügbar ist, um zu sehen, wo genau sich einzelne Produkte im Netzwerk gerade befinden. In der theoretischen Wissenschaft zielt diese Vision mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine mögliche potentielle Annäherung in Richtung des Pareto-Optimums ab.

Wie bereits unter Punkt 11.1.2 beschrieben, könnte der flächendeckende Einsatz von Smart Shelves dazu beitragen zukünftig OoS-Situationen vollständig zu

⁹⁵ (Heaney, B., [2013]: Supply Chain Visibility – A critical strategy to optimize cost und service. Aberdeen Group Report) S. 2 ff

verhindern. Eine derartige Anwendung wäre vor allem für schnell drehende Produkte und Filialen mit kleinen Verkaufsräumen von Vorteil. Eine weitere Vision, die durch RFID verwirklicht werden könnte, ist die vollautomatische Kassa. Dabei erfolgt beim Durchschreiten des Kunden mit seinem Einkaufswagen durch ein RFID-Gate eine automatische Erfassung aller eingekauften Produkte. Damit könnte zum einen der Vorgang an der Kassa ungemein vereinfacht und beschleunigt und zum anderen eine deutliche Personalkostenreduktion erreicht werden. Die Einsparungen könnten in weiterer Folge zu einer wettbewerbssteigernden und kundenfreundlicheren Preispolitik beitragen.⁹⁶

Eine entsprechende Investition in derartige Zukunftsvisionen hat stets betriebswirtschaftlich überprüft zu werden, wobei im Zusammenhang mit RFID oftmals das Ziel verfolgt wird die Kundenerfahrung und –zufriedenheit zu steigern, um so einen Wettbewerbsvorteil zu generieren. Aus dieser Perspektive hat die üblicherweise kostendeckende Maxime zum Zwecke des Kundenmanagements Nachrang.

⁹⁶ Vgl. (Dittmann, L., [2006]: Der angemessene Grad an Visibilität in Logistik-Netzwerken. Die Auswirkungen von RFID. Deutscher Universitäts-Verlag) S. 60

12 Kritische Betrachtung

Im Hinblick auf das Modell zur Ermittlung der Vorteilhaftigkeit (Anm.: Gewinnverteilung) für die beiden Mitglieder der Logistikkette unter Verwendung von RFID bleibt zu erwähnen, dass es sich hierbei um ein stark vereinfachtes Modell handelt. Nicht zuletzt durch die getroffenen Annahmen (Anm.: nur zwei Partner, kurzlebiges Produkt, nur eine Bestellmöglichkeit pro Verkaufssaison ohne weitere Anpassungen, Regalbefüllungspolitik ohne RFID usw.) ist eine Umlegung auf die Praxis nur bedingt möglich. Aus diesem Grund sollte dieses Modell nur eine Tendenz ermitteln, um herauszufinden von welcher Seite der Logistikkette die Initiative üblicherweise ausgeht. Aus diesem Grund wäre dies für die Zukunft ein geeigneter Anknüpfungspunkt für weitere Untersuchungen, um realistischere bzw. verlässlichere Ergebnisse zu erhalten.

Eine weitere kritische Betrachtung ist bezüglich des Bewertungsleitfadens vorzunehmen. Auf Grund der starken Abhängigkeit vom individuellen Geschäftsfall, bleibt zu erwähnen, dass es sich hierbei lediglich um eine sehr allgemein gehaltene Vorgehensweise handelt, bei der keine Pauschalierung möglich ist. Das Modell kann daher als flexible Orientierungshilfe gesehen werden, die es wie eine Art Checkliste abzuarbeiten gilt. Insbesondere die Einschätzungen – beispielsweise durch Experten – beinhaltet eine starke subjektive Komponente, wodurch das Bewertungsergebnis in weiterer Folge wesentlich beeinflusst wird. Nichts desto trotz bleibt festzuhalten, dass es bei einem derartigen Vorhaben von äußerster Bedeutung ist die Bewertung auf Basis eines gut strukturierten, beständigen Konzepts aufzubauen. Zudem bedeutet eine negative Wirtschaftlichkeitsbewertung nicht automatisch eine Ablehnung der Einführung von RFID. Auf Grund von qualitativen Faktoren kann sich eine Logistikkette bzw. SC trotzdem für eine Implementierung entscheiden, sofern die entstehenden Verluste die Wertigkeit der qualitativen Vorteile nicht übersteigen. Trotz des Versuchs den qualitativen Faktoren einen rechnerischen Wert zuzuschreiben, wird spätestens an diesem Punkt der Pfad des ökonomischen Prinzips sowie der rational, mathematischen Wirtschaftlichkeitsberechnung verlassen und gleichzeitig eine sozio-psychologische Richtung eingeschlagen. Aus einer betriebswirtschaftlichen Sicht entspricht eine Entscheidung für RFID bei

gleichzeitigem Verlust einer Art Subventionierung, um eventuell übergeordnete Ziele zu erreichen (Innovationsführer, Verbesserung des Kunden-Servicegrads, Verbesserung der Reputation in der Branche und bei den Kunden, usw.).

Bezogen auf die TSCV-Anwendung wäre aus einer praxisnahen Perspektive die uneingeschränkte Einsicht jedoch ein gravierender Nachteil für die Verhandlungsposition einzelner Partner. Als Beispiel dafür lässt sich unter anderem die uneingeschränkte Einsicht in den Lagerstand des Lieferanten hervorheben, wodurch dessen Abnehmer über eine Art Informationsvorsprung verfügt, den dieser in weiterer Folge in Verhandlungen als Druckmittel einsetzen könnte. Im Vergleich dazu hätte unter einem klassischen System die abnehmende Partei keine Möglichkeit in die Lagerbestände einzusehen, da der Lieferant diese Daten bewusst zurückhalten würde. Die kritische Frage in der Praxis dürfte lauten, welcher Beteiligte zu welchem Zeitpunkt auf welche Informationen Zugriff haben kann.⁹⁷

⁹⁷ Ibid. Vgl. (Dittmann) S. 60

13 Conclusio

Zusammenfassend behandelte die Masterarbeit im Wesentlichen zwei Teile, wobei sich der erste Teil auf tendenzielle, betriebswirtschaftliche Auswirkungen auf die beiden Mitglieder der Logistikkette auf Grund des RFID-Einsatzes bezieht. Im zweiten Teil dieser Arbeit erfolgte in weiterer Folge die eigentliche Vorgehensweise zur Wirtschaftlichkeitsbewertung eines Supply Chain bzw. Logistikketten-RFID-Einsatzes, die anhand eines konkreten Leitfadens erarbeitet wurde.

Beginnend mit dem ersten Teil konnten folgende Beobachtungen gemacht werden: Basierend auf dem Newsvendor-Modell von PASTERNAK (1985), wurde anhand eines weiterentwickelten Modells und einer darauf aufbauenden Excel-Simulation versucht eine Tendenz der wirtschaftlichen Auswirkungen der überbetrieblichen RFID-Anwendung auf die Mitglieder abzuleiten. Vereinfachend wurden für dieses Modell nur zwei Geschäftspartner (Supplier & Retailer) impliziert, wobei daraus ein verallgemeinerter Rückschluss auf die Abhängigkeit der Vorteilhaftigkeit von der Position eines Unternehmens innerhalb der Logistikkette gezogen werden sollte. Des Weiteren wurde davon ausgegangen, dass nur ein einziges Produkt gehandelt wird, das zudem nur einmal für die kommende Verkaufssaison bestellt werden kann. Sollten nach der Verkaufssaison noch Produkte auf Lager sein, können diese auf Grund ihrer Kurzlebigkeit nicht weiter veräußert werden, wodurch sie einen Restwert von Null besitzen. Anhand der over- und underage costs kann die optimale Bestellmenge ermittelt werden mit der der maximale Gewinn erreicht werden soll.

In weiterer Folge wurden für das Modell drei Szenarien beobachtet, um zu sehen, wie sich die Vorteilhaftigkeit der Mitglieder unter den jeweiligen Umständen entwickelt. Das erste Szenario umfasst dabei einen überbetrieblichen RFID-Einsatz ohne einer weiteren Vereinbarung. Als Ergebnis dieser Simulation ist festzuhalten, dass der Supplier unter Verwendung von RFID in jedem Fall schlechtere Gewinngrößen erhält als ohne RFID. Dabei macht es auch keinen Unterschied wie groß die Kosten pro Tag sind bzw. welcher Anteil davon vom Retailer übernommen wird. Für den Retailer ist die RFID-Anwendung vorteilhaft, wobei sich diese Vorteilhaftigkeit umso weiter steigert, je geringer die Kosten pro Tag, je weniger er am Anteil der Tagkosten tragen muss sowie je kleiner die

Regalkapazität ausfällt. Aus dieser ersten Beobachtung lässt sich demnach folgern, dass das Streben für einen RFID-Einsatz (ohne einer zusätzlichen Vereinbarung) üblicherweise vom Retailer bzw. von Unternehmen am Ende der SC ausgeht. Der Gesamtgewinn des Netzwerks lässt sich im Vergleich zur herkömmlichen Logistikorganisation durch den RFID-Einsatz steigern.

