

**W**

Deutscher Bundestag ■ Wissenschaftliche Dienste

**Radio Frequency Identification (RFID)**  
**- Wirtschaftlichkeit und gesetzliche Regelungen -**  
unter besonderer Berücksichtigung der Luftfahrtindustrie

- Ausarbeitung -



Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages

Verfasserin: [REDACTED]

Titel: Radio Frequency Identification (RFID) - Wirtschaftlichkeit und gesetzliche Regelungen - unter besonderer Berücksichtigung der Luftfahrtindustrie

Ausarbeitung WD 5 - 232/06

Abschluss der Arbeit: 23.11.2006

Fachbereich WD 5: Wirtschaft und Technologie;  
Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz;  
Tourismus

Telefon: [REDACTED]

Ausarbeitungen und andere Informationsangebote der Wissenschaftlichen Dienste geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Die Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste sind dazu bestimmt, Mitglieder des Deutschen Bundestages bei der Wahrnehmung des Mandats zu unterstützen. Der Deutsche Bundestag behält sich die Rechte der Veröffentlichung und Verbreitung vor. Diese bedürfen der Zustimmung des Direktors beim Deutschen Bundestag.

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Funktionsweise der RFID-Technologie</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Wirtschaftliche Aspekte der RFID-Technologie</b>	<b>7</b>
<b>3.1.</b>	<b>Kosten der Implementierung von RFID-Systemen in den Unternehmensprozess</b>	<b>7</b>
<b>3.2.</b>	<b>Nutzen der RFID-Technologie</b>	<b>9</b>
<b>3.3.</b>	<b>Wirtschaftlichkeit der RFID-Technologie</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>Einsatz der RFID-Technologie in der Luftfahrtindustrie</b>	<b>14</b>
<b>4.1.</b>	<b>Gesetzliche Regelungen</b>	<b>14</b>
<b>4.2.</b>	<b>Fallbeispiele</b>	<b>15</b>
<b>4.2.1.</b>	<b>Airbus Spares and Support Services</b>	<b>15</b>
<b>4.2.2.</b>	<b>Airbus A380</b>	<b>16</b>
<b>5.</b>	<b>EU-Regulierungsrahmen und gesetzliche Regelungen der RFID-Technologie</b>	<b>16</b>
<b>5.1.</b>	<b>EU-Richtlinien</b>	<b>16</b>
<b>5.2.</b>	<b>Deutsches Recht</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>Quellen</b>	<b>20</b>
<b>7.</b>	<b>Anlagen</b>	<b>24</b>

## Vorbemerkung

Nachfolgende Ausführungen zur RFID-Technologie erklären kurz die Funktionsweise eines RFID-Systems und beschäftigen sich anschließend mit dessen Wirtschaftlichkeit. Ein eigenes Kapitel ist dem Thema RFID und Luftfahrtindustrie gewidmet. Allerdings ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, dass die RFID-Technologie aktuell zumeist im Bereich Zulieferung/Logistik/Distribution kommerziell eingesetzt wird, so dass in der Literatur in der Regel die Automobilbranche oder der Handel als Vorreiter beim RFID-Einsatz untersucht werden. Insofern ist es schwierig, konkrete Aussagen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit speziell in der Luftfahrtindustrie zu treffen.

Am Ende der Arbeit wird auf den Standardisierungs- bzw. Regulierungsbedarf der Unternehmen sowie auf die rechtliche Problematik im Hinblick auf Datenschutz und Datensicherheit näher eingegangen.

## 1. Einleitung

RFID steht für Radio Frequency Identification (dt. Radiofrequenz-Identifikation) und ist eine Technologie für die berührungslose Datenübertragung durch Funkwellen in Echtzeit. Die RFID-Technologie ist, wie die meisten AutoID-Systeme<sup>1</sup>, eine typische Querschnittstechnologie, d.h. sie ist nicht auf bestimmte Lebens- oder Wirtschaftsbereiche beschränkt, sondern kann überall dort eingesetzt werden wo es gilt, Daten in Echtzeit zu übertragen, um Produkte oder Prozessabläufe zu verfolgen, zu steuern oder zu rationalisieren.

Der Vorläufer der heutigen RFID-Technologie kam erstmals Ende des Zweiten Weltkriegs bei Flugzeugen zur Freund-Feind-Erkennung (Identification Friend or Foe) zum Einsatz. Durch einen am Flugzeug angebrachten batteriebetriebenen Transponder und einer dazu gehörenden Leseinheit ließ sich erkennen, ob es sich um feindliche Flugzeuge handelte. Erstmals kommerziell angewendet wurde die Funkchip-Technologie zur elektronischen Artikelsicherung (EAS, Electronic Article Surveillance) in Kaufhäusern. Weitere Anwendungsfelder waren in den 70er und 80er Jahren die Tierkennzeichnung, Containerlogistik oder Bereiche der automatischen Fertigung. Große Bedeutung erlangte die RFID-Technologie im Rahmen der Entwicklung von Mautsystemen in den 90er Jahren. Seit Ende des 20. Jahrhunderts werden RFID-Systeme verstärkt in der Lagerhaltung, Logistik oder Distribution, aber auch im Sicherheitsbereich (Zutrittskontrolle, E-

---

1 **AutoID-Systeme** (engl. Automatic Identification) sind z.B. Barcodes, Spracherkennung, Magnetstreifen oder biometrische Erkennungssysteme.



Pass) eingesetzt<sup>2</sup>. Das größte Anwendungsgebiet liegt nach Expertenmeinung im Supply Chain Controlling<sup>3</sup> (ZEIBIG 2006, S. 52).

Allerdings sind RFID-Chips bei Verbraucher- und Datenschützern umstritten. Sie fürchten um die Datensicherheit, da die Technologie insbesondere im Konsumgüterbereich die Möglichkeit bietet, unberechtigt in die Privatsphäre der Anwender einzudringen und Daten zu speichern, um so Informationen über das individuelle Kaufverhalten zu gewinnen („gläserner Kunde“).

## 2. Funktionsweise der RFID-Technologie

Ein RFID-System besteht aus einem so genannten Transponder<sup>4</sup> (auch RFID-Chip, Funkchip, Tag), einem Lesegerät (Reader), der zugehörigen Software und einer Datenbank. Der RFID-Transponder selbst setzt sich aus einem Computerchip sowie einer Antenne zusammen und kann Daten senden, empfangen oder speichern. Er wird auf Objekten angebracht und enthält einen Nummerncode (in der Regel eine 96stellige Ziffernfolge), zum Beispiel den Elektronischen Produktcode (EPC)<sup>5</sup>. Gelesen wird der Zahlencode mit dem Lesegerät. Der **passive Transponder** besitzt keine eigene Energiequelle und sendet erst dann Daten, wenn er von einem Lesegerät elektromagnetisch aktiviert wird. Im Gegensatz dazu ist der **aktive Transponder** mit eigener Energiequelle in der Lage, selbstständig Signale zu senden und zu empfangen und teilweise sogar Rechenoperationen durchzuführen. Semi-aktive Transponder sind ebenfalls mit einer Batterie ausgestattet, benutzen aber zum Senden die Energie des Feldes des Lesegerätes. Zum Senden und Empfangen der Daten können **verschiedene Frequenzbänder** (Low Frequency, High Frequency, Ultra High Frequency oder Micro Waves) genutzt werden. Seit dem Jahr 2004 dürfen die Signale in der EU auch im UHF-Bereich mit einer maximal erlaubten Funkleistung von 0,5 Watt<sup>6</sup> gesendet und empfangen werden. Die **Reichweite**, d.h. der maximale Abstand zwischen Transponder und Lesegerät, ist ebenfalls ein wichtiges Unterscheidungskriterium. Je größer die Reichweite, desto höher ist der Aufwand und sind die Kosten (**Anlage 1**, HELBIG (2006), S. 382).

