

Diplomarbeit  
zur Erlangung des akademischen  
Grades  
Diplom-Ingenieur

Materialfluss-Systeme – Identifikationslabor  
ID-Technologien (Barcode, RFID) zur  
Automatisierung

Roland UHSAR  
Studienrichtung: Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau



Technische Universität Graz

Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften  
Institut für Technische Logistik, Inffeldgasse 25E, 8010 Graz  
Betreuer: Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hafner Norbert

Graz, September 2011

# INHALTSVERZEICHNIS:

<b>1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG MIT ABSTRACT .....</b>	<b>1</b>
<b>2. AUTOMATISCHE IDENTIFIKATION UND DATENERFASSUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Abgeleitete Begriffe.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Gliederung und Beschreibung der Auto-ID Verfahren .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Barcode-Systeme.....	6
2.2.1.a Zweibreiten-, Mehrbreitencodes und 2-dimensionale Barcodes .....	7
2.2.1.b Allgemeiner Aufbau der Barcodefelder.....	8
2.2.1.c 1-dimensionale Codes: EAN, UPC.....	9
2.2.1.d Prüfziffer beim EAN und Sicherheitsmaßnahmen gegen das Vertauschen von aufeinanderfolgenden Ziffern.....	10
2.2.1.e 2-dimensionale Codes: Data-Matrix .....	13
2.2.2 RFID-Technik.....	15
2.2.2.a Verfahren der Datenübertragung .....	15
2.2.2.b Lese-/Schreibgerät („Reader“) .....	17
2.2.2.c Software.....	18
2.2.2.d Arbeitsfrequenzen und Reichweiten.....	19
2.2.2.e Vor- und Nachteile der verschiedenen Frequenzbänder der RFID- Transponder .....	22
2.2.2.f Transponderbauformen .....	23
2.2.2.g Systeme mit induktiver Kopplung im LF/HF-Bereich .....	26
2.2.2.h Systeme mit elektromagnetischer Kopplung im UHF-Bereich .....	27
2.2.3 Sonstige Verfahren .....	29
2.2.4 Einsatzbereiche von RFID und Barcode.....	30
2.2.4.a RFID-Standardanwendung .....	30
2.2.4.b 2D-Data Matrix-Standardanwendung .....	31
2.2.4.c 1D-Barcode-Standardanwendung .....	32
2.2.4.d 2D-Barcode-Standardanwendung .....	35
2.2.4.e Technologien in Gegenüberstellung.....	36
2.2.5 Vorteile durch den Einsatz eines RFID-Systems .....	37
2.2.5.a Berührungsloses Erfassen von Daten ohne direkten Sichtkontakt .....	37
2.2.5.b Elektronisches Programmieren und Speichern von Daten .....	38
2.2.5.c Robustheit der Transponder.....	38
2.2.5.d Pulkerfassung .....	38
2.2.5.e Fazit über den Erfolg der RFID-Technologie.....	43

<b>3. MATERIALFLUSS-SYSTEME.....</b>	<b>44</b>
<b>3.1 Ebenen für die Abgrenzung der Materialflusstechnik.....</b>	<b>44</b>
<b>3.2 Grundstruktur eines Materialfluss-Systems .....</b>	<b>45</b>
3.2.1 Herkömmliche Materialflusssteuerung.....	45
3.2.2 Hierarchieloses Materialfluss-System.....	49
3.2.2.a Das Internet der Dinge .....	49
3.2.2.b Steuerungsarchitektur eines Moduls im Internet der Dinge .....	52
<b>3.3 Beschreibung der Hauptbereiche von Materialfluss-Systemen .....</b>	<b>54</b>
3.3.1 Bereich Wareneingang.....	54
3.3.1.a Aufgaben an die Auto-ID.....	54
3.3.2 Bereich Lagerung.....	55
3.3.2.a Aufgaben an die Auto-ID.....	56
3.3.3 Bereich Fertigung.....	57
3.3.3.a Aufgaben an die Auto-ID.....	58
3.3.4 Bereich Montage .....	59
3.3.5 Bereich Kontrolle.....	59
3.3.6 Bereich Warenausgang.....	60
3.3.7 Fördersysteme .....	60
<b>3.4 Zielsystem.....</b>	<b>61</b>
3.4.1 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Wareneingang.....	61
3.4.2 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Lagern.....	62
3.4.3 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Fertigung.....	63
3.4.4 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Montage .....	64
3.4.5 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Warenausgang.....	65
3.4.6 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Materialfluss .....	65
<b>3.5 Musterlösung eines RFID-Systems im innerbetrieblichen Materialfluss...66</b>	<b>66</b>
3.5.1 Ermitteln der Stückzahlen durch automatische RFID-Identifikation.....	66
3.5.2 RFID-System am Gabelstapler.....	67
3.5.3 Wareneingangsbuchung an der Schnittstelle .....	68
3.5.4 Wirkungsgrad der gesamten RFID-Infrastruktur .....	68
3.5.5 Datenbank des Betriebes .....	69
<b>4. LASTENHEFT FÜR IDENTIFIKATIONS LABOR .....</b>	<b>71</b>
<b>4.1 Einleitung in die Aufgabenstellung.....</b>	<b>71</b>
<b>4.2 Darstellung der Ausgangssituation (Ist-Zustand) .....</b>	<b>71</b>