In einem zweiten Szenario wurde angenommen, dass zusätzlich zum RFID-Einsatz eine weitere Vereinbarung getroffen wird – nämlich die Anwendung von Buyback. Dabei werden die vom Retailer zu viel bestellten bzw. nicht verkauften Produkte durch den Supplier zu einem vereinbarten Großhandelspreis zurückgenommen. Das bedeutet demnach, dass die Buybackquote sowie der vom Retailer getragene Anteil an den Tagkosten nicht nur zu einer künstlichen Umverteilung der Kosten, sondern auch zu einer künstlichen Umverteilung des Risikos führen. Die Vorteilhaftigkeit für den Supplier bzw. den Retailer entwickelt sich dabei gegengleich. Demnach bedeutet für den Supplier eine hohe Buybackquote entsprechende Einschnitte seines Gewinns, während es gleichzeitig zu einer Entlastung beim Retailer führt – und umgekehrt. Dasselbe gilt für die RFID-Tag-Kostenumlage α . Für den Gewinn der gesamten Supply Chain, den Kanalgewinn, bedeutet der Einsatz von RFID mit einer Buyback-Vereinbarung einen klaren Vorteil gegenüber dem alleinigen RFID-Einsatz ohne einer zusätzlichen Vereinbarung. Unter diesen Bedingungen ist es für den Supplier das oberste Ziel einen möglichst niedrigen Anteil an den Tagkosten zu tragen. Die Höhe der Buybackquote hat dabei einen vergleichsweise geringeren Einfluss auf die Vorteilhaftigkeit – dennoch wird dieser versuchen eine möglichst geringe Quote ausverhandeln zu können. Der Retailer, von dem eine RFID-Einführung üblicherweise ausgeht und über eine entsprechende Marktmacht verfügt, wird durch die Einnahme der Gegenposition zum Supplier auf eine möglichst hohe Buybackquote und eine möglichst geringe Tagkosten-Übernahme plädieren.

In einem dritten Szenario wurde beobachtet, wie sich die Gewinnverteilung unter einem RFID-Einsatz mit einer VMI-Vereinbarung entwickelt. Für Retailer, die über eine überdurchschnittliche Marktmacht verfügen, sollte das oberste Ziel die gleichzeitige Einführung von VMI und RFID sein. Für den Supplier würde die Verwendung von RFID nur bei geringen Tagkosten und kleinen Regalkapazitäten zu einigermaßen akzeptablen Ergebnissen führen. Abschließend lässt sich festhalten, dass durch die VMI-Vereinbarung vergleichbare Kanalgewinne wie

unter einer Buyback-Vereinbarung erreicht werden können. Dabei wird der Kanalgewinn besonders durch die Zunahme des Anteils an den Tagkosten durch den Retailer positiv beeinflusst.

Die Ergebnisse der Simulation zeigen, dass die Anwendung von RFID im Vergleich zum herkömmlichen Logistiksystem in einem überwiegenden Teil der Szenarios vorteilhaft war. Das bedeutet, dass in den drei Variationen (nur RFID, RFID + Buyback, RFID + VMI) meist höhere Kanalgewinne erwirtschaftet werden konnten, als dies ohne RFID der Fall war. Die individuelle Gewinnverteilung hängt jedoch zu einem unverhältnismäßig großen Teil von der Gestaltung der Parameter ab. Dabei ist festzuhalten, dass die jeweilige Parametergestaltung zwischen den Partnern eine sehr bestimmende Rolle einnimmt. Bei RFID-Implementierungen fallen diese Vereinbarungen auf Grund der großen Marktmacht und dem damit verbundenen Verhandlungsdruck meist zu Gunsten des Retailers aus, von dem eine derartige Initiative auf RFID-Einführung üblicherweise auch ausgeht. Die Gründe für bzw. gegen eine Einführung liegen – abhängig von der Perspektive – sehr stark in der Anzahl und dem Umfang der Nutzungsmöglichkeiten des RFID-Einsatzes.

Aus Sicht des Suppliers ergeben sich durch die RFID-Anwendung unverhältnismäßig hohe Belastungen, die ohne Ausgleichszahlungen durch den eigentlichen Profiteur (= Retailer) oftmals nicht neutral zu finanzieren wäre. Im Hinblick auf die Prozesskette des Suppliers ergeben sich nur begrenzte Möglichkeiten von der Technologie zu profitieren. Demnach ist ein Einsatz von RFID bereits zu Beginn – bei der Rohstofflieferung – üblicherweise nicht zielführend. Darüber hinaus verfügt der Retailer im Normalfall über ein überschaubares Produktsortiment, das zudem Sortenrein und in abgezählten Chargen produziert und eingelagert wird. Die geringe Anzahl an RFID-fähigen, kooperierenden Unternehmen, die von der Technologie über die Unternehmensgrenze hinweg profitieren kann, gilt desweiteren als Ausnahme und würde für den Supplier in keinem Verhältnis zu dem getragenen Aufwand und Risiko stehen, um eine freiwillige Implementierung zu vollziehen.

Im Vergleich dazu kann der Retailer bereits bei der Warenannahme in vollem Umfang von RFID profitieren indem die langwierigen, manuellen Erfassungs- und Übernahmekontrollprozesse durch eine sekundenschnelle, automatische RFID-Erfassung ersetzt werden können. Damit können nicht nur Zeitressourcen,

sondern auch Fehlerquoten reduziert werden. Nach der Vereinnahmung der Objekte kann mit Hilfe von RFID die Lagerführung durch automatische Platzzuweisungen und damit verbundene Datenbankregistrierungen weiter optimiert werden. Auch beim Kommissionierungs- und Auslagerungsprozess wirkt die RFID-Technologie unterstützend, wobei bei der Verladung noch eine zusätzliche automatische Kontrolle Falschliefereien – und damit Rückholkosten, Pönalen usw. – vermeiden soll. Die mit RFID generierte Möglichkeit Echtzeit-Tracking und Condition-Monitoring vorzunehmen bietet insbesondere bei Lieferverzögerungen eine verbesserte Reaktionszeit und damit mehr Zeit zur Findung von Alternativlösungen. Der Retailer profitiert jedoch insbesondere bei einem großen Waren- und Produktsortiment (Anm.: Wal-Mart verfügt über etwa 1 Million verschiedene Produkte) durch die automatisierte logistische Handhabung und der Möglichkeit die Bestellpolitik zu automatisieren.

Demnach lässt sich festhalten, dass das Bestreben auf eine RFID-Einführung meist vom Ende der Logistikkette ausgeht, wobei die tatsächliche Vorteilhaftigkeit sehr stark von den Parametervereinbarungen zwischen den Partnern abhängt. Mit Hilfe von Ausgleichszahlungen soll daher ein frühzeitiges Scheitern einer überbetrieblichen RFID-Einführung verhindert werden.

Insbesondere bei großen und namhaften Unternehmen, wie etwa bei Wal-Mart oder der Metro Group, kam es in der jüngsten Vergangenheit (nach 2000) zu einer beobachtbaren Erschöpfung der Optimierungspotentiale auf unternehmensinterner Ebene. Ein von insbesondere finanzstarken Unternehmen gewählter Ausweg ist die Umsetzung einer RFID-Implementierungsstrategie, mit der versucht werden soll die mitunter beträchtlichen überbetrieblichen Potentiale auszuschöpfen. Nicht zuletzt aus diesem Grund ist es daher angebracht einen geeigneten Leitfaden zur Bewertung und Beurteilung der Vorteilhaftigkeit zu erstellen. Genau an diesem Punkt setzt der zweite Teil der Masterarbeit an.

An diesem Ansatz anknüpfend, wurde im Kapitel 9 ein auf dem Modell von IRRENHAUSER (2014) basierender Leitfaden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung eines unternehmensübergreifenden RFID-Projekts erstellt. Dieser Leitfaden wird dabei in eine Analyse- und eine Bewertungsphase unterteilt.