---

2 Zum Einsatzbereich von RFID-Chips siehe ausführlich HENG (2006a), S. 3f. und FROBEEN (2004), S. 25ff.

3 Supply Chain Controlling/**Supply Chain Management** (S.C.M.) bezeichnet den Aufbau und die Verwaltung integrierter Logistikketten (Material-, Informationsflüsse) über den gesamten Wertschöpfungsprozess, ausgehend von der Rohstoffgewinnung über die Veredelungsstufen bis zum Endverbraucher (GABLER 2005, S. 2876).

4 **Transponder**: engl. „transmit“ (übertragen) und „respond“ (antworten) zusammengesetzt.

5 Der **EPC** enthält alle unternehmensrelevanten Daten zum Produkt (z.B. Hersteller, exakte Produktart, Seriennummer).

6 In den USA sind z.B. 2 Watt Funkleistung erlaubt.



Transponder können in unterschiedlichsten Formen gefertigt werden. Die gängigsten sind Smart Labels, Smart Cards, Tickets, Plastikdisks oder auch Glaskapseln<sup>7</sup>. Je nach Bauart können Transponder auch mehrmals verwendet werden.

Zu unterscheiden sind ferner **geschlossene** und **offene RFID-Systeme**. Geschlossene Systeme arbeiten autark und haben keine Schnittstellen zu anderen Systemen wie es bei den offenen Systemen der Fall ist. Bei offenen Kreisläufen spielt die Interoperabilität, d.h. die Fähigkeit zur Zusammenarbeit und Kommunikation der verschiedenen Systeme, eine entscheidende Rolle (HENG 2006a, S. 5). Dazu sind **gemeinsame Standards** bei den Datenformaten der Software, der Funkleistung und dem Frequenzbereich notwendig. Diese ist allerdings zurzeit noch nicht in allen Bereichen gegeben. So gibt es zum Beispiel noch keinen weltweit einheitlichen Standard bei der Nutzung der Frequenzbänder, die von nationalen Behörden zugeteilt werden<sup>8</sup>. Außerdem erarbeiten zurzeit verschiedene Branchen unterschiedliche RFID-Standards für Luftschnittstellen oder Datenstandards. ROBERTI (2006) stellt hierzu fest:

„... there is a growing danger that standards bodies in different industries will adopt conflicting standards for air-interface protocols and data structures. Worse, it's possible that different groups within the same industry could adopt incompatible standards. We're in danger of creating a tower of RFID babble.“  
(Anlage 2, ROBERTI (2006)).

Zum Problem der Standardisierung schreibt auch der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. BITKOM in seinem RFID Guide 2006:

„Es gibt bereits Standards hinsichtlich der RFID-Frequenzbereiche oder Luftschnittstellen (...). Jedoch ist ein ähnlicher Ansatz zur Standardisierung, wie er für den Handel vom Industriekonsortium EPCglobal<sup>9</sup> betrieben wird, für den Bereich der Produktion derzeit nicht bekannt. (...) Die Standardisierung von EPCglobal beschränkt sich nicht allein auf die Definition eines Datenstandards, sondern beschreibt u.a. auch die Übertragungsprotokolle der Lesegeräte (Reader) oder das Antennenfeld (Luftschnittstelle oder Air Interface).“ (BITKOM 2006)

---

7 Vgl. hierzu u.a. TRICON. Im Internet: <http://www.tricon-rfid.com/Default.aspx?PageId=29> [31.10.2006]

8 In Deutschland ist die Bundesnetzagentur für die Frequenzzuteilung zuständig.

9 **EPCglobal Inc.**: Non-Profit-Organisation, die Standards für die einheitliche Nutzung der RFID-Technologie über Länder- und Branchengrenzen hinweg entwickelt. EPCglobal ist eine Gründung von GS1 und GS1 US. Im Internet: <http://www.epcglobal.de/> [16.11.2006].



Eine Umfrage des Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML) hierzu hat ergeben, dass 95 Prozent der befragten Unternehmen im Bereich der Standardisierung Handlungsbedarf sehen (IML 2004, S. 73).

Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die unterschiedlichen Frequenzbereiche und ISO-Normen.

**Tabelle: Relevante Frequenzbereiche und RFID-Standards**

		Low Frequency < 135 kHz	High Frequency 3 - 30 MHz	Ultra High Frequency 200 MHz - 2 GHz	Micro Waves > 2 GHz
<b>Typische Frequenz</b>		134,2 kHz	8,2 MHz <b>13,56 MHz</b>	433,92 MHz <b>869,0 MHz (Europa)</b> <b>915,0 MHz (USA)</b> 950,0 ... 956,0 MHz (Japan)	2,45 GHz 5,48 GHz
<b>Relevante Standards für Luftschnittstelle</b>		ISO 14233 ISO 18000-2	ISO 15693 ISO 14443 ISO 18000-3 EPC Class 2	ISO 18000-6 EPC Class 1 Gen 2	ISO 18000-4
<b>Reichweite</b>	<b>aktiv</b>	k.A.	bis 5 m	über 10 m	über 10 m
	<b>passiv</b>	bis 1,5 m	bis 1,5 m	bis 7 m (USA) 5 m (Europa)	bis 2 m
<b>Leserate</b>					
<b>Materialdurchdringung</b>					
<b>Beispielanwendung</b>		Tieridentifikation	Bibliotheksautomatsation	Palettenverfolgung	Mauterfassung

Quelle: DITTMANN (2006, S. 50)

Mehrere Organisationen bemühen sich um eine Vereinheitlichung der Standards, um somit die Interoperabilität der Systeme zu gewährleisten. Zu nennen wären hier u.a. EPCglobal oder GS1<sup>10</sup>. So wurde von EPCglobal mit der Gen2-Luftschnittstelle<sup>11</sup> „die Basis für eine gemeinsame Luftschnittstelle und damit für den breiten, unternehmensübergreifenden Einsatz standardisierter passiver RFID-Transponder geschaffen. Mit diesem Standard wurde die vormalige Vielfalt unterschiedlicher Protokolle der ersten Generation reduziert.“ (STRÜKER 2006, S. 25)

10 **GS1-GERMANY** (vormals CCG, Centrale für Coorganisation GmbH) ist das Dienstleistungs- und Kompetenzzentrum für unternehmensübergreifende Geschäftsabläufe in der deutschen Konsumgüterwirtschaft und ihren angrenzenden Wirtschaftsbereichen. Im Internet: <http://www.gs1-germany.de>

11 Der EPCglobal Standard Gen2 wurde von über 60 führenden Technologieunternehmen in der ganzen Welt entwickelt und beschreibt, wie die Kommunikation zwischen Lese-/Schreibgerät und Transponder funktioniert (GS1-Germany 2006b).



### 3. Wirtschaftliche Aspekte der RFID-Technologie

Bei der Einführung neuer Technologien in Unternehmen ist die Wirtschaftlichkeit, d.h. das Verhältnis zwischen Investitionskosten und Nutzen (Erträge) entscheidend. Nur wenn sich durch die Investition Kostensenkungen oder Umsatzsteigerungen realisieren lassen, ist die Investition aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll. Ob die Einführung wirtschaftlich sinnvoll ist, kann mittels der **Kosten-Nutzen-Analyse** bewertet werden.