<b>4.3 Aufgabenstellung (Soll-Zustand)</b> .....	<b>71</b>
4.3.1 Vollautomatische Montage einer großen Anzahl von Musterprodukten .....	73
4.3.2 Layout des Materialfluss-Systems .....	76
4.3.2.a Abgeleitete Aufgaben an die Auto-ID aus dem Materialfluss-System .....	76
<b>4.4 Technische Daten und Steuerungsstruktur der bestehenden Einrichtung</b> .....	<b>79</b>
<b>5. PFLICHTENHEFT FÜR IDENTIFIKATIONS LABOR</b> .....	<b>80</b>
<b>5.1 Ausgangssituation</b> .....	<b>80</b>
<b>5.2 ID-Komponenten für das Materialfluss-System</b> .....	<b>81</b>
<b>5.3 Komponenten für das Identifikationslabor</b> .....	<b>84</b>
5.3.1 Kostenaufstellung der spezifizierten Komponenten .....	87
<b>6. ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>88</b>
<b>6.1 Auto-ID-Systeme</b> .....	<b>88</b>
<b>6.2 ID-Labor</b> .....	<b>89</b>
<b>7. LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>91</b>
<b>8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>95</b>
<b>9. TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>98</b>
<b>10. ANHANG</b> .....	<b>99</b>
<b>10.1 Beschreibung des Starter Kit LF</b> .....	<b>99</b>
<b>10.2 Beschreibung des Starter Kit UHF</b> .....	<b>100</b>
<b>10.3 Beschreibung des Etikettendruckers</b> .....	<b>101</b>
10.3.1 Datenblatt des Etikettendruckers.....	102
<b>10.4 Beschreibung des Hand Held</b> .....	<b>104</b>
10.4.1 Datenblatt des Hand Held .....	105
<b>10.5 Erklärung von verwendeten Fachbegriffen der Arbeit</b> .....	<b>107</b>

## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am .....

(Unterschrift)

## Danksagung

Die vorliegende Diplomarbeit wurde von mir am Institut für Technische Logistik der TU-Graz erstellt. An dieser Stelle möchte ich die Gelegenheit ergreifen um mich bei Herrn Ass. Prof. Dipl.- Ing. Dr. techn. Hafner Norbert für die Betreuung der Diplomarbeit zu bedanken.

Ein besonderer Dank gilt auch meinen Eltern und meiner Schwester, die mir durch ihr entgegengebrachtes Verständnis, in schwierigen Phasen meines Studiums, stets den Rücken gestärkt haben.

Graz, im September 2011

Roland Uhsar

## 1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG MIT ABSTRACT

Am Institut für Technische Logistik der TU-Graz soll der Bereich Automatisierungstechnik, durch den Aufbau eines Identifikationslabors, weiter ausgebaut werden. Ziel ist es, in diesem Identifikationslabor, Anwendungen für die ID-Technologie (Barcode, RFID) zur Automatisierung von Teilaufgaben in modernen Materialfluss-Systemen zu untersuchen.

Aufgabenstellung der Diplomarbeit: Die Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit sollen die begründete und dokumentierte Basis bilden, um alle wesentlichen Komponenten an Auto-ID-Technik für den ersten Aufbauschritt eines Identifikationslabors am Institut beschaffen zu können.

Materialflusstechnik beschäftigt sich mit der Planung von Anlagen, die z.B. zum Transport von Objekten in einem Betrieb installiert werden. Darüber hinaus betrachtet man hier die Organisation und Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen. Die übergeordnete Intralogistik hat dann die exakte Steuerung des Informations- und Materialflusses zu verantworten.

Als Intralogistik bezeichnet man daher die logistischen Material- und Warenflüsse, die sich innerhalb eines Betriebsgeländes abspielen. Der Begriff wurde definiert, um eine Abgrenzung zum Warentransport außerhalb eines Werkes zu schaffen. [1]

Aus der Historie des innerbetrieblichen Materialflusses kann man eine enge Verknüpfung mit dem logistischen Gedanken ableiten: Logistikwissenschaftler sehen im Auftauchen der automatisierten Hochregallager- und Warenverteilensysteme Mitte des 20. Jahrhunderts den Zeitpunkt, von dem aus das einfache Transportieren, Umschlagen und Lagern von Gütern eine logistische Leistung wurde. [1] Darum ist eben nochmals festzuhalten, dass auf die Ebene der Materialfluss-Systeme noch die Intralogistikebene aufsetzt. Dort wird die ganzheitliche Informationsverarbeitung abgewickelt und die exakte Steuerung des Informations- und Materialflusses gehandhabt.

Wie stellt sich nun die aktuelle Marktsituation für Unternehmen dar? Der Druck auf Produktionsunternehmen nimmt zu: Differenzierte Kundenerwartungen, eine nie gekannte Markttransparenz und der globale Wettbewerb erfordern neue Anstrengungen, um in Zukunft bestehen zu können. Einen wichtigen Beitrag dazu leistet die Auto-ID von Objekten, verbindet sie doch die realen Warenströme im betrieblichen Materialfluss-System mit den virtuellen Datenströmen der IT-Systeme.