Bevor die eigentliche Bewertung der Vorteilhaftigkeit des überbetrieblichen Projekts vorgenommen werden konnte, war es allerdings erst notwendig die Anforderungen an das System zu analysieren, um ein geeignetes Fundament zur Implementierung zu schaffen. Entsprechend dem ersten Schritt, der aus drei Stufen bestehenden Analysephase, bedurfte es daher einer Definition des Bewertungsziels. In dieser Arbeit war das Bewertungsziel die Wirtschaftlichkeitsbewertung des RFID-Einsatzes in der Supply Chain bzw. Logistikkette. Dazu war es erforderlich, vorerst eine individuelle Bewertung auf Unternehmensebene vorzunehmen, deren einheitliche Berechnungen in weiterer Folge zusammengefügt wurden. In einem zweiten Schritt galt es sämtliche Prozesse für den zukünftigen RFID-Einsatz mit Hilfe von standardisierten Prozessbausteinen entlang der SC zu modellieren sowie daraus entstehende Aufwände zu bestimmen (Anm.: noch keine Quantifizierung). Aus diesem Modellierungsplan waren in weiterer Folge zugeschnittene Erfassungspunkte zu bestimmen, die mit geeigneten RFID-Komponenten ausgestattet wurden. Anhand des Mappings konnten die notwendigen Investitionsaufwände (RFID-Aufwände im engeren Sinn) abgeleitet werden, deren Umfang auf Grund des klaren Bedarfs an Komponenten sowie auf Grund der damit verbundenen Preise üblicherweise sehr genau bestimmbar ist. Ein weiterer wesentlicher Faktor im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeitsbewertung sind die laufend entstehenden Aufwände des operativen Betriebs (RFID-Aufwände im weiteren Sinn). Da diese von vielen Faktoren beeinflusst werden und im Vorhinein nur sehr grob eingeschätzt werden können, unterliegen diese starken Unsicherheiten. Bezogen auf die Erfassungspunkte ist es zudem von größter Bedeutung passende Absicherungsstrategien (Vermeidung, Erkennung und Beseitigung von Erfassungsfehlern) zu entwickeln und in das System einzubauen, um unausweichlich auftretende Erfassungsfehler zu beheben. Nachdem im zweiten Schritt die Aufwände analysiert wurden, wurden in einem dritten und letzten Schritt der Analysephase realisierbare Nutzenpotentiale ermittelt. Dabei ist zu beachten, dass nur jene Prozesse derartige Nutzenpotentiale liefern können, die auf Grund des RFID-Einsatzes reorganisiert wurden. Wegfallende oder neu hinzukommende Prozesse bewirken in vollem Umfang eine Aufwandsreduktion bzw. einen Zusatzaufwand. Bezogen auf die Nutzenpotentiale der veränderten Prozesse wurden dazu interne und externe Effekte ermittelt.

Nachdem in der Analysephase die grundlegenden Informationen gesammelt wurden, konnte in weiterer Folge in die Bewertungsphase übergegangen werden, die ebenfalls aus drei Schritten besteht. Im ersten Schritt wurden dazu qualitative Einflussfaktoren ermittelt, die mit Hilfe von Basen auf die Aufwände bzw. Nutzenpotentiale versucht wurden umzulegen. Da die Einflussfaktoren einem hohen Unsicherheitsgrad unterliegen, wurden in diesem Schritt ebenfalls Wahrscheinlichkeitsverteilungen angewandt, um diese Unsicherheiten zu berücksichtigen. Die eigentliche Berechnung der Wirtschaftlichkeit erfolgte schlussendlich in einem fünften Schritt. Dazu wurden in einer Kalkulationsstruktur die Aufwände den Nutzenpotentialen gegenübergestellt, um die beiden Zielgrößen (Rentabilität und Amortisationsdauer) zu ermitteln. In einem abschließenden Schritt wurde dieses Ergebnis einer Systemanalyse zugeführt, um weitere Einsparungsmöglichkeiten zu ermitteln. Im Zuge dessen erfolgten desweiteren eine Expansions-, Break-Even- und Ausgleichsanalyse.

Für die äußerst komplexe und herausfordernde Bewertungsaufgabe ist im Idealfall ein Experte aus der Logistikbranche zu bestimmen, der zudem über entsprechende Erfahrungswerte verfügt. Dadurch sollen nicht notwendige Koordinationsschwierigkeiten und Missverständnisse schon im Vorhinein vermieden werden. Zu erwähnen bleibt, dass dieser Leitfaden sehr allgemein gehalten ist, da die tatsächlichen Aufwände und Potentiale sehr stark vom jeweiligen Geschäftsfall abhängen. Nichtsdestotrotz soll er zu einem strukturierten Vorgehen beitragen, der entsprechend einer Checkliste abzuarbeiten ist.

Die RFID-Technologie per se gilt dabei als Werkzeug bzw. Enabler für weitere Potentiale, die eine verstärkte, unternehmensübergreifende Verknüpfung der Flüsse (Waren-, Finanz- und Informationsflüsse) ermöglichen sollen. Entwicklungen wie der Total Supply Chain Visibility Ansatz, die automatische Kassa sowie das Smart Shelve sollen dazu beitragen diese Potentiale in jedem Bereich auszuschöpfen.

14 Literaturverzeichnis

Buch- und Textquellen

ALICKE 2003

Alicke, K.: Planung und Betrieb von Logistiknetzwerken: Unternehmensübergreifendes Supply Chain Management. Springer Verlag. (2003)

ADAMEC 2011

Adamec, T.: Recycling von RFID. Fürth. (2011)

BEHRENDT 2010

Behrendt, S.: Integriertes Roadmapping – Nachhaltigkeitsorientierung in Innovationsprozessen des Pervasive Computing. Springer Verlag. (2010)

BENSEL ET AL. 2008

Bensel, P.; Gunther, O.; Tribowski, C.; Vogeler, S.: Cost-Benefit Sharing in Cross-Company RFID Applications: A Case Study Approach. Paris (2008)

BHUPTANI & MORADPOUR 2005

Bhuptani, M.; Moradpour, S.: RFID field guide: Deploying radio frequency identification systems. (2005)

BLECKER & HUANG 2008

Blecker, T.; Huang, G. Q.: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag. (2008)

CHAIN STORE AGE 2005

Chain Store Age: Research confirms Wal-Mart's RFID benefit. Chain Store Age Journal. (2005)

CORSTEN ET AL. 2002

Corsten, D.; Gruen, T.; Bharadwaj, S.: Retail out of stocks: A worldwide examination of extent, causes and consumer responses. (2002)

CORSTEN & GRUEN 2006

Corsten, D.; Gruen, T.: Wal-Mart living up the new expectations. ECR Journal (2006)

COTTIN & DÖHLER 2009

Cottin, C.; Döhler, S.: Risikoanalyse. Modellierung, Beurteilung und Management mit Risiken mit Praxisbeispielen. Vieweg & Teubner Verlag. Wiesbaden (2009)

DE RUS 2010

De Rus, G.: Introduction to Cost-Benefit Analysis. Edward Elgar Publishing. (2010)

DEUTSCHES BUNDESAMT 2005

Deutsches Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen. (2005)

DITTMANN 2006

Dittmann, L.: Der angemessene Grad an Visibilität in Logistik-Netzwerken. Die Auswirkungen von RFID. Deutscher Universitäts-Verlag. (2006)

EUROPÄISCHE KOMMISSION 2008

Sectoral e-Business Watch 2008 der Europäischen Kommission

FINKENZELLER 2010

Finkenzeller, K.: RFID-Handbook. Wiley Verlag. (2010)

FLEISCH & MATTERN 2005

Fleisch, E.; Mattern, F.: Das Internet der Dinge – Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. Springer Verlag. (2005)

FRIEDEWALD ET AL. 2010

Friedewald, M.; Raabe, O.; Georgieff, P.; Koch, D. J.; Neuhäusler, P.: Das „Internet der Dinge“ – Grundlagen, Anwendungen, Folgen. Edition Sigma. Berlin. (2010)

GELLERT & LENK 1974

Gellert, W.; Lenk, R.: Fachlexikon ABC Physik. Deutsch Verlag. Zürich. (1974)

GILBERG 2009

Gilberg, J.: Technische Ausgestaltung und wirtschaftliche Beurteilung des überbetrieblichen RFID-Einsatzes. Josef Eul Verlag. Köln. (2009)

GILLE 2010

Gille, D.: Wirtschaftlichkeit von RFID-Systemen in der Logistik. Ex-Ante-Quantifizierung der ökonomischen Effekte allgegenwärtiger Informationsverarbeitung. Gabler Verlag. Wiesbaden. (2010)

GILLERT & HANSEN 2007

Gillert, F.; Hansen, W.: RFID für die Optimierung von Geschäftsprozessen, Prozess-Strukturen, IT-Architekturen, RFID-Infrastruktur. Hanser Verlag. (2007)

GÜNTHER ET AL. 2010

Günther, A.; Meißner, S.; Conze, M.; Fischer, R.: Stand und Entwicklung des RFID-Einsatzes in der Automobillogistik. Ergebnisse einer empirischen Studie. RFID Anwenderzentrum München (2010)