RFID bietet die Option, logistische Prozesse entlang der Wertschöpfungskette von der Produktion bis zum Point of Sale<sup>12</sup> beschleunigt und effizienter durchzuführen. Kundenorientierung, Qualitäts- und Diebstahlsicherung sowie Plagiatsschutz sind weitere Faktoren, die den Einsatz von RFID-Systemen wettbewerbsrelevant machen.

#### 3.1. Kosten der Implementierung von RFID-Systemen in den Unternehmensprozess

Bei der Einführung der RFID-Technologie entstehen dem Unternehmen Investitionskosten, die sich zum einen aus Kosten für die Hardware (Transponder, Lesegerät) und zum anderen aus Systemintegrationskosten zusammensetzen. Hinzu kommen laufende Betriebskosten u.a. für die Instandhaltung des Systems, Löhne und Gehälter oder Transponderkosten (**Anlage 3**, SCHMIDT (2006), S. 112).

**Abbildung: Aufteilung der Kosten**



Quelle: **Anlage 3**, SCHMIDT (2006), S. 111f.

---

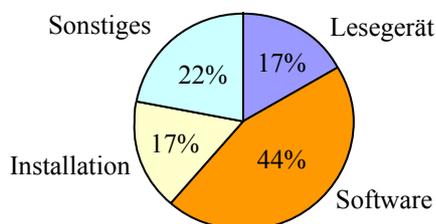
12 **Point of Sale** (POS) ist der Ort des Einkaufs aus Sicht des Konsumenten oder des Verkaufs aus Sicht des Händlers (GABLER 2005, S. 2344).

In diversen Unternehmensbefragungen<sup>13</sup> hat sich herausgestellt, dass der Preis eines RFID-Chips entscheidend dafür ist, ob die RFID-Technologie zum Einsatz kommt, zumal die Unternehmensprozesse oftmals bereits mit AutoID-Systemen, zum Beispiel dem Barcode-System<sup>14</sup>, gesteuert werden. So geht u.a. die Textilbranche davon aus, „dass sich RFID-Systeme erst dann lohnen, wenn der Transponder weniger als 2 Prozent des Verkaufspreises der Ware kostet.“ (HENG 2006a, S. 6)

Zurzeit beträgt der Preis für einen passiven Transponder bei einer Auflage von mehr als einer Million ca. 0,05 Euro pro Stück. Bei einer Auflage von weniger als 1.000 Stück liegt der Stückpreis bereits bei 10 Euro. Allerdings dürfte sich nach Untersuchungen der Deutschen Bank Research der Stückpreis bis zum Jahr 2010 so stark reduziert haben, dass Funkchips auf dem Massenmarkt eingesetzt werden können (HENG 2006a, S. 6f.). Experten schätzen, dass dann ein einzelner Chip nur noch ca. einen Cent kosten wird (METRO 2005, S. 5).

Die Kosten für die Hardware werden aber laut Deutsche Bank Research in der Regel überschätzt. Der wesentlich größere Kostenanteil bei der Einführung eines RFID-Systems, nämlich knapp zwei Drittel, wird durch Software- und Installationservices verursacht (HENG 2006a, S. 6).

**Abbildung: Kostenaufteilung eines RFID-Systems im Einzelhandel**



Quelle: HENG (2006a), S. 8

Da sich die Hardware-Kosten in einem dynamischen Prozess befinden, muss die Frage der Wirtschaftlichkeit von RFID-Systemen „daher nicht nur lauten, ob sich ein RFID-Anwendungsszenario lohnt, sondern bei welchen Kosten, also wann, dieses Szenario wirtschaftlich ist.“ (**Anlage 1**, HELBIG (2006), S. 377).

---

13 U.a. veröffentlichte das Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML) die Marktstudie: „RFID 2004 Logistiktrends für Industrie und Handel“ in der die Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage bei Industrie- und Handelsunternehmen aus allen Wirtschaftsbranchen zum Thema RFID veröffentlicht sind (IML 2004).

14 **Barcode** (engl. Balken) oder Strichcode, Identcode, Balkencode ist eine maschinenlesbare Schrift aus verschieden breiten, senkrechten Strichen und Lücken. Der Barcode wird durch Strichcodelesegeräte (Scanner) optisch abgetastet und weiter verarbeitet.

Die Implementierung eines RFID-Systems hat zumeist auch Prozessänderungen zur Folge, erfordert einen entsprechenden Wissensaufbau, macht Änderungen im Datenverarbeitungssystem notwendig und bietet die Möglichkeit oder Notwendigkeit, neue Unternehmensprozesse zu entwickeln, die ebenfalls kostentechnisch bewertet werden müssen. „Die Eingangswerte einer solchen Berechnung sind meist ungenau, da noch keine eigenen Erfahrungen mit der Geschwindigkeit und der Qualität der neuen Prozesse vorliegen.“ (**Anlage 1**, HELBIG (2006), S. 377, 386). D.h. Kosten und Nutzen sind in diesen Fällen schwer zu quantifizieren.

► **Anlage 3**, SCHMIDT (2006), S. 111-113: Kostenanalyse

### 3.2. Nutzen der RFID-Technologie

Durch RFID optimierte Unternehmensprozesse entlang der Wertschöpfungskette (Supply Chain) bieten für die Unternehmen Nutzen- bzw. Einsparpotentiale in nahezu allen Bereichen. So können u.a. die Unternehmensabläufe beschleunigt und transparenter gemacht sowie einzelne Prozessschritte eliminiert und die Transaktionskosten<sup>15</sup> gesenkt werden.

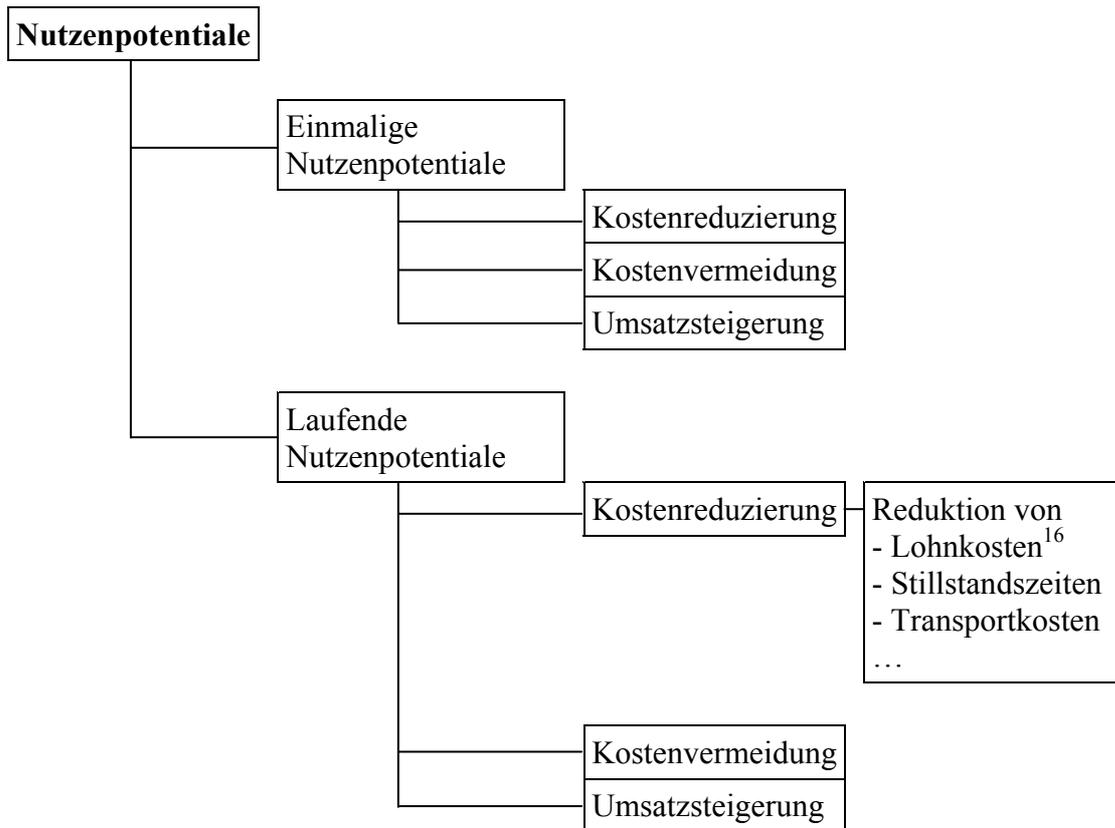
Die finanzielle Bewertung des Nutzens eines RFID-Systems „erfordert eine ganzheitliche Berücksichtigung aller Nutzenpotentiale.“ (**Anlage 3**, SCHMIDT (2006), S. 114). Dabei können die Nutzenpotentiale von RFID in einmalige und laufende Nutzenpotentiale unterschieden werden.