Heute sind industrielle Prozesse, kluge logistische Wertschöpfungsketten und transparente Kommunikationspfade ohne automatische Identifikation kaum mehr denkbar. Erst durch ihren Einsatz entstehen leistungsfähige Materialfluss-Systeme, die sich an die speziellen Bedürfnisse eines Betriebes anpassen lassen und diesem so die Möglichkeit bieten, die steigenden Anforderungen in diesem Umfeld zu beherrschen.

Abstract zu den Hauptkapiteln:

#### Kapitel 2: Automatische Identifikation und Datenerfassung

Nach einer kurzen Beschreibung der abgeleiteten Begriffe, die im Zusammenhang mit Auto-ID-Verfahren stehen, werden die Auto-ID-Verfahren gegliedert. Danach werden wesentliche Faktoren zu den ein- und zweidimensionalen Barcodes genannt. Anschließend erfolgt eine Beschreibung von RFID-Systemen (**R**adio **F**requency **I**dentification **T**echnologie). Einsatzgebiete der einzelnen Verfahren werden aufgezeigt und eine Bewertung der Vor- und Nachteile der Auto-ID-Techniken wird am Ende dieses Kapitels durchgeführt.

#### Kapitel 3: Materialfluss-Systeme

Nach der Festlegung von Ebenen eines Materialfluss-Systems wird eine Grundstruktur angeführt, mithilfe derer die Beschreibung des Materialflusses durch einen Produktionsbetrieb allgemein möglich werden soll. Anschließend findet man eine Darstellung der möglichen Steuerungskonzepte eines solchen Materialfluss-Systems. Durch die Beschreibung der Hauptbereiche des Modells in Abbildung 34 sollen typische Aufgabenstellungen an die Auto-ID, die im Rahmen dieser Diplomarbeit erarbeitet wurden, gezeigt werden. Danach sind die Aufgaben aufgelistet, die für die Untersuchung in unserem Identifikationslabor von Bedeutung sind. Abschließend wird noch gezeigt, wie die Umsetzung des RFID-gestützten Materialflusses in einem Projekt der Firma Harting umgesetzt wurde.

#### Kapitel 4: Lastenheft für Identifikationslabor

Aufgrund der aktuellen Situation in den Fertigungs- und Montagebereichen der Produktionsunternehmen wird gezeigt, wie ein typisches Zielmaterialfluss-System (Abbildung 54) aussieht. Die Funktionen des Materialfluss-Systems ergeben die Anforderungen an die ID-Systeme (WAS, WOFÜR).

#### Kapitel 5: Pflichtenheft für Identifikationslabor

Im Pflichtenheft erfolgt die Spezifikation der notwendigen Auto-ID-Komponenten, die zur Realisierung der Anforderungen im Lastenheft notwendig sind. Abschließend ist noch eine Kostenaufstellung für die vorgeschlagenen Komponenten des Identifikationslabors angeführt (Preise der Firma TAGnology).



## 2. AUTOMATISCHE IDENTIFIKATION UND DATENERFASSUNG

Unter der Bezeichnung Automatische Identifikation und Datenerfassung oder Automatische Identifizierung (Auto-ID) werden Techniken zur Identifizierung, Datenerfassung, Datenerhebung sowie Datenübertragung zusammengefasst.

### 2.1 Abgeleitete Begriffe

- Identifizierung:

Für die eindeutige Erkennung von Objekten werden eindeutige Merkmale, so genannte „Identifikatoren“, genutzt. [2]

- Datenerfassung:

Es werden codierte Informationen maschinell eingelesen, um EDV-Systeme (z.B. ein ERP-System) mit der realen physischen Welt zu verknüpfen. [2]

- Datenerhebung:

Die Datenerfassung ermöglicht die Speicherung und Verarbeitung von Daten. Aus diesen Daten können wiederum Informationen gewonnen werden, die für den Ablauf oder die Kontrolle der einzelnen Prozessschritte wichtig sind. [2]

- Datenübertragung:

Die Daten werden dazu nach vereinbarten Regeln strukturiert gespeichert. Die anschließende Interpretation auf Empfängerseite wird durch die Festlegung auf gemeinsame Datentypen mit definierten Datenfeldern und Größen gewährleistet. Damit wird ein Protokoll vereinbart, das auch elektronisch als „EDIFACT Subset“ ausgetauscht werden kann. [2]

## 2.2 Gliederung und Beschreibung der Auto-ID Verfahren

Systematik der Techniken zur automatischen Identifikation und Datenerfassung:

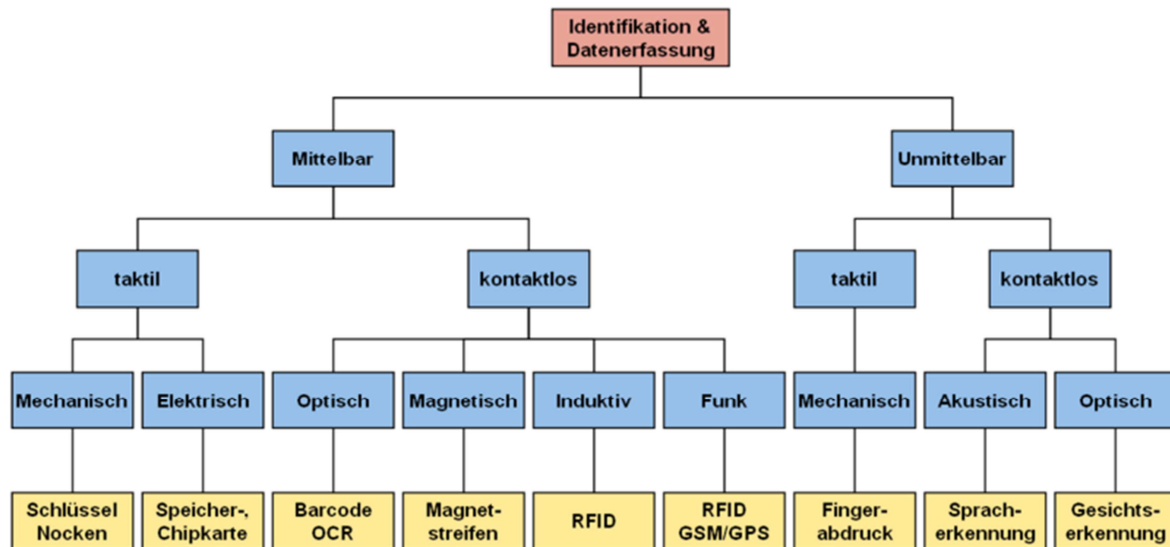


Abbildung 1: Gliederung der Auto-ID Verfahren [2]

Anschließend wird eine zusammenfassende Übersicht über die wichtigsten Auto-ID Verfahren gegeben:

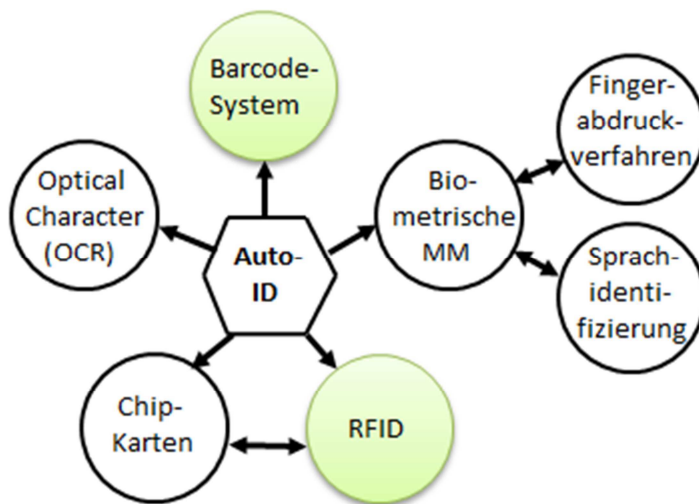


Abbildung 2: Überblick über die wichtigsten Auto-ID Verfahren [3]

Nachfolgend werden diese Verfahren kurz beschrieben. Die Beschreibung von Barcode Systemen und der RFID-Technik ist dabei ausführlicher dargestellt, da diese beiden Verfahren in der technischen Logistik eingesetzt werden.

## 2.2.1 Barcode-Systeme

Der Barcode ist ein Binärcode aus einem Feld von parallel angeordneten Strichen und Trennlücken. Diese sind nach einem bestimmten Bild angeordnet und stellen Elemente von Daten dar, die auf ein zugehöriges Zeichen verweisen.

Die Ablesung geschieht durch optische Laserabtastung (oder mit Kamerabasierten Lesegeräten für moderne 2D-Codes), d.h. durch die unterschiedliche Reflexion eines Laserstrahles an den schwarzen Strichen und weißen Lücken.

Der mit Abstand am weitesten verbreitete Barcode dürfte der EAN-Code (European Article Numbering) sein. Außer dem EAN-Code konnten sich in anderen Branchen vor allem die folgenden Barcodes durchsetzen:

Code:	Typische Anwendung:
EAN	(European Article Numbering) ist ein Standardcode in über 100 Ländern. Er dient zur eindeutigen Identifizierung von Herstellern und Waren.
Code Codabar	Medizinisch-klinische Anwendungen, Bereiche mit hohen Sicherheitsanforderungen
Code 2/5 interleaved	Autoindustrie, Warenlager, Paletten, Schiffscontainer und Schwerindustrie
Code 39	Verarbeitende Industrie, Logistik, Universitäten und Büchereien

**Tabelle 1:** Gängige Barcodes und ihre Anwendungsgebiete [44]

Nähere Erläuterung zur Tabelle 1:

2/5 Familie: Dieser Code hat eine hohe Informationsdichte, das bedeutet, dass auf kleinem Raum viele Ziffern untergebracht werden können. Dabei werden Balken und Lücken des Codes so verzahnt, dass die Balken ein Zeichen ergeben sowie die dazwischen liegenden Lücken. Dadurch erzwingt man immer eine geradzahlige Zifferanzahl und eine hohe Informationsdichte. [40]

Der Code 39 ist ein älterer alphanumerischer Code. Er ist weit verbreitet in der Industrie. Beispielsweise in der verarbeitenden Industrie wird er häufig eingesetzt, da er wegen seiner großen Drucktoleranzen einfach herstellbar ist. [40]