GÜNTHNER & TEN HOMPEL 2010

Günthner, W.; Ten Hompel, M.: Internet der Dinge in der Intralogistik, Springer Verlag. (2010)

HAAS 2010

Haas, S.: Modell zur Bewertung wohnwirtschaftlicher Immobilien-Portfolios unter Beachtung des Risikos. Gabler Verlag. (2010)

HAHNDORF 2009

Hahndorf, M. O.: Der Mehrwert von RFID als Optimierungsinstrument des Supply Chain Management für den Endkunden und das Unternehmen. Diplomica Verlag. (2009)

HARDGRAVE ET AL. 2008

Hardgrave, B.; Langford, S.; Waller, M.; Miller, R.: Measuring the impact of RFID on out of stocks at Wal-Mart. MIS Quarterly Executive. (2008)

HEANEY 2013

Heaney, B.: Supply Chain Visibility – A critical strategy to optimize cost und service. Aberdeen Group Report. (2013)

HEISERICH ET AL. 2011

Heiserich O. E., Helbig K. und Ullmann W.: Logistik – Eine praxisorientierte Einführung – 4. Auflage. Gabler Verlag. (2011)

HELMIG ET AL. 2010

Helmig, J.; Schmidt, C.; Schweicher, B.: CBS-Net – Cost-Benefit-Sharing in Netzwerken. Aufwand und Nutzen der Umsetzung von SCM-Konzepten erkennen und verteilen. FIR Verlag. Aachen. (2010)

HITZINGER 2007

Hitzinger, T.: Übertragbarkeit von Vorkenntnissen bei der Zuverlässigkeitstestplanung. Institut für Maschinenbau Universität Stuttgart. (2007)

IRRENHAUSER 2014

Irrenhauser, T.: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetzwerk. Herbert Utz Verlag. München. (2014)

JÄKEL 2008

Jäkel, C.: Der Einsatz mono- und multikultureller Teams in Abhängigkeit von der zu bearbeitenden Aufgabe. Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt. (2008)

KLEINWEFERS 2008

Kleinewefers, H.: Einführung in die Wohlfahrtsökonomie: Theorie – Anwendung – Kritik. Kohlhammer Verlag. Stuttgart (2008)

KOETHER 2012

Koether, R.: Distributionslogistik – Effiziente Absicherung der Lieferfähigkeit. Springer Verlag. (2012)

KREBS 2011

Krebs, P.: Bewertung vernetzter Produktionsstandorte unter Berücksichtigung multidimensionaler Unsicherheiten. München (2011)

KUHN ET AL. 2006

Kuhn, A.; Hellingrath, B.; Keller, M.; Riha, I.: Wissenschaft und Praxis im Dialog. Steuerung von Logistiksystemen – auf dem Weg zur Selbststeuerung. Deutscher Verkehrsverlag. Hamburg (2006)

LANGER ET AL. 2006

Langer, N.; Forman, C.; Kekre, S.; Scheller-Wolf, A.: Assessing the impact of RFID on return center logistics. Carnegie Mellon University. (2006)

LEE & LEE 2010

Lee, I.; LEE B. C.: An investment evaluation of supply chain RFID technologies: A normative modeling approach. Production Economics 125 (2010)

LEPRATTI ET AL. 2014

Lepratti, R.; Lamparter, S.; Schröder, R.: Transparenz in globalen Lieferketten der Automobilindustrie. Publicis Erlangen Verlag. (2014)

MEIßNER 2009

Meißner, R. H.: Automobilproduktion in der Prozess- oder Wertschöpfungskette. Brannenbourg. (2009)

MELSKI 2006

Melski, A.: Grundlagen und betriebswirtschaftliche Anwendung von RFID. Institut für Wirtschaftsinformatik Georg-August-Universität. Göttingen (2006)

MERKEL 2005

Merkel, H.: Future Supply Chain Design. (2005)

MLADENOW 2010

Mladenow, A.: IKT-gestützte Geschäftsmodelle für strategische Forschungsk Kooperationen zwischen Wissenschafts- und Praxispartnern. Wien (2010)

OMAR 2012

Omar, M. S. H. A.: Improved supply chain performance through RFID technology: comparative case analysis of Metro Group and Wal-Mart. University of Wollongong. Research Online. (2012)

PASTERNAK 1985

Pasternack, B. A.: Optimal pricing and return policies for perishable commodities. Marketing Science. (1985)

PETZOLDT & GEBERT 2011

Petzoldt, K.; Gebert, R.: RFID im Handel – Vor- und Nachteile aus Unternehmens- und Kundensicht. Institut für Betriebswirtschaftslehre der Technischen Universität. Ilmenau (2011)

PFEIFFER ET AL. 2010

Pfeiffer, S.; Wühr, D.; Schütt, P.: Greening fängt beim Menschen an. München. (2010)

PISELLO 2006

Pisello, T.: The ROI of RFID in the supply chain. RFID Journal. (2006)

REFA 1985

REFA: Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Hanser Verlag. (1985)

REINHART ET AL. 2011A

Reinhart, G.; Pause, J.; Krziwon, K.: Managementkonzept für Eingangsgrößen von Kostenmodellen. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. (2011)

REINHART ET AL. 2011B

Reinhart, G.; Irrenhauser, T.; Reinhardt, S.; Reisen, K.; Schellmann, H.: Wirtschaftlicher und Ressourceneffizienter durch RFID. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. (2011)

REINHART ET AL. 2012

Reinhart, G.; Irrenhauser, T.; Reinhardt, S.; Reisen, K.: Kriterienbasierte Nutzensauswahl in der Wirtschaftlichkeitsberechnung von RFID. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. (2012)

REINHART 2013

Reinhart, G.; Irrenhauser, T.; Reinhardt, S.; Reisen, K.; Bleisteiner, T.; Ramirez, A., [2013]: Bewertung des RFID-Einsatzes im automobilen Wertschöpfungsnetz. ZWF. (2013)

RHENSIOUS & DÜNNEBACKE 2009

Rhensius, T.; Dünnebacke, D.: RFID-Business Case Calculation. 3-stufiges Vorgehen zur Planung und Bewertung des RFID-Einsatzes. Klinkenberg Verlag. Aachen (2009)

RIHA 2008

Riha, I.: Entwicklung einer Methode für Cost Benefit Sharing in Logistiknetzwerken. Fakultät für Maschinenbau. Technische Universität Dortmund. (2008)

RIHA & WEIDT 2004

Riha, I.; Weidt, S.: Support System Requirements for an Applied Cost-Benefit-Sharing-Model. Fakultät für Maschinenbau Technische Universität Dortmund. (2004)

ROßNAGEL ET AL. 2008

Roßnagel A., Sommerlatte, T.; Winand, U.: Digitale Visionen – Zur Gestaltung allgegenwärtiger Informationstechnologien. Springer Verlag. (2008)

SCHENK 2006

Schenk, M.: RFID-Tunnelgate – Die neueste Generation von UHF-RFID-Gates, Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung. Magdeburg. (2006)

SCHMELZER & SESSELMANN 2008

Schmelzer, H. J.; Sesselmann, W.: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. Kunden zufrieden stellen – Produktivität steigern – Wert erhöhen. Hanser Verlag. (2008)

SCHMITZ ET AL. 2009

Schmitz, G.; Dietz, M.; Eberhardt, S.: Detaillierte Diagnose unternehmensspezifischer Ansatzpunkte zur Erzielung von Kundenvorteilen mittels Kundenlösungen in KMUs. Duisburg-Essen (2009)

SCHOLZ-REITER ET AL. 2007

Scholz-Reiter, B.; Gorltd, C.; Hinrichs, U.; Tervo, J. T.; Lewandowski, M.: RFID-Einsatzmöglichkeiten und Potentiale in logistischen Prozessen. Bremen (2007)

STRASSNER 2005

Strassner, M.: RFID im Supply Chain Management. Hochschule für Wirtschafts-, Recht- und Sozialwissenschaften. St. Gallen. (2005)

STRAUSS 2003

Strauss, C.; Doerner, W.J.; Gutjahr, D.; Klein, D.; Kotsis, G.: Optimisation of Workflows by Sampling and Stochastic Branch and Bound. Istanbul (2003)

STRÜKER ET AL. 2008

Strüker, J.; Gille, D.; Faupel, T.: RFID Report 2008. Institut für Informatik und Gesellschaft Albert-Ludwigs-Universität. (2008)

THOMMEN & ACHLEITNER 2009

Thommen, J.-P.; Achleitner, A.-K.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 6. Auflage. Gabler Verlag. Wiesbaden (2009)