---

15 **Transaktionskosten** (Wirtschaftstheorie) sind Kosten, die nicht durch Produktion von Gütern, sondern im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Transaktionen entstehen, weil die beteiligten Wirtschaftssubjekte nur über unvollkommene Informationen verfügen oder der Leistungsaustausch Kosten verursacht (BROCKHAUS Online 2006).



Abbildung: Nutzenpotentiale von RFID



Quelle: **Anlage 3**, SCHMIDT (2006), S. 115, Abb. 27.

► **Anlage 4**, LI/VISICH (2006): Benefits of RFID in the supply chain.

Durch RFID-Systeme optimierte Unternehmensprozesse können zwar monetär quantifiziert werden, allerdings „muss zusätzlich betrachtet werden, ob es sich um wirkliche Kostensenkungen oder lediglich um Kostensenkungspotentiale handelt, die nur in Verbindung mit weiteren Maßnahmen ausgeschöpft werden können.“ (HENG 2006, S. 386) Ebenfalls schwer zu bewerten ist zum Beispiel der Einfluss auf die Kundenzufriedenheit, die Wettbewerbsfähigkeit oder die Verbesserung des Unternehmensimages.

SCHMIDT (2006) stellt zur Schwierigkeit der monetären Bewertung des Nutzens insgesamt fest:

„So sind beispielsweise beim indirekt monetär messbaren Nutzen mehrere logische Zwischenschritte notwendig, um vom direkten Nutzen zu einer monetären Größe zu gelangen. Insbesondere bei qualitativen und strategischen Nutzenvorteilen wird ein finanzieller Mehrwert erst nach längerer Zeit sichtbar. Rati-

---

16 In einer Studie für einen amerikanischen Baumarkt wurde berechnet, dass 70 Prozent des Nutzenpotentials durch Einsparung von Personalkosten generiert werden (SUWELACK 2005, S. 15).



onale Grundlagen für eine Quantifizierung des Nutzens sind hier im Voraus nicht gegeben.“ (**Anlage 3**, SCHMIDT (2006), S. 102)

Immaterielle Nutzensvorteile sind monetär nicht messbar, da sie keine rationalen Grundlagen für eine Quantifizierung haben. Die Nichtberücksichtigung dieser Nutzen birgt jedoch die Gefahr, dass bei Investitionsentscheidungen vielversprechende, aber schwer monetär bewertbare Projekte abgelehnt werden.“ (**Anlage 3**, SCHMIDT (2006), S. 121)

- **Anlage 3**, SCHMIDT (2006), S. 122: Einbeziehung immaterieller Nutzensvorteile in die Kosten-Nutzen-Analyse

### 3.3. Wirtschaftlichkeit der RFID-Technologie

Schwierig wird die Berechnung der Wirtschaftlichkeit<sup>17</sup> der RFID-Technologie dadurch, dass die Technologie relativ neu ist und deshalb nur wenige konkrete Erfahrungen bzw. Fallbeispiele existieren, um den Nutzen nachweisen zu können. Ein weiteres Problem stellt die beschriebene monetäre Bewertung des Nutzens dar (**Anlage 3**, SCHMIDT (2006), S. 101).

Exemplarisch für die Einführung eines RFID-Systems mit Ist/Soll-Beschreibung, Lösungsansatz, Analyse der Kosten und des Nutzens sowie der dazugehörigen Wirtschaftlichkeitsrechnung siehe:

- **Anlage 3**, SCHMIDT (2006), S. 123ff: Anwendungsbeispiel: Hightech-Unternehmen – Fujitsu Siemens Computer.

Der **RoI** (Return on Investment, Kapitalrendite) als betriebswirtschaftliche Kennzahl ermöglicht eine Aussage über die Rentabilität des investierten Kapitals. Um aussagekräftige Zahlen zu erhalten, muss die Rentabilität (Gewinn im Verhältnis zum investierten Kapital) in die Komponenten Umsatzerfolg (Gewinn im Verhältnis zum Umsatz) und Kapitalumschlag (Umsatz im Verhältnis zum investierten Kapital) aufgespalten werden. Der Nachteil des RoI ist, dass ihm eine statische Betrachtungsweise zu Grunde liegt (GABLER 2005, S. 2553).

---

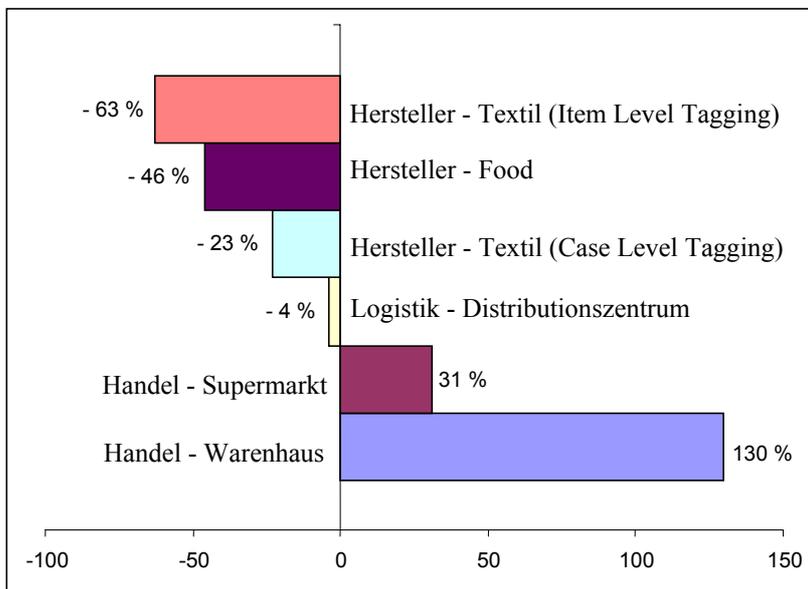
17 Zur **Wirtschaftlichkeitsrechnung** vgl. GABLER (2005), S. 3363; zur **Investitionsrechnung** GABLER (2005), S. 1595ff.



$$\text{RoI} = \underbrace{\frac{\text{Gewinn}}{\text{Umsatz}}}_{\text{Umsatzerfolg}} \cdot \underbrace{\frac{\text{Umsatz}}{\text{investiertes Kapital}}}_{\text{Umschlag des investierten Kapitals}}$$

Das Schweizer Unternehmen SOREON Research<sup>18</sup> hat die Studien „Erfolgreicher RFID-Einsatz in der Automobilindustrie“ und „Kassensturz: RFID - Was es wirklich bringt“<sup>19</sup> abgeschlossen, in denen auch der RoI einzelner Branchen in Fallbeispielen untersucht wurde.