### 2.2.1.a Zweibreiten-, Mehrbreitencodes und 2-dimensionale Barcodes

Es werden bei Barcodes grundsätzlich Zweibreitencodes und Mehrbreitencodes unterschieden. Neu hinzugekommen sind noch die 2-dimensionalen Barcodes. Zu Beginn der Barcodetechnik gab es noch nicht so genaue Lesegeräte und Decoder. Die Technik erlaubte es noch nicht, viele Informationen im Barcode unterzubringen. Um die Maße der Codes zu verkleinern, wurden Codes entwickelt, in denen die Striche und Lücken mehr als zwei verschiedene Breiten haben können. Heute geht der Trend immer mehr in Richtung 2-dimensionaler Codes. Diese werden dann mit kamerabasierten Codelesern erfasst.

#### Zweibreitencodes

Ihre Herstellung ist einfach, und an die Druckqualität und die Lesegeräte werden keine großen Anforderungen gestellt. Bei Anwendungen, bei denen genügend Freiraum zum Aufbringen der Codes vorhanden ist und die Informationsdichte gering ist, sollten diese Barcodes den Mehrbreitencodes vorgezogen werden.

#### Mehrbreitencodes

Um Fehlesungen zu vermeiden, sind bei der Herstellung der Codes engere Toleranzen für die einzelnen Elemente (Striche und Lücken), einzuhalten. Damit werden an die Druckgeräte höhere Anforderungen gestellt.

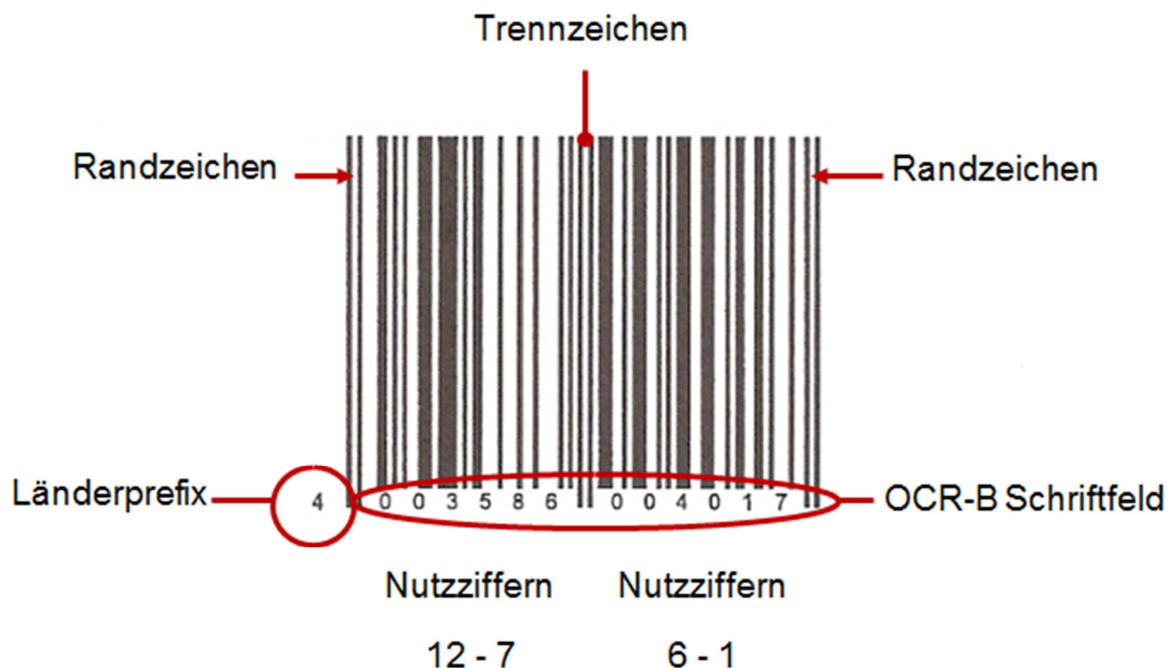
Zweidimensionale Codes kodieren die Informationen in der Fläche und können so auf engstem Raum eine Vielzahl von Daten unterbringen. Es wird zwischen gespaltenen Barcodes, Matrix-Codes, Punktcodes und Sonderformen unterschieden. [40]



Abbildung 3: Codierbare Datenmengen bei ein- und zweidimensionalen Codes

### 2.2.1.b Allgemeiner Aufbau der Barcodefelder

Ein Barcodefeld besteht aus Ruhezone, Startzeichen, Strichcode, Stoppszeichen sowie Ruhezone. Unter dem Strichcodefeld steht der Inhalt in Klarschrift. Als Barcodefeld bezeichnet man die gesamte Fläche, die ein Barcode auf dem Trägermaterial belegt. Die Ruhezone befindet sich links und rechts neben dem Strichcode. Diese dient dazu, zwei oder mehrere Codes, die nebeneinander am gleichen Träger aufgebracht sind, voneinander abzugrenzen, um Fehllesungen zu vermeiden. Unterhalb des Strichcodes steht in Klarschrift die Bedeutung des Codes. Auch für die Höhe der Barcodes gelten bestimmte Maße. Am Anfang des Strichcodes, also vor der eigentlichen Nutzinformation, steht ein Startzeichen. Direkt hinter der Nutzinformation folgt ein Stoppszeichen.