TRIBOWSKI 2009

Tribowski, C.: RFID-Enabled Cooperation in the Supply Chain. Fakultät für Wirtschaftswissenschaften Humboldt-Universität. Berlin (2009)

TROST 2008

Trost, M.: Gesamtheitliche Anlagenmodellierung und –analyse auf Basis stochastischer Netzverfahren. Stuttgart (2008)

VDA / BSL 1997

VDA / BSL.: Begriffsbestimmungen im Transport- und Lieferprozess der Automobilindustrie. (1997)

VOGELER 2009

Vogeler, S.: Entwicklung eines Vorgehensmodells zur Implementierung der RFID-Technologie in logistischen Systemen am Beispiel der Bekleidungswirtschaft. Univerlag TU Berlin. (2009)

WANG ET AL. 2011

Wang, S.J.; Liu, S.F.; Wang, W.L.: The simulated impact of RFID-enabled supply chain on pull-based inventory replenishment in TFT-LCD industry. International Journal of Production Economics. (2011)

WEBER ET AL. 2007

Weber, V.; Jensen, O.: *RFID Implementation in Germany: Challenges and Benefits*. Publikation der Organisation for Economic Co-operation and Development. (2007)

WERNER 2008

Werner, H.: Supply Chain Management. Grundlagen, Strategien, Instrumente und Controlling. 3. Auflage. Gabler Verlag. Wiesbaden (2008)

WETZEL 2004

Wetzel, A.: Implikationen globaler Vernetzung für das Management. Deutscher Universitäts-Verlag. (2004)

Internetquellen:

DREIER ET AL. 2009

Dreier, B.; Yildiz, G.; Yilmaz, M.; Erdinc, U.: RFID at Metro Group. <https://ai.wu.ac.at/~koch/courses/bogazici/archive/mis-fall-2009/presentations/metro.pdf> aufgerufen am 06. Mai 2015

FIRMA KATHREIN

Firma Kathrein RFID; <https://www.kathrein-rfid.de/de/node/8> aufgerufen am 25.02.2015

HANDELSBLATT

Handelsblatt Ausgabe Juli 2013; http://blog.iese.edu/muenchen/files/2014/06/HB-Aldi-Kommentar-Sachon-23_07_2014.pdf; aufgerufen am 02. Juni 2015

DODA

RFID at Metro Group. Case Analysis; <http://de.slideshare.net/bhupeshdoda/strategic-supply-chain-management-case-rfid-by-group-l>; aufgerufen am 05. Mai 2015

EPC GLOBAL

EPC RFID Calculator; http://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCIQFjAA&url=http%3A%2F%2Focw.mit.edu%2Fcourses%2Fengineering-systems-division%2Fesd-290-special-topics-in-supply-chain-management-spring-2005%2Ftools%2FEPCRFIDCalculatorMarch2005.xls&ei=ICpWVYuYNcyLsgHj3YDQCQ&usq=AFQjCNHf8D0N0HR4nQ7Hzcdphmxu2PG_vg&bvm=bv.93564037,d.bGg; aufgerufen am 15.05.2015

15 Anhang I: Kurzfassung

Die Masterarbeit ist in zwei wesentliche Bereiche unterteilt, wobei es das Ziel des ersten Teils ist, die Vorteilhaftigkeit des RFID-Einsatzes sowohl für den Supplier als auch für den Retailer zu ermitteln. Dies geschieht anhand eines modifizierten, branchenunabhängigen Newsvendor-Modells nach Pasternack (1985), wobei des Weiteren zwischen unterschiedlichen Lagerhaltungssystemen (Buyback, VMI) unterschieden wird. Auf Grund der starken Abhängigkeit der Vorteilhaftigkeit im Hinblick auf die Position eines Mitglieds entlang der Lieferkette, kann es unter Umständen notwendig sein, mit Hilfe des sogenannten Cost-Benefit-Sharing Ausgleichsleistungen zu vereinbaren, um eine zwischenbetriebliche Kooperation – und damit eine lückenlose RFID-Anwendung – zu ermöglichen.

Im zweiten Teil der Masterarbeit wird ein Leitfaden zur überbetrieblichen Wirtschaftlichkeitsbewertung von RFID-Logistik-Systemen erarbeitet. Das übergeordnete Ziel ist es dabei, eine schematische Vorgehensweise zu erstellen, die einen universell anwendbaren, strukturierten Bewertungsablauf ermöglicht. Die Grundlage für diese Wirtschaftlichkeitsbewertung bildet ein sechsstufiges Modell, bestehend aus einer Analyse- und einer Bewertungsphase.

Abschließend werden mit der Metro Group und Wal-Mart zwei Best Practices Beispiele behandelt, bei der die Auswirkungen der RFID-Implementierung anhand von konkreten Kennzahlen dargestellt werden sollen.

Schlagwörter: RFID, RFID-Einsatz, Produzent, Händler, Vendor Managed Inventory, Buyback-Vereinbarung, Leitfaden, RFID-Wirtschaftlichkeitsbewertung, Vorteilhaftigkeit, Lieferkette, Cost-Benefit-Sharing, Total Supply Chain Visibility

16 Anhang II: Abstract

This master thesis consists of two main parts, whereas the purpose of the first part contains the identification of the advantage of an RFID-employment between suppliers and retailers. This identification is based on a modified, non-sector-specific Newsvendor-model of Pasternack (1985), which is further examined under different agreements (VMI, Buyback). Due to the substantial dependency of the individual advantage on a partner's position along the supply chain, it could be necessary to arrange compensation payments according to the Cost-Benefit-Sharing-theory. This is crucial, since RFID only unfolds its full potential, if it is applied consistently.

The purpose of the second part is to develop a guideline in order to quantify the profitability of an intercompany RFID-employment. The superior object of this guideline is the formation of a schematic procedure, which enables a general and well-structured quantification. The basis for this evaluation is a six-stage model, consisting of an analysis phase and a quantification phase.

In the end, this master thesis investigates two best practice samples of Wal-Mart and Metro Group, which show the impact of RFID-adoptions on the basis of operating figures.

Keywords: RFID-Adoption, Supplier, Retailer, Vendor Managed Inventory, Buyback agreement, guideline, RFID-profitability-quantification, RFID-employment, collaborative supply chain, Cost-Benefit-Sharing, Total Supply Chain Visibility

17 Anhang IV: Ergänzungen

c	=	Selbstkosten des Suppliers
w	=	Verkaufspreis des Suppliers an den Retailer
r	=	Verkaufspreis des Retailers an den Endkunden
h	=	Kosten für die Kapitalbindung einer Einheit für die gesamte Produktlebensspanne (schlagend für den Retailer oder im Falle eines VMI schlagend für die Supplier)
t	=	Kosten für einen RFID-Tag pro Einheit
αt	=	Anteil der Kosten für RFID-Tags, der durch den Retailer getragen wird
$(1-\alpha)t$	=	Anteil der Kosten für RFID-Tags, der durch den Supplier getragen wird
ρ	=	Anteil am Verkaufspreis „ w “, der durch den Supplier in Form eines Kredits an den Retailer für die Buyback Produkte gewährt wird (= Buyback Rate)
v	=	Restwert pro unverkaufter Einheit am Ende der Verkaufssaison
Q	=	Bestellmenge des Retailers (bzw. bereitgestellte Menge des Suppliers im VMI)
S	=	Kapazität an Regalfläche in der Retail-Filiale
L	=	erwartete Menge, die innerhalb einer Verkaufssaison nicht gedeckt werden kann
SL	=	erwartete Menge, die innerhalb einer Verkaufssaison auf Grund ineffizienter Regalbestückung nicht verkauft werden kann, obwohl im Lager ausreichend Einheiten vorhanden wären
θ	=	Wahrscheinlichkeit, dass der Endkunde das gesuchte Produkt im Regal des Retailers vorrätig vorfindet und sich außerdem noch ausreichend Einheiten auf Lager befinden. Dabei handelt es sich um eine Maßzahl wie reaktiv und effizient der Regal-Lager Umschlichtungsprozess ist.
β	=	Fill Rate = Kennzahl, die besagt wie viel Prozent der Nachfrage durch das Lager befriedigt werden kann.