**Abbildung: Übersicht RoI der Unternehmen im Vergleich**



Quelle: SOREON (2004a)<sup>20</sup>

Dazu führt das Unternehmen in einer Pressemitteilung aus:

„Die größten Vorteile verspricht der RFID-Einsatz für Warenhäusern (Analyziert wurde der RFID-Einsatz in einem mittelgroßen Warenhaus mit 3000 Quadratmetern und einem Sortiment von 50'000 Produkten). In weniger als einem Jahr können die Kosten der Investition durch Einsparungen und Mehrumsätze wieder hereingeholt werden. Der Return on Investment (RoI) über 3 Jahre liegt

18 **SOREON Research** ist ein unabhängiger Anbieter für Markt- und Wettbewerbsinformationen in den Technologiemarkten. Unternehmenshomepage im Internet: <http://www.soreon.de>.

19 Die beiden Studien sind käuflich zu erwerben, die Informationen deshalb nicht frei zugänglich.

20 Abbildung im Internet: [http://www.soreon.de/site1/index.php/german/soreon\\_studien/software\\_hardware/kassensturz\\_rfid\\_was\\_es\\_wirklich\\_bringt](http://www.soreon.de/site1/index.php/german/soreon_studien/software_hardware/kassensturz_rfid_was_es_wirklich_bringt) [20.11.2006].

bei hervorragenden 130%. (...) Eine positive Bilanz zieht SOREON auch für die Fallbeispiele Supermarkt-Filiale und Distributionszentrum. Immerhin erzielt der Supermarkt einen Return on Investment von über 31%. Nach weniger als zwei Jahren hat sich die Investition amortisiert. Das Distributionszentrum eines Logistikunternehmens benötigt dafür schon circa vier Jahre. Doch winken weitere große Einsparungspotenziale, wenn durch RFID die Sortierung von Packstücken automatisiert wird. Heute führen viele Logistiker diese Prozesse noch von Hand durch.“ (SOREON 2004b)

Zu den Ergebnissen der SOREON-Studien muss allerdings erklärt werden, dass diese aus dem Jahr 2004 stammen. Zwischenzeitlich haben sich auf Grund steigender Nachfrage nach RFID-Chips die Produktionskosten reduziert und somit auch die Kosten für RFID-Systeme verringert.

HELBIG kommt hinsichtlich der Wirtschaftlichkeitsrechnung und der Bewertung von Kosten und Nutzen zu dem Schluss:

„Aufgrund der vielfältigen technischen Ausgestaltungsmöglichkeiten und des breiten Anwendungsspektrums dieser neuen Technologie, kann eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nur fallweise auf Basis individueller Anwendungsszenarien erfolgen. (...) Die besondere Problematik resultiert aus der Bewertung des Nutzens.“ (Anlage 1, HELBIG (2006), S. 386f.)

Auch das Institut für Handelsforschung (IfH) an der Universität Köln und die Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei (VLB) in Berlin stellen in ihrer Studie zu den Einsatzmöglichkeiten der RFID-Technologie fest:

„Die Auswirkungen der neuen Technik auf den Handel und speziell auf den mittelständischen Handel hinsichtlich der Kosten-/Nutzenrelation und der Beschäftigungssituation können derzeit aber nur sehr vage bestimmt werden.“ (IfH 2005, S. 1)

#### 4. Einsatz der RFID-Technologie in der Luftfahrtindustrie

Beim Einsatz der RFID-Technologie in der Flugzeugindustrie bzw. als Bauteil in oder am Flugzeug ist die Einhaltung von gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheitsstandards und -vorschriften neben der Frage der Wirtschaftlichkeit von RFID-Systemen und der System-Kompatibilität von entscheidender Bedeutung.

„Für die Luftfahrtbranche wurden verschiedene Faktoren identifiziert, die [die] Integration von RFID-Systemen in die Prozessabläufe behindert. Neben technologischen Hemmnissen, die durch die technische Entwicklung in nächster Zeit sicher abgebaut werden können, erweisen sich vielmehr organisatorische, administrative und juristische Hürden als schwer zu meistern.“ (AIRLINERS 2006)

► **Anlage 5**, FROBEEN (2006), S. 40-46: Standardisierung in der Luftfahrtindustrie.

##### 4.1. Gesetzliche Regelungen

Die **ICAO** (International Civil Aviation Organization, dt. Internationale Zivilluftfahrt-Organisation)<sup>21</sup> ist weltweit zuständig für die Zulassung technischer Geräte in Flugzeugen. Allerdings hat sie keine Hoheitsbefugnisse, deshalb müssen die Richtlinien und Empfehlungen von den Vertragsstaaten in nationales Recht umgesetzt werden. Auf europäischer Ebene übernimmt die **EASA** (European Aviation Safety Agency, dt. Europäische Agentur für Flugsicherheit) diese Funktion und in Deutschland ist das **Luftfahrtbundesamt** (LBA) als Oberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS) für die betriebliche Zulassung technischer Geräte in Flugzeugen zuständig.

Damit ein RFID-System im und am Flugzeug eingesetzt werden darf, „müssen die Transponder von den Komponenten-Herstellern zugelassen werden und die geforderten Nachweise und Tests der Luftfahrtbehörden erfüllen. (...) Für die Zulassung wird bei elektrischen Geräten, die per Funk kommunizieren, eine Untersuchung von Auswirkungen auf andere Flugzeugsysteme und Komponenten gefordert.“ (FROBEEN 2004, S. 47f.)<sup>22</sup>

---

21 Die **ICAO** mit Sitz in Montreal ist eine Sonderorganisation der UNO, die 1944 durch das Übereinkommen über die internationale Zivilluftfahrt, das so genannte Chicagoer Abkommen, gegründet wurde. Ihr gehören 187 Vertragsstaaten darunter Deutschland an (LUFTRECHT-ONLINE 2006).

22 Mit der Nutzung von passiven Transpondern in Flugzeugen, der Zulassung sowie den allgemeinen Standards beschäftigt sich FROBEEN (2004) ausführlich.

**Zurzeit ist der Einsatz aktiver Transponder in Flugzeugen generell verboten.**<sup>23</sup> Begründet wird dieses Verbot damit, dass es nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, dass aktive RFID-Chips während des Flugs eigenständig senden und somit die Bordsysteme stören könnten. Allerdings haben der Flugzeughersteller Boeing und das Logistikunternehmen FedEx in diesem Jahr in einer viermonatigen Testphase den Einsatz von 40 aktiven UHF-Transpondern in Flugzeugen mit Erfolg getestet. Boeing plant nun bei der amerikanischen Federal Aviation Administration (FAA) die Zulassung für aktive Funkchips in Flugzeugen zu beantragen (**Anlage 6**, O'CONNOR (2006)).

#### **4.2. Fallbeispiele**

Die logistische Steuerung von Materialien und Ladungsträgern (z.B. Container) sind aktuell das Haupteinsatzfeld der RFID-Technologie. So haben die Airbus GmbH und der Flughafen Frankfurt (Fraport AG)<sup>24</sup> schon Prozessabläufe auf RFID-Technologie umgestellt bzw. befinden sich in einer Testphase.

Außerdem hat die International Air Transport Association (IATA) im Rahmen ihres Projekts „Simplifying the Business“ (StB) eine Offensive gestartet, um die Vorteile der RFID-Technologie bekannter zu machen.