**Abbildung 4:** Aufbau eines Strichcodefeldes [4]

#### Start- und Stoppszeichen

Abgesehen von den nachfolgend beschriebenen EAN- und UPC-Codes, die anstelle von Start- und Stoppszeichen sogenannte Randzeichen verwenden, sind die Start- und Stoppszeichen immer so angeordnet, dass sie von links nach rechts gelesen eine andere Reihenfolge haben als von rechts nach links betrachtet. Dadurch ist gewährleistet, dass diese Barcodes gleichermaßen vorwärts wie auch rückwärts gelesen werden können. Je nach Barcodetyp sind Start- und Stoppszeichen unterschiedlich ausgeführt. [4]

### 2.2.1.c 1-dimensionale Codes: EAN, UPC

Der EAN - Code (European Article Numbering) ist ein Standardcode in über 100 Ländern. Er dient zur eindeutigen Identifizierung von Herstellern und Waren. Der EAN - Code kann mit allen bekannten Druckverfahren hergestellt werden. [5]

Man unterscheidet zwischen dem EAN 8 (für kleinvolumige Artikel) und dem EAN 13 für Standardartikel. Des Weiteren gibt es den EAN - Code mit einem Add-On (für Verlagsartikel). Bei Instore-Anwendungen innerhalb eines Marktes oder einer Handelskette wird manchmal der EAN-Code-Instore verwendet, dieser ist mit einer führenden - 2 - gekennzeichnet. Für mengen- oder gewichtsabhängige Waren gibt es Sonderformen. [5]

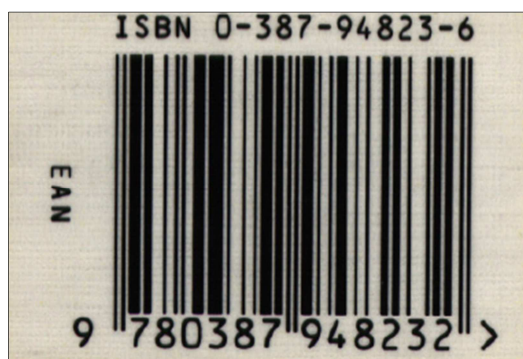
In Nordamerika und Kanada verwendet man den UPC-Code A – E (Universal Product Code) und in Japan den JAN - Code (Japanese Article Numbering). [5]

Der EAN - Code beinhaltet nur Ziffern von 0 - 9. Mit SC wird die Größe des Codes (SC 0 - SC 9 - für Höhe und Breite; Siehe Anhang) angegeben. Je höher die SC-Größe des EAN-Codes ist, umso größer sind die möglichen metrischen Drucktoleranzen der Balken und der Lücken (SC=Scale, Maßstab, Skalierungsfaktor, Vergrößerungsfaktor). [5]

Der EAN - Code besteht aus zwei Hälften mit jeweils 6 (beim EAN 13) und 4 (beim EAN 8) Nutzzeichen, sowie je einem Randzeichen und einem in der Mitte befindlichen Trennzeichen (Hilfszeichen). Scanner lesen beide Hälften getrennt voneinander und fügen diese Daten intern zu einem Datensatz zusammen. [5]

Die Höhe des EAN - Codes ist mitentscheidend für die Erstleserate des Scanners, um eine lageunabhängige Lesung zu gewährleisten. Je höher der Code gedruckt wird, desto länger wird die Diagonale und umso besser wird er gelesen. [5]

Die Klarschriftzeile unter dem Code sollte für den Fall, dass der Scanner ausfällt und nicht mehr lesen kann, gut lesbar sein, um die Daten mit einer Tastatur eintippen zu können. [5]



**Abbildung 5:** EAN-Etikette, Strichcode und zugehörige Ziffernfolge (unten) [6]

### 2.2.1.d Prüfziffer beim EAN und Sicherheitsmaßnahmen gegen das Vertauschen von aufeinanderfolgenden Ziffern

EAN steht also, wie bereits oben erwähnt, für die Abkürzung European Article Numbering System. Das System wurde 1977 auf der Grundlage eines kurz vorher in Amerika verwendeten Bezeichnungssystems in Europa eingeführt. Dabei hat man das amerikanische System erweitert, und zwar so, dass die beiden Systeme kompatibel sind. [7]

Die Produktnummer, von der EAN ausgeht, besteht aus 12 Ziffern,  $a_1, a_2, \dots, a_{12}$ .

Diesen 12 Ziffern wird eine 13. Ziffer  $a_{13}$  angefügt:  $a_1, a_2, \dots, a_{12}, a_{13}$ .

Und zwar so, dass

$$a_1 + 3a_2 + a_3 + 3a_4 + \dots + 3a_{12} + a_{13}$$

eine Zehnerzahl ist. Es ist also nicht jede Folge von 13 Ziffern eine EAN – Zahl, sondern nur dann, wenn die zusätzliche Bedingung erfüllt ist. Man nennt deshalb  $a_{13}$  auch etwa eine Prüfziffer. Sie ist das Sicherheitselement, von dem hier die Rede sein soll. [7]

Das folgende Beispiel zeigt, wie diese Bedingung zu erfüllen ist.