D	=	Nachfrage während eines Produktlebenszyklus
f(x)	=	(Verteilungs-) Dichtefunktion der Nachfrage
F(x)	=	kumulative Verteilungsfunktion der Nachfrage
$F^{-1}(x)$	=	Inverse kumulative Verteilungsfunktion der Nachfrage
μ	=	Mittelwert
σ	=	Standardabweichung
z	=	z-Wert der Standardnormalverteilung (wobei: $z = \frac{x-\mu}{\sigma}$)
Φ	=	Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung (wobei: $\Phi(z) = P(Z \leq z)$)
M	=	Erwarteter Profit des Suppliers
R	=	Erwarteter Profit des Retailers
T	=	Erwarteter Totaler Profit der Supply Chain = M + R

Tabelle 1: Legende zum Newsvendor-Modell unter RFID-Einsatz (Blecker T, Huang G. Q. [2008], S. 359)

			Q*	L	SL	θ	β	M	R	T
Ohne RFID	Zentralisiert	S = 40	3069	735	715	0,7617	0,7550	-	-	5685
		S = 50	3069	357	337	0,8877	0,8810	-	-	7199
		S = 60	3069	134	114	0,9620	0,9553	-	-	8091
	Dezentralisiert	S = 40	2993	735	684	0,7720	0,7550	2993	2777	5770
		S = 50	2993	357	306	0,8980	0,8810	2993	4290	7283
		S = 60	2993	137	86	0,9713	0,9543	2993	5171	8164
Mit RFID	Zentralisiert	t = 0,05 €	3065	21	0	1	0,9930	-	-	8394
		t = 0,1 €	3061	22	0	1	0,9927	-	-	8241
		t = 0,2 €	3053	25	0	1	0,9917	-	-	7935
		t = 0,05 €								
	Dezentralisiert	$\alpha = 0$	2993	51	0	1	0,9830	2843	5517	8360
		$\alpha = 0,2$	2992	51	0	1	0,9830	2872	5487	8359
		$\alpha = 0,4$	2991	51	0	1	0,9830	2902	5457	8359
		$\alpha = 0,6$	2991	51	0	1	0,9830	2931	5427	8358
		$\alpha = 0,8$	2990	52	0	1	0,9827	2960	5397	8357
		$\alpha = 1$	2989	52	0	1	0,9827	2989	5367	8356
		t = 0,1 €								
		$\alpha = 0$	2993	50	0	1	0,9833	2693	5517	8210
		$\alpha = 0,2$	2991	51	0	1	0,9830	2752	5457	8209
		$\alpha = 0,4$	2990	52	0	1	0,9827	2810	5397	8207
		$\alpha = 0,6$	2988	53	0	1	0,9823	2869	5338	8207
		$\alpha = 0,8$	2987	53	0	1	0,9823	2927	5278	8205
		$\alpha = 1$	2985	54	0	1	0,9820	2985	5218	8203
		t = 0,2 €								
		$\alpha = 0$	2993	50	0	1	0,9833	2394	5517	7911
		$\alpha = 0,2$	2990	52	0	1	0,9827	2511	5397	7908
		$\alpha = 0,4$	2987	53	0	1	0,9823	2628	5278	7906
		$\alpha = 0,6$	2984	55	0	1	0,9817	2745	5158	7903
		$\alpha = 0,8$	2981	57	0	1	0,9810	2862	5039	7901
		$\alpha = 1$	2978	58	0	1	0,9807	2978	4920	7898

Tabelle 2: Gewinne von M, R, T mit bzw. ohne RFID (ohne Buyback und ohne VMI) (Blecker, T.; Huang, G. Q.; [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 362)

		Q*	L	SL	θ	β	M	R	T
Zentralisiert	S = 40								
	$\rho = 0,2$	3069	735	715	0,7617	0,7550	2764	2921	5685
	$\rho = 0,5$	3069	735	715	0,7617	0,7550	2305	3380	5685
	$\rho = 0,8$	3069	735	715	0,7617	0,7550	1847	3838	5685
	$\rho = 1$	3069	735	715	0,7617	0,7550	1541	4144	5685
	S = 50								
	$\rho = 0,2$	3069	357	337	0,8877	0,8810	2919	4279	7198
	$\rho = 0,5$	3069	357	337	0,8877	0,8810	2694	4505	7199
	$\rho = 0,8$	3069	357	337	0,8877	0,8810	2468	4730	7198
	$\rho = 1$	3069	357	337	0,8877	0,8810	2318	4881	7199
	S = 60								
	$\rho = 0,2$	3069	134	114	0,9620	0,9553	3012	5079	8091
	$\rho = 0,5$	3069	134	114	0,9620	0,9553	2925	5165	8090
	$\rho = 0,8$	3069	134	114	0,9620	0,9553	2839	5252	8091
	$\rho = 1$	3069	134	114	0,9620	0,9553	2781	5310	8091
Dezentralisiert	S = 40								
	$\rho = 0,2$	3008	735	692	0,7693	0,7550	2727	3025	5752
	$\rho = 0,5$	3039	735	706	0,7647	0,7550	2305	3412	5717
	$\rho = 0,8$	3094	735	721	0,7597	0,7550	1832	3826	5658
	$\rho = 1$	3191	735	733	0,7557	0,7550	1420	4132	5552
	S = 50								
	$\rho = 0,2$	3008	357	314	0,8953	0,8810	2882	4384	7266
	$\rho = 0,5$	3039	357	328	0,8907	0,8810	2694	4538	7232
	$\rho = 0,8$	3094	357	343	0,8857	0,8810	2453	4718	7171
	$\rho = 1$	3191	357	355	0,8817	0,8810	2196	4868	7064
	S = 60								
	$\rho = 0,2$	3008	133	90	0,9700	0,9557	2972	5179	8151
	$\rho = 0,5$	3039	133	104	0,9653	0,9557	2943	5191	8134
	$\rho = 0,8$	3094	134	120	0,9600	0,9553	2825	5239	8064
	$\rho = 1$	3191	134	132	0,9560	0,9553	2663	5295	7958

Tabelle 3: Gewinne von M, R, T mit Buyback-Vereinbarung, ohne RFID (Blecker, T.; Huang, G. Q.; [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 366)

		Q*	L	SL	θ	β	M	R	T
$\alpha = 0$	t = 0,05								
	$\rho = 0,2$	3008	43	0	1	0,9857	2838	5535	8373
	$\rho = 0,5$	3040	29	0	1	0,9903	2819	5570	8389
	$\rho = 0,8$	3094	14	0	1	0,9953	2768	5622	8390
	$\rho = 1$	3191	2	0	1	0,9993	2646	5678	8324
	t = 0,1								
	$\rho = 0,2$	3008	43	0	1	0,9857	2687	5535	8222
	$\rho = 0,5$	3040	29	0	1	0,9903	2667	5570	8237
	$\rho = 0,8$	3094	14	0	1	0,9953	2613	5622	8235
	$\rho = 1$	3191	2	0	1	0,9993	2487	5678	8165
	t = 0,2								
	$\rho = 0,2$	3008	43	0	1	0,9857	2386	5535	7921
	$\rho = 0,5$	3040	29	0	1	0,9903	2363	5570	7933
	$\rho = 0,8$	3094	14	0	1	0,9953	2304	5622	7926
	$\rho = 1$	3191	2	0	1	0,9993	2168	5678	7846
$\alpha = 0,2$	t = 0,05								
	$\rho = 0,2$	3007	43	0	1	0,9857	2867	5505	8372
	$\rho = 0,5$	3039	30	0	1	0,9900	2849	5540	8389
	$\rho = 0,8$	3093	14	0	1	0,9953	2800	5591	8391
	$\rho = 1$	3186	2	0	1	0,9993	2684	5646	8330
	t = 0,1								
	$\rho = 0,2$	3006	43	0	1	0,9857	2746	5475	8221
	$\rho = 0,5$	3038	30	0	1	0,9900	2728	5510	8238
	$\rho = 0,8$	3091	14	0	1	0,9953	2676	5560	8236
	$\rho = 1$	3181	3	0	1	0,9990	2561	5614	8175
	t = 0,2								
	$\rho = 0,2$	3005	44	0	1	0,9853	2505	5415	7920
	$\rho = 0,5$	3035	31	0	1	0,9897	2484	5449	7933
	$\rho = 0,8$	3087	15	0	1	0,9950	2430	5498	7928
	$\rho = 1$	3171	3	0	1	0,9990	2316	5551	7867

Tabelle 4: Gewinne von M, R, T mit Buyback-Vereinbarung und RFID mit $\alpha=0$ und $\alpha=0,2$ (Blecker, T.; Huang, G. Q.; [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 367)