##### **4.2.1. Airbus Spares and Support Services**

Der Flugzeughersteller Airbus baut nicht nur Flugzeuge sondern verleiht auch Präzisionswerkzeuge im Leasingverfahren an andere Unternehmen. „Airbus Spares and Support Services“<sup>25</sup> in Hamburg ist für diesen Geschäftsbereich zuständig. Bereits im Jahr 1997 wurde zur effizienteren und damit auch Kosten sparenderen Abwicklung der Versandzyklen ein RFID-System mit einer Investitionssumme von 180.000 Euro eingeführt.

Im Jahr 2005 waren 6.000 Werkzeuge und Transportboxen mit RFID-Chips ausgestattet und 11.000 Reparatur- und Kalibrierungskreisläufe durchlaufen. Insgesamt sparte Airbus durch RFID 100.000 Euro und senkte den durchschnittlichen Reparaturzyklus um 6,5 Tage.

Im Rahmen dieses Projektes wurde die eingesetzte passive RFID-Technologie in der Flugpraxis getestet. Die verwendeten Funk-Chips wurden bei Testflügen mehrmals beschrieben und ausgelesen mit dem Ergebnis, dass weder bei den im Transponder

---

23 Auskunft des LBA vom 16.10.2006.

24 Vgl. Fraport AG: Forschungsprojekt zur Erfassung von geschleppten Frachttransporteinheiten mit Hilfe von RFID-Technologie. Im Internet: <http://www.fraport.de/cms/innovationsprojekte/dok/211/211639.rfid@de.htm> [9.11.2006].

25 „Airbus Spares and Support Services“ hat seinen Sitz in Hamburg und ist Teil der Abteilung „Airbus Customer Service“ in Toulouse, Frankreich.

gespeicherten Daten noch bei den Bordsystemen während der Tests Fehler auftraten (**Anlage 7**, STEINBEIS (2006), S. 8).



► **Anlage 7**, STEINBEIS (2006): RFID Anwendungen im deutschsprachigen Raum.  
Projekt Airbus Deutschland GmbH.

► **Anlage 8**, FROBEEN (2004): RFID-Technologie in der Luftfahrtindustrie.

#### **4.2.2. Airbus A380**

Airbus setzt auch beim Innenausbau des Großraumflugzeuges A380 ein RFID-System zur korrekten und zeitlich optimalen Lagerung, Handhabung und Verfolgung benötigter Materialien ein. Durch 76 Identifikationspunkte können jederzeit Informationen gewonnen werden

- zur Flugzeugzuordnung und Verfügbarkeit der Materialien im Lager,
- zur aktuellen Materialbestückung der Montagecontainer und zur Teileverfolgung,
- zur Planung der Materialbereitstellung (Material, Zeit, Ort),
- zu Serien- und Lieferantenbeziehungen,
- zu Einbauort und Einbauregistrierung.

(SAP 2005, Folie 30).

Außerdem werden die mit der Lackierung des Flugzeugs verbundenen Logistikprozesse durch RFID-Chips unterstützt (**Anlage 7**, STEINBEIS (2006), S. 7).

### **5. EU-Regulierungsrahmen und gesetzliche Regelungen der RFID-Technologie**

Insbesondere unter Datenschutzgesichtspunkten wird die RFID-Technologie zurzeit kontrovers diskutiert. Ein weiterer Aspekt ist – wie bereits erwähnt – die von Unternehmen und Verbänden reklamierte Standardisierung zum Beispiel der Funkfrequenzen, die in der Regel von nationalen Behörden für die verschiedenen Anwendungsbereiche zugeteilt werden.

#### **5.1. EU-Richtlinien**

Der EU-Rechtsrahmen für elektronische Kommunikation vom Juli 2003 regelt u.a. die Verwaltung knapper Ressourcen, d.h. auch der Funkfrequenzen, denen die EU besondere Bedeutung zumisst. Daher wurde als Teil des neuen Rechtsrahmens die neue

Frequenzpolitik<sup>26</sup> der EU eingeleitet. Während sich der Rechtsrahmen jedoch auf Kommunikationsnetze und -dienste konzentriert, erstreckt sich die Frequenzpolitik auf alle Bereiche, für die Frequenzen von Bedeutung sind. Diese Regulierungsbereiche werden ferner mit der Richtlinie über Funkgeräte und Telekommunikationsendgeräte<sup>27</sup> koordiniert, die den Endgerätemarkt regelt (EU-KOMMISSION 2006c).

Die für Informationsgesellschaft und Medien zuständige EU-Kommissarin Reding sieht bei der RFID-Technologie Regulierungsbedarf im Bereich der Datensicherheit<sup>28</sup>, aber auch bei der Funkfrequenzverwaltung und der Standardisierung. Aus diesem Grund initiierte die Kommission im Frühjahr 2006 fünf Workshops mit den Themen:

1. From RFID to the Internet of Things,
2. RFID Application Domains and Emerging Trends,
3. RFID Security, Data Protection and Privacy, Health and Safety Issues,
4. Interoperability, Standardization, Governance, and Intellectual Property Rights,
5. RFID Frequency Spectrum – Requirements and Recommendations.

Die wesentlichen Ergebnisse sind in einem Workshop Report zusammengefasst (VAN DE VOORT 2006).

Um Handlungsoptionen und einen Zeitplan für ein rechtliches Rahmenwerk erstellen zu können, startete die Kommission außerdem im Juli 2006 eine europaweite Online-Konsultation<sup>29</sup> zur RFID-Technologie. Am 16.10.2006 präsentierte die Kommission die Ergebnisse der Befragung. Die meisten eingegangenen Stellungnahmen bezogen sich auf die Datensicherheit (gesetzliche Regelung oder Selbstverpflichtung), Standardisierung und Interoperabilität, Funkfrequenzen und den Forschungsbereich.

► **Anlage 9**, EU-KOMMISSION (2006b): The RFID Revolution: Your Voice on the Challenges, Opportunities and Threats.

Bis Ende des Jahres will nun die Kommissarin eine Mitteilung an die Kommission mit den nächsten Schritten zur möglichen Regulierung der RFID-Technologie formulieren.

---

26 Decision No 676/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 7 March 2002 on a regulatory framework for radio spectrum policy in the European Community (Radio Spectrum Decision).

27 Richtlinie 1999/5/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 1999 über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen und die gegenseitige Anerkennung ihrer Konformität.

28 Vgl. Richtlinie 95/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. Oktober 1995 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr. Veröffentlicht in: Amtsblatt Nr. L 281 vom 23.11.1995, S. 31-50.

29 Zur RFID-Konsultation, zu den Workshops und zum weiteren Vorgehen (Road Map) gibt es eine eigene Internet-Seite der Kommission: <http://www.rfidconsultation.eu> [7.11.2006].



## 5.2. Deutsches Recht

Die Bundesregierung hat sich in ihrem Bericht zum „Stand der Umsetzung und Einführung der RFID-Technologie in Deutschland“ zur Problematik der zurzeit noch fehlenden Standardisierung im Bereich der Produktkodierung (Datenstandards) und Frequenzharmonisierung geäußert. Sie will dazu beitragen, gemeinsame Positionen von Wirtschaftsverbänden der Hersteller von Funkchips und Anwendern insbesondere in den Bereichen Daten- und Verbraucherschutz sowie Standardisierung und Frequenzordnung zu erarbeiten und will diese auch in die aktuelle Diskussion auf EU-Ebene einbringen (**Anlage 10**, BUNDESREGIERUNG (2006), S. 4).