9	7	8	0	3	8	7	9	4	8	2	3	?
1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1
9	21	8	0	3	24	7	27	4	24	2	9	?
9	1	8	0	3	4	7	7	4	4	2	9	?
9	1	8	0	3	4	7	7	4	4	2	9	2

**Abbildung 6:** Beispiel zur Berechnung der Prüfziffer beim EAN Code

Die erste Zeile besteht aus den 12 ersten Ziffern des Codes, die zweite gibt die Gewichtung an, mit denen die einzelnen Ziffern zu multiplizieren sind, in der dritten stehen die entsprechenden Produkte. Da für die Rechnung Vielfache von 10 nicht berücksichtigt werden müssen, kann man sich in der vierten Zeile mit den Resten modulo 10 begnügen. Die Prüfziffer ergänzt die Summe zur nächsten Zehnerzahl. [7]

Wenn das Lesegerät die dreizehn Ziffern der EAN Etikette – wie es meint – erfolgreich gelesen hat, so untersucht es, ob die obige Bedingung erfüllt ist. Ist sie erfüllt, so betrachtet das Lesegerät die gelesene 13-stellige Zahl als die richtige EAN Nummer, sagt „peep“ und gibt sie an einen Computer weiter. Ist die Bedingung aber nicht erfüllt, so ist die gelesene 13-stellige Zahl keine EAN Nummer und es muss beim Lesevorgang ein Fehler geschehen sein. Möglicherweise wurden eine oder sogar mehrere Ziffern falsch gelesen, d.h. die entsprechende Strichkombination wurde falsch interpretiert. Der Lesefehler wurde entdeckt! In diesem Fall bleibt das „peep“ des Lesegerätes aus, und der Lesevorgang muss wiederholt werden. [7]

Die Frage stellt sich: Was nützt das Hinzufügen der Prüfziffer? Man wird ja nicht einfach ohne Grund eine weitere, eigentlich „nicht notwendige“ Ziffer hinzufügen.

Behauptung: Der EAN Code kann einfache Fehler (falsche Ziffern) erkennen.

Beweis: Für ungerade Indizes ist das klar. Deshalb betrachten wir hier nur den Fall von geraden Indizes.

$$a_1 + 3a_2 + a_3 + \dots + 3a_i + \dots + a_{13} = x \cdot 10$$

$$a_1 + 3a_2 + a_3 + \dots + 3b_i + \dots + a_{13} = y \cdot 10$$

wo x und y ganze Zahlen bezeichnen. Die Differenz ist

$$3a_i - 3b_i = z \cdot 10 .$$

Wo z wiederum eine ganze Zahl ist. Daraus folgt

$$3(a_i - b_i) = z \cdot 10 .$$

Wegen  $0 \leq |a_i - b_i| \leq 9$  ist dies nur möglich, wenn  $z = 0$ , also  $a_i = b_i$  ist.

Behauptung: EAN entdeckt das Vertauschen von aufeinanderfolgenden Ziffern, es sei denn, ihre Differenz ist 5.

Beim elektronischen Lesegerät wird dieser Fehler wohl kaum auftreten; aber es sind Situationen denkbar, in denen der EAN-Code eingetippt werden muss. Dann sind Sicherheitsmaßnahmen gegen das Vertauschen von (aufeinanderfolgenden) Ziffern sinnvoll. [7]



Bewies:

$$a_1 + 3a_2 + \dots + 3a_i + a_{i+1} + \dots + a_{13} = x \cdot 10 ,$$

$$a_1 + 3a_2 + \dots + 3a_{i+1} + a_i + \dots + a_{13} = y \cdot 10 ,$$

wo x und y ganze Zahlen bezeichnen. Zu zeigen ist:  $a_i = a_{i+1}$  oder  $|a_i - a_{i+1}| = 5$  .

Die Differenz der beiden obenstehenden Gleichungen ist:

$$3a_i + a_{i+1} - 3a_{i+1} - a_i = z \cdot 10 ,$$

wo z wiederum eine ganze Zahl ist. Daraus folgt:

$$a_i - a_{i+1} = z \cdot 5 .$$

Wegen  $0 \leq |a_i - a_{i+1}| \leq 9$  ist dies nur möglich, wenn  $a_i = a_{i+1}$  oder wenn  $|a_i - a_{i+1}| = 5$  .

Nebenbemerkung: Nun kann man natürlich ausrechnen, welcher Anteil der Fehler entdeckt wird, die auf die Vertauschung von zwei aufeinanderfolgenden Ziffern beruhen.

Analoges wie für die Vertauschung aufeinanderfolgender Ziffern gilt offenbar für die Vertauschung einer Ziffer an einer geraden Stelle mit einer Ziffer an einer ungeraden Stelle.

Im Unterschied dazu kann EAN den Fehler offensichtlich nicht erkennen, wenn zwei Stellen mit nur geraden oder nur ungeraden Indizes vertauscht werden.