		Q*	L	SL	θ	β	M	R	T
$\alpha = 0,4$	t = 0,05								
	$\rho = 0,2$	3006	43	0	1	0,9857	2897	5475	8372
	$\rho = 0,5$	3038	30	0	1	0,9900	2879	5510	8389
	$\rho = 0,8$	3091	14	0	1	0,9953	2831	5560	8391
	$\rho = 1$	3181	3	0	1	0,9990	2720	5614	8334
	t = 0,1								
	$\rho = 0,2$	3005	44	0	1	0,9853	2805	5415	8220
	$\rho = 0,5$	3035	31	0	1	0,9897	2788	5449	8237
	$\rho = 0,8$	3088	15	0	1	0,9950	2739	5498	8237
	$\rho = 1$	3171	3	0	1	0,9990	2633	5551	8184
	t = 0,2								
	$\rho = 0,2$	3002	46	0	1	0,9847	2623	5295	7918
	$\rho = 0,5$	3031	32	0	1	0,9893	2604	5328	7932
	$\rho = 0,8$	3081	17	0	1	0,9943	2556	5374	7930
	$\rho = 1$	3156	4	0	1	0,9987	2458	5424	7882
$\alpha = 0,6$	t = 0,05								
	$\rho = 0,2$	3006	44	0	1	0,9853	2926	5445	8371
	$\rho = 0,5$	3037	30	0	1	0,9900	2909	5479	8388
	$\rho = 0,8$	3089	15	0	1	0,9950	2862	5529	8391
	$\rho = 1$	3176	3	0	1	0,9990	2756	5583	8339
	t = 0,1								
	$\rho = 0,2$	3003	45	0	1	0,9850	2864	5355	8219
	$\rho = 0,5$	3033	32	0	1	0,9893	2848	5388	8236
	$\rho = 0,8$	3085	16	0	1	0,9947	2802	5436	8238
	$\rho = 1$	3163	4	0	1	0,9987	2704	5488	8192
	t = 0,2								
	$\rho = 0,2$	2998	47	0	1	0,9843	2740	5175	7915
	$\rho = 0,5$	3027	34	0	1	0,9887	2724	5206	7930
	$\rho = 0,8$	3075	18	0	1	0,9940	2681	5251	7932
	$\rho = 1$	3142	6	0	1	0,9980	2596	5298	7894

Tabelle 5: Gewinne von M, R, T mit Buyback-Vereinbarung und RFID mit $\alpha=0,4$ und $\alpha=0,6$ (Blecker, T.; Huang, G. Q.; [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 368)

		Q*	L	SL	θ	β	M	R	T
$\alpha = 0,8$	t = 0,05								
	$\rho = 0,2$	3005	44	0	1	0,9853	2955	5415	8370
	$\rho = 0,5$	3035	31	0	1	0,9897	2939	5449	8388
	$\rho = 0,8$	3087	15	0	1	0,9950	2893	5498	8391
	$\rho = 1$	3171	3	0	1	0,9990	2792	5551	8343
	t = 0,1								
	$\rho = 0,2$	3002	46	0	1	0,9847	2923	5295	8218
	$\rho = 0,5$	3031	32	0	1	0,9893	2908	5328	8236
	$\rho = 0,8$	3081	17	0	1	0,9943	2864	5374	8238
	$\rho = 1$	3156	4	0	1	0,9987	2773	5424	8197
	t = 0,2								
	$\rho = 0,2$	2995	49	0	1	0,9837	2858	5055	7913
	$\rho = 0,5$	3023	36	0	1	0,9880	2844	5085	7929
	$\rho = 0,8$	3069	20	0	1	0,9933	2805	5128	7933
	$\rho = 1$	3131	7	0	1	0,9977	2731	5173	7904
$\alpha = 1$	t = 0,05								
	$\rho = 0,2$	3004	44	0	1	0,9853	2985	5385	8370
	$\rho = 0,5$	3034	31	0	1	0,9897	2969	5418	8387
	$\rho = 0,8$	3086	15	0	1	0,9950	2925	5467	8392
	$\rho = 1$	3167	3	0	1	0,9990	2827	5519	8346
	t = 0,1								
	$\rho = 0,2$	3000	46	0	1	0,9847	2982	5235	8217
	$\rho = 0,5$	3029	33	0	1	0,9890	2967	5267	8234
	$\rho = 0,8$	3078	17	0	1	0,9943	2926	5313	8239
	$\rho = 1$	3149	5	0	1	0,9983	2842	5361	8203
	t = 0,2								
	$\rho = 0,2$	2992	51	0	1	0,9830	2975	4935	7910
	$\rho = 0,5$	3020	37	0	1	0,9877	2963	4964	7927
	$\rho = 0,8$	3064	21	0	1	0,9930	2929	5006	7935
	$\rho = 1$	3120	9	0	1	0,9970	2863	5048	7911

Tabelle 6: Gewinne von M, R, T mit Buyback-Vereinbarung und RFID mit $\alpha=0,8$ und $\alpha=1$ (Blecker, T.; Huang, G. Q.; [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 369)

			Q*	L	SL	θ	β	M	R	T
Ohne RFID	Zentralisiert	S = 40	3069	735	715	0,7617	0,7550	-	-	5685
		S = 50	3069	357	337	0,8877	0,8810	-	-	7199
		S = 60	3069	134	114	0,9620	0,9553	-	-	8091
	Dezentralisiert	S = 40	2985	735	681	0,7730	0,7550	1327	4611	5938
		S = 50	2985	357	303	0,8990	0,8810	2104	5388	7492
		S = 60	2985	133	79	0,9737	0,9557	2542	5826	8368
Mit RFID	Dezentralisiert	t = 0,05								
		$\alpha = 0$	2978	58	0	1	0,9807	2460	5885	8345
		$\alpha = 0,2$	2979	58	0	1	0,9807	2489	5856	8345
		$\alpha = 0,4$	2980	57	0	1	0,9810	2519	5828	8347
		$\alpha = 0,6$	2981	57	0	1	0,9810	2548	5799	8347
		$\alpha = 0,8$	2981	56	0	1	0,9813	2578	5771	8349
		$\alpha = 1$	2982	56	0	1	0,9813	2607	5742	8349
		t = 0,1								
		$\alpha = 0$	2971	63	0	1	0,9790	2311	5876	8187
		$\alpha = 0,2$	2972	62	0	1	0,9793	2370	5819	8189
		$\alpha = 0,4$	2974	61	0	1	0,9797	2429	5763	8192
		$\alpha = 0,6$	2976	60	0	1	0,9800	2488	5706	8194
		$\alpha = 0,8$	2977	59	0	1	0,9803	2546	5649	8195
		$\alpha = 1$	2979	58	0	1	0,9807	2605	5592	8197
		t = 0,2								
		$\alpha = 0$	2955	72	0	1	0,9760	2015	5857	7872
		$\alpha = 0,2$	2959	70	0	1	0,9767	2132	5745	7877
		$\alpha = 0,4$	2963	67	0	1	0,9777	2249	5632	7881
		$\alpha = 0,6$	2967	65	0	1	0,9783	2367	5519	7886
		$\alpha = 0,8$	2970	63	0	1	0,9790	2484	5405	7889
		$\alpha = 1$	2973	61	0	1	0,9797	2602	5291	7893

Tabelle 7: Gewinne von M, R, T mit bzw. ohne RFID und mit VMI (Blecker, T.; Huang, G. Q., [2008]: RFID in Operations and Supply Chain Management. Erich Schmidt Verlag; S. 371)



Abbildung 17: Ortsgebundenes (links) und mobiles RFID-Gate (rechts) (Quelle: Schenk, M., [2006]: RFID-Tunnelgate – Die neueste Generation von UHF-RFID-Gates, Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung, Magdeburg)



Abbildung 18: Single Readpoint (Quelle: Firma Kathrein RFID; <https://www.kathrein-rfid.de/de/node/8> aufgerufen am 25.02.2015)

		Erfassungsklassen (EK)								
		EK 1	EK 2	EK 3	EK 4	EK 5	EK 6	EK 7	EK 8	EK 9
		RFID-Gate	Single Readpoint	Gabelstapler	JIS RFID-Gate	Mobile Ortung	Permanente Ortung	RFID-Drucker	Handerfassungsgerät	Kanban-Regal
Funktionalitäten	Single-Reading	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Bulk-Reading	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
	Sequenzierung	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
	Lokalisierung	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja
	Schreiben	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein
	Lesen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja

Abbildung 19: Übersicht der Erfassungsklassen und ihren technischen Funktionen (Quelle: Reinhart, G.; Irrenhauser, T.; Reinhardt, S.; Reisen, K.; Bleisteiner, T; Ramirez, A.: [2013]. Bewertung des RFID-Einsatzes im automobilen Wertschöpfungsnetz; S. 976-980)