Die Zuteilung der Funkfrequenzen, die für die RFID-Technologie genutzt werden können, liegt auf Grund der Bestimmungen des § 55 Telekommunikationsgesetz (TKG) vom 26.6.2004 in der Zuständigkeit der Bundesnetzagentur (BNetzA).

Die technische Standardisierung liegt im Verantwortungsbereich der Hersteller und Anwender der RFID-Technologie. So bemühen sich u.a. EPCglobal und GS1 gemeinsam mit der Internationalen Organisation für Normung (ISO), technische sowie Prozessstandards zu etablieren und so den Anwendungsbereich von RFID weiter voran zu bringen.

Unter Datenschutzgesichtspunkten wird die RFID-Technologie zurzeit kontrovers diskutiert. Bei Daten- und Verbraucherschützern besteht die Befürchtung, dass die auf Funkchips gespeicherten Informationen missbraucht werden könnten. So fordert die Bürgerrechtsvereinigung FoeBuD<sup>30</sup> eine strenge Regulierung und warnt vor Datenmissbrauch. Auch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik hat sich mit der datenschutzrechtlichen Seite der RFID-Technologie beschäftigt und mögliche Gefahrenstellen untersucht (BSI 2004).

Der Bundesbeauftragte für Datenschutz und Informationsfreiheit (BfDI) erklärt zur Notwendigkeit weitergehender gesetzlicher Regelungen hinsichtlich des Datenschutzes:

„Bei der Verwendung komplexer RFID (...) greifen bereits derzeit Regelungen des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG §§ 3 Abs. 10 und 6c). Bei einfachen RFID mit unlöschbarer Seriennummer findet das BDSG allerdings keine direkte Anwendung, sofern keine Verknüpfung mit personenbezogenen Identifikationsdaten erfolgt. Hier ist aus Datenschutzsicht eine gesetzliche Kennzeichnungspflicht von Produkten, die RFID enthalten, sowie eine Kennzeichnung von Lese-/Schreibgeräten und Kenntlichmachung von Kommunikationsvorgängen angemessen (...). Sollten diese Datenschutzerfordernisse nicht über

---

30 Vgl. **FoeBuD** (Verein zur Förderung des öffentlichen bewegten und unbewegten Datenverkehrs e.V.): StopRFID. Im Internet: <http://www.foebud.org>.

eine Selbstregulierung und Selbstverpflichtung von Herstellern und Handel gewährleistet werden, hielte ich zur Gewährleistung des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung eine gesetzliche Regelung im BDSG für notwendig.“ (BfDI 2006)



Diese Befürchtungen teilt der Innenausschuss des Deutschen Bundestages im Moment allerdings nicht. Er vertritt die Auffassung, dass die Anwendungen der RFID-Technologie durch das BDSG hinreichend abgedeckt seien. Außerdem wolle man die Vorschläge zur RFID-Regulierung der EU abwarten (HEISE-ONLINE 2006a).



## 6. Quellen

- AIRLINERS (2006): RFID in der Luftfahrt. Im Internet:  
<http://www.airliners.de/safety/sonderthemen/RFID/luftfahrt.php> [1.11.2006].
- BfDI (2006): Bundesbeauftragter für Datenschutz und Informationsfreiheit. RFID - Funkchips für jede Gelegenheit? Im Internet:  
[http://www.bfdi.bund.de/cln\\_030/nn\\_531474/sid\\_4B43F45106320F329E2FF2308FD61767/DE/Themen/TechnologischerDatenschutz/TechnologischeNeuerungen/Artikel/RFID-FunkchipsFuerJedeGelegenheit.html\\_nnn=true](http://www.bfdi.bund.de/cln_030/nn_531474/sid_4B43F45106320F329E2FF2308FD61767/DE/Themen/TechnologischerDatenschutz/TechnologischeNeuerungen/Artikel/RFID-FunkchipsFuerJedeGelegenheit.html_nnn=true) [7.11.2006].
- BITKOM (2006): BITKOM RFID Guide 2006. Im Internet:  
[http://www.bitkom.org/files/documents/rfid\\_guide\\_2006.10.11\\_ST.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/rfid_guide_2006.10.11_ST.pdf) [1.11.2006].
- BSI (2004): Bundesamt für Sicherheit und Informationstechnik: Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen. Bonn.
- BUNDESREGIERUNG (2006): iD2010 – Informationsgesellschaft Deutschland 2010. Aktionsprogramm "Informationsgesellschaft Deutschland 2010" der Bundesregierung.
- BUNDESREGIERUNG (2006): Stand der Umsetzung und Einführung der RFID-Technologie in Deutschland. Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie für die Wirtschaftsministerkonferenz der Bundesländer am 7./8. Juni 2006. Im Internet: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/B/bericht-der-bundesregierung-rfid-technologie.property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> [25.10.2006].
- DITTMANN, Lars (2006): Der angemessene Grad an Visibilität in Logistik-Netzwerken. Dissertation. Universität St. Gallen. 1.4.2006.
- EU-KOMMISSION (2006a): Die RFID-Revolution: Ihre Stimme zu den Herausforderungen, Potentialen und Bedrohungen. Begleitdokument zur Online-Konsultation. Im Internet:  
[http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/RFIDQuestionnaire\\_DE.pdf](http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/RFIDQuestionnaire_DE.pdf) [23.11.2006]
- EU-KOMMISSION (2006b): The RFID Revolution: Your voice on the Challenges, Opportunities and Threats. Online Public Consultation. Preliminary Overview of the Results. 16.10.2006. Im Internet:  
[http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/Summary\\_of\\_Consultation.pdf](http://www.rfidconsultation.eu/docs/ficheiros/Summary_of_Consultation.pdf) [23.11.2006].

- EU-KOMMISSION (2006c): Initiativen zur Informationsgesellschaft auf einen Blick. Internet-Portal der EU-Kommission. Im Internet: [http://ec.europa.eu/information\\_society/policy/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/information_society/policy/index_de.htm) [23.11.2006]
- FELSNER, Jochen u.a. (2004): Gutachten zum „Regulierungsbedarf beim Einsatz von RFID“ vom 16.2.2004. Technische Universität Berlin. Lehrstuhl Informatik & Gesellschaft.
- FROBEEN, Markus (2004): Analyse und Einführung der RFID-Technologie in der Luftfahrtindustrie. Diplomarbeit. Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. Fachbereich Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau. 1.6.2004. Im Internet: <http://www.haw-hamburg.de/pers/Scholz/arbeiten/TextFrobeenDipl.pdf> [6.11.2006].
- GABLER (2005): Gablers Wirtschaftslexikon. 16. Auflage. 2005.
- Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) (2004): Hintergrundinformationen der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) zu RFID – Radio Frequency Identification. Im Internet: [http://www.gi-ev.de/fileadmin/redaktion/Download/RFID\\_-\\_Erlaeuterungen\\_GI040608.pdf](http://www.gi-ev.de/fileadmin/redaktion/Download/RFID_-_Erlaeuterungen_GI040608.pdf) [23.11.2006].
- GS1-GERMANY (2006a): Internetportal der Standardisierungsorganisation GS1. Im Internet: <http://www.gs1-germany.de>.
- GS1-Germany (2006b): Die Standardisierungsorganisation ISO nimmt den EPC Gen2 in den RFID-Standard auf. Pressemitteilung vom 11.7.2006. Im Internet: [http://www.gs1-germany.de/VHM/internet/internet/content/presse/index\\_ger.html?nid=news\\_items2542&lang=ger](http://www.gs1-germany.de/VHM/internet/internet/content/presse/index_ger.html?nid=news_items2542&lang=ger) [27.11.2006].
- HEISE-ONLINE (2006a): Große Koalition hält RFID-Regulierung derzeit für unnötig. 27.10.2006. Im Internet: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/80167> [23.11.2006].
- HEISE- ONLINE (2006b): Staatssekretär: „Wir wollen Weltmeister bei der RFID-Technik werden“. 29.6.2006. Im Internet: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/74861> [25.10.2006].
- HELBIG, Klaus (2006): Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von RFID-Systemen – Anforderungen an das Controlling aus Anwendersicht. In: Controlling im Wandel der Zeit. S. 373-388. 2006.
- HENG, Stefan (2006a): RFID-Funkchips: Zukunftstechnologie in aller Munde. In: Economics. Nr. 55, 24.1.2006, S. 1-10. Deutsche Bank Research. Frankfurt am Main.

- HENG, Stefan (2006b): RFID-Funkchips im Alltag. In: Das Wirtschaftsstudium. Nr. 6/06, S. 805-811.
- IfH (2005): Institut für Handelsforschung an der Universität zu Köln, Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei (VLB) in Berlin: Projekt „Einsatzmöglichkeiten der Transpondertechnologie in konsumgüterorientierten Unternehmen des Mittelstands; unter besonderer Berücksichtigung des Einzelhandels“. Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Berichtsband. Köln, Berlin. Juni 2005.
- IML (2004): Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML): Radio Frequenz IDentifikation 2004. Logistiktrends für Industrie und Handel. Studie der Fraunhofer AutoLog Initiative.
- LI, Suhong/VISICH, John K. (2006): Benefits of RFID in the supply chain. Radio Frequency identification: supply chain impact and implementation challenges. In: International Journal of Integrated Supply Management. Vol. 2, No. 4, 2006, S. 407-424.
- LUFTRICHT-ONLINE (2006): Internetportal für Luftrecht. Im Internet: <http://www.luftrecht-online.de> [21.11.2006].
- METRO (2005): Die Metro Group und RFID. Informationen zur neuen Technologie im Handel. Metro Group Future Store Initiative. Düsseldorf. Oktober 2005.
- O'CONNOR, Mary Catherine (2006): In-Flight Active-Tag Test Successful, Says Boeing. 15.9.2006. In: RFID Journal. Im Internet: <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/2653/1/1/> [23.11.2006].
- RFID ATLAS (2006a): Verzeichnis für RFID Praxisbeispiele. Internetportal gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Im Internet: <http://www.rfidatlas.de> [26.10.2006].
- RFID-INFORMATIONEN (2006): Internetportal. Im Internet: <http://www.rfid-informationen.de>
- ROBERTI (2006): The Tower of RFID Babble. 6.3.2006. In: RFID Journal. Im Internet: <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/2184/1/128/> [23.11.2006].
- SAP (2005): RFID mit SAP - Der Weg in die Unternehmen. PowerPoint-Vortrag. Im Internet: [http://akswt.uni-konstanz.de/docs/SAP\\_RFID\\_Konstanz.ppt](http://akswt.uni-konstanz.de/docs/SAP_RFID_Konstanz.ppt) [30.10.2006].

- SCHMIDT, Dirk (2006): RFID im Mobile Supply Chain Event Management. August 2006. Wiesbaden.
- SOREON (2006a): Unternehmenshomepage. Im Internet: <http://www.soreon.de>.
- SOREON (2004a): RFID: Handel profitiert – Hersteller zahlen die Zeche. Pressemitteilung vom 15.3.2004. Im Internet: [http://www.soreon.de/site1/index.php/german/presse\\_medien/pressemitteilungen/rfid\\_handel\\_profitiert\\_hersteller\\_zahlen\\_die\\_zeche\\_16\\_03\\_2004](http://www.soreon.de/site1/index.php/german/presse_medien/pressemitteilungen/rfid_handel_profitiert_hersteller_zahlen_die_zeche_16_03_2004)) [20.11.2006].
- SOREON (2004b): Kassensturz: RFID - Was es wirklich bringt. Leseprobe. Im Internet: [http://www.soreon.de/site1/index.php/german/soreon\\_studien/software\\_hardware/kassensturz\\_rfid\\_was\\_es\\_wirklich\\_bringt](http://www.soreon.de/site1/index.php/german/soreon_studien/software_hardware/kassensturz_rfid_was_es_wirklich_bringt) [20.11.2006].
- STEINBEIS Transferzentrum My eBusiness (2006): RFID-Anwendungen im deutschsprachigen Raum. Projekt Airbus vom 11.4.2006. Im Internet: [http://www.rfidatlas.de/images/stories/RFID\\_Fallstudien/Airbus\\_Apr06\\_Konzeption.pdf](http://www.rfidatlas.de/images/stories/RFID_Fallstudien/Airbus_Apr06_Konzeption.pdf) [26.10.2006].
- STRÜCKER, Jens/GILLE, Daniel (2006): RFID in Deutschland. Status quo, Chancen und Hürden aus Unternehmenssicht. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Informatik und Gesellschaft (IIG), Abteilung Telematik. Freiburg i.B. 2006.
- TEUFEL, Andreas (2005): RFID Radio Frequency Identification – Supporting the aircraft supply chain. In: FAST magazine, 36, Juli 2005, S. 28-34.
- VAN DE VOORT, Maarten/LIGTVOET, Andreas (2006): Towards an RFID policy for Europe. Workshop report. Prepared for the EUROPEAN COMMISSION, Directorate General Information Society and Media. 21.8.2006. DRR-4046-EC.
- ZEIBIG, Stefan (2006): Radio Frequency Identification (RFID). In: Controlling. Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung. Heft 1, Januar 2006, S. 51-52.

## 7. Anlagen

**Anlage 1:** Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von RFID-Systemen – Anforderungen an das Controlling aus Anwendersicht. HELBIG, Klaus (2006). In: Controlling im Wandel der Zeit. S. 373-388. 2006.

**Anlage 2:** The Tower of RFID Babble. 6.3.2006. ROBERTI (2006). In: RFID Journal.

**Anlage 3:** Wirtschaftlichkeit. In: SCHMIDT, Dirk (2006): RFID im Mobile Supply Chain Event Management. Teil IV, S. 102-143.

**Anlage 4:** Benefits of RFID in the supply chain. In: LI, Suhong/VISICH, John K. (2006): Radio Frequency identification: supply chain impact and implementation challenges. In: International Journal of Integrated Supply Management. Vol. 2, No. 4, 2006, S. 414f.

**Anlage 5:** Standardisierung in der Luftfahrtindustrie. In: In FROBEEN (2004): Analyse und Einführung der RFID-Technologie in der Luftfahrtindustrie. Kapitel 4, S. 40-46.

**Anlage 6:** In-Flight Active-Tag Test Successful, Says Boeing. 15.9.2006. O'CONNOR (2006). In: RFID Journal.

**Anlage 7:** RFID Anwendungen im deutschsprachigen Raum. Projekt Airbus Deutschland GmbH vom 11.4.2006. STEINBEIS (2006).

**Anlage 8:** RFID-Technologie in der Luftfahrtindustrie. In: FROBEEN, Markus (2004): Analyse und Einführung der RFID-Technologie in der Luftfahrtindustrie. Kapitel 3, S. 28-39.

**Anlage 9:** The RFID Revolution: Your voice on the Challenges, Opportunities and Threats. Online Public Consultation. Preliminary Overview of the Results. 16.10.2006. EU-KOMMISSION (2006b).

**Anlage 10:** Stand der Umsetzung und Einführung der RFID-Technologie in Deutschland. BUNDESREGIERUNG (2006): Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie für die Wirtschaftsministerkonferenz der Bundesländer am 7./8.6.2006.