Wirkung: E LÜ (1./2. Grad) LP (1./2. Grad)			Ressourcenbezogene Aufwände			Personelle Aufwände		
			Datenmanagement	Materialfluss	Ausstattung	Datenmanagement	Materialfluss	Ausstattung
			...das Datenmanagement zu unterstützen?	...den Materialfluss zu unterstützen?	... die erforderliche Ausstattung zu bieten?	...das Datenmanagement zu unterstützen?	...den Materialfluss zu unterstützen?	...die Ausstattung bzw. das Know-How zu verbessern?
Einmalige Aufwände	PBS-spezifisch	Sind einmalige Aufwände im Prozess nötig, um...	Equipment zum „Killen“ der Datenträger	Fördertechnik für automatisierten Materialfluss	Einspannvorrichtung für Objekte mit Datenträger	Installation von Assistenzsystemen in Prozessen	Installation der Erfassungsgeräte	Initiale Mitarbeiterschulung in den einzelnen Prozessen
	Übergeordnet	Sind einmalige übergeordnete Aufwände nötig, um...	Assistenzsystem zur Kontrolle des Datenzugriffs	Abschirmung der metallischen Umgebung	Bereitstellen von Werkzeugen für Wartungsarbeiten	Installation des Infobrokers	Anbringen der Datenträger im Closed-loop Betrieb	Projektteam zur RFID-Implementierung
Laufende Aufwände	PBS-spezifisch	Sind laufende Aufwände im Prozess nötig, um...	Kommunikationssystem zum Empfang von Aufträgen	Fördertechnik zum Ein- und Ausgliedern von Objekten	Arbeitsfläche zum Anbringen der Datenträger	Mitarbeiter zur Datenverarbeitung	Wartungsmitarbeiter für das RFID-System	Regelmäßige Weiterbildung in den Prozessen
	Übergeordnet	Sind laufende übergeordnete Aufwände nötig, um...	Speicherplatz für die Daten	Lizenzen für Assistenzsystem zum Verfolgen der Objekte	Fläche zum Lagern des Ersatzequipments	Wartung der Datenbanken	Anbringen der Datenträger im Open-loop Betrieb	Projektteam zur Integration weiterer Prozesse

Aufwandsarten

Beeinflusste Bereiche

Schlüsselfragen

Beispiele für Aufwände

E

Einmalige Aufwände

LÜ

Lauf. übergeord. Aufwände

LP

Lauf. PBS-spez. Aufwände

1. Grad Unabhängig vom Materialfluss

2. Grad Abhängig vom Materialfluss

LP

Lauf. PBS-spez. Aufwände

Abbildung 20: Ordnungsschema zur Ermittlung von Aufwänden des RFID-Systems (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 76)

Wirkung: E LÜ (1./2. Grad) LP (1./2. Grad)			RFID-Hardware- spezifische Aufwände	Software-spezifische Aufwände	Zusätzlicher Ressourceneinsatz
Erfassungsklasse 1 – RFID-Gate	Single- Reading	x	Zusätzliche Implementierung der Erfassungsklasse 2		Aufdruck eines Barcodes auf den Datenträger und zusätzliche Installation eines Barcode-Lesegeräts
			Wirkung: E	Wirkung:	Wirkung: E, LÜ 2
	Bulk- Reading	x	Bereitstellung eines zweiten RFID-Gates	Bestimmung fehlender Objekte aus vorhergehenden Events bzw. hinterlegten Stücklisten	Bildaufnahme der Objekte und Vergleich mit vorhergehenden Events
			Wirkung: E	Wirkung: LÜ 1	Wirkung: E, LP 2
	Sequen- zierung				
			Wirkung:	Wirkung:	Wirkung:
	Lokali- sierung				
			Wirkung:	Wirkung:	Wirkung:
	Schreiben				
			Wirkung:	Wirkung:	Wirkung:
	Lesen	x	Zusätzliche Implementierung der Erfassungsklasse 2	Doppelte Datenspeicherung auf Datenträger und im System und zusätzliches versenden einer ID-Nummer	
			Wirkung: E	Wirkung: LÜ 2	Wirkung:

Legende:

Erfassungsklasse (EK)	Funktionalität der EK	E	Einmalige Aufwände
Allg. Funktionalitäten	Allg. Identifikationsmöglichkeiten	LÜ	Lauf. übergeord. Aufwände
Beispiele für Aufwände	Keine Maßnahmen erforderlich	LP	Lauf. PBS-spez. Aufwände

1. Grad Unabh. vom Materialfluss 2. Grad Abhängig vom Materialfluss

Abbildung 21: Maßnahmenkatalog für die Aufwandserfassung von Fehlervermeidungsmaßnahmen im Zusammenhang mit einem RFID-Gate (EK 1). (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 78)

Wirkung: E LÜ (1./2. Grad) LP (1./2. Grad)			Objektseitige Identifikation			Softwareseitige Identifikation
Erfassungsklasse 1 – RFID-Gate	Single- Reading	x	Mittels der Masse des Objekts	Mittels der Form des Objekts	Mittels des festen Aggregatzustandes des Objekts	
			Waage zum Erkennen von Gewicht im Erfassungsbereich	Bilderfassung zur Erkennung eines Objekts im Erfassungsbereich	Lichtschranke zur Erkennung eines Objekts im Erfassungsbereich	Bei Taktbetrieb Abgleich mit zeitlich erwartetem Objekt
	Bulk- Reading	x	Waage und System zum Abgleich erwarteter und erfasster Masse	Abgleich mehrerer Bilder mit hinterlegten Bildern des Objekts		Abgleich zwischen erfasster und erwarteter Stückzahl
			Wirkung: E	Wirkung: E, LP 1	Wirkung:	Wirkung: E, LÜ 1
	Sequen- zierung					
			Wirkung:	Wirkung:	Wirkung:	Wirkung:
	Lokali- sierung					
			Wirkung:	Wirkung:	Wirkung:	Wirkung:
	Schreiben					
			Wirkung:	Wirkung:	Wirkung:	Wirkung:
	Lesen	x				Abgleich des Datenvolumens mit den erwarteten Informationen
			Wirkung:	Wirkung:	Wirkung:	Wirkung: E, LÜ 1

Legende:

Erfassungsklasse (EK)	Funktionalität der EK	E	Einmalige Aufwände
Allg. Funktionalitäten	Allg. Identifikationsmöglichkeiten	LÜ	Lauf. übergeord. Aufwände
Beispiele für Aufwände	Keine Maßnahme erforderlich	LP	Lauf. PBS-spe. Aufwände

1. Grad Unabh. vom Materialfluss 2. Grad Abhängig vom Materialfluss

Abbildung 22: Maßnahmenkatalog für die Aufwandserfassung von Fehlererkennungsmaßnahmen im Zusammenhang mit einem RFID-Gate (EK 1). (Quelle: Irrenhauser, T., [2014]: Bewertung der Wirtschaftlichkeit von RFID im Wertschöpfungsnetz. Herbert Utz Verlag; S. 79)

18 Anhang III: Curriculum Vitae Matthias Diewald

■ Angaben zur Person

Name: Matthias DIEWALD

Adresse: Krottenbachgasse 26
2345 Brunn am Gebirge

Geburtsdaten: 08.09.1988 in Wien

Staatsangehörigkeit: Österreich

Familienstand: ledig

Telefon: 0699 102 428 33

E-Mail: Matthias.Diewald@gmx.at



■ Schul- und Berufsausbildung

Datum	Oktober 2012 bis 20. Juli 2015
Name der Bildungseinrichtung	Hauptuniversität Wien (BWZ)
Studienrichtung	Betriebswirtschaft (Master)
Adresse	Oskar-Morgensternplatz 1, 1090 Wien
Abschluss	20. Juli 2015: Master of Science (MSc)
Spezialisierungen	Controlling, e-Business und Strategic Management

Datum	Oktober 2008 bis Juni 2012
Name der Bildungseinrichtung	Wirtschaftsuniversität Wien
Studienrichtung	Betriebswirtschaft (Bachelor)
Adresse	Welthandelsplatz 1, 1020 Wien
Abschluss	Bachelor of Science (BSc)
Spezialisierungen	Finance und Produktionsmanagement

Datum	September 2003 bis Juni 2008
Name der Bildungseinrichtung	HTL Mödling
Studienrichtung	Wirtschaftsingenieurwesen
Adresse	Technikerstraße 7, 2340 Mödling
Abschluss	Reife- und Diplomprüfung

Datum	September 1999 bis Juni 2003
Name der Bildungseinrichtung	Bundesrealgymnasium Bachgasse Mödling
Adresse	Untere Bachgasse 8, 2340 Mödling

■ **Tätigkeiten neben dem Studium**

Datum	2010 – heute
Name des Arbeitgebers	Flughafen Wien AG
Adresse des Arbeitgebers	Postfach 1, 1300 Wien Flughafen
Beruf	Business Services

Datum	2011 – heute
Nachhilfe	In Mathematik und Kostenrechnung

■ **Erworbene Qualifikationen**

Sprachkenntnisse	Englisch – sehr gut
EDV-Kenntnisse	exzellent in Word, Excel, Powerpoint
Zertifikate	SAP-Zertifikat
Führerschein	Klasse B, C, E, F

06. August 2015, Wien