Man lernt aus dieser einfachen Untersuchung, dass das Hinzufügen der Prüfziffer es erlaubt, einige Lesefehler zu entdecken, dass aber andere unentdeckt bleiben. Das einzusehen ist ganz wichtig: Eine derartige Sicherheitsmaßnahme kann einen Teil der Fehler eliminieren, aber nicht alle. Das ist immer so. Das System ist dann gut, wenn es die Häufigkeit der Fehler insgesamt signifikant senkt. Es ist umso effektiver, je größer die Reduktion der Gesamtfehlerhäufigkeit ist. [7]

### 2.2.1.e 2-dimensionale Codes: Data-Matrix

Heute ist der Data-Matrix-Code einer der bekanntesten Typen der 2D-Codes und wird für dauerhafte Direktbeschriftungen mittels Laser in der Produktion (z.B. Leiterplatten), mit Nadelprägung im Automobilbau, bei Analysegeräten und Instrumenten (Chemie, Medizin) aber auch zunehmend als gedrucktes Code-Bild im Dokumentenhandling (Tickets, Postversand) verwendet. [8]

Aussehen und Größe:

Die Größe des quadratischen – bei bestimmten Seitenverhältnissen auch rechteckigen – Codebildes wird dabei aus einer großen Auswahlmenge bestimmt, die Symbol-Elemente sind quadratisch oder rund. [8]



**Abbildung 7:** Data-Matrix Codebild [9]

Data-Matrix Code:

Matrix-Codes sind aus Elementen oder Zellen gleicher Größe sowie einem Suchmuster aufgebaut. Die Daten werden in der binären Darstellung als dunkle oder helle Zellen codiert. Matrix-Codes können auch bei geringen Kontrastunterschieden noch interpretiert werden.

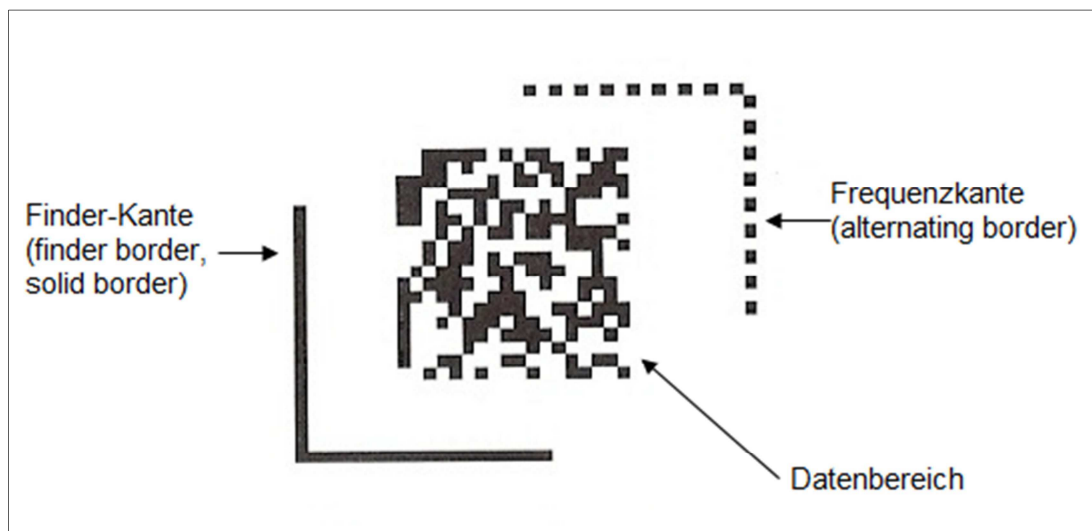
Die verschiedenen Matrix-Codes unterscheiden sich in mehreren Parametern, z.B. feste oder variable Größe, Möglichkeit zur Fehlerkorrektur, der Art des Suchmusters, der Zellenform (Siehe oben: Aussehen und Größe) oder der codierbaren Datenmenge in den unterstützten Zeichensätzen. [10]

Aufbau eines Data-Matrix Code:

Ziel bei der Entwicklung des Data-Matrix-Code war ein dynamisch veränderbarer Code, der sowohl in der Größe (abhängig vom verfügbaren Platz), der Auflösung des Markierverfahrens und der Lesebedingungen als auch bezüglich quadratischem oder rechteckigem Format verändert werden kann. Weiterhin sollte der Code die Speicherung von hohen Datenmengen auf minimalem Raum ermöglichen. [10]

Erreicht wurde dies dadurch, dass das Suchmuster nicht nur zum schnellen Finden des Codes dient, sondern gleichzeitig ein Indikator für die Anzahl der Zeilen und Spalten und Größe der Matrixelemente ist. Damit wurde der Code in der Größe beliebig skalierbar. Gleichzeitig kann zwischen einer quadratischen und rechteckigen Darstellung gewählt werden. Für eine bessere Strukturierung und Lesbarkeit werden ab einer bestimmten Datenmenge nochmals die Suchmuster eingeführt, sodass dann ein Grundmuster durch Zusammenfügen von 4x4 oder 16x16 Data-Matrix-Codes erscheint. [10]

Die L-förmige Finder-Kante (Abbildung 8) dient dazu, nach einer Bildaufnahme über einen Suchalgorithmus schnell die Lage des Codes im Bild ausfindig zu machen. Der Code kann dabei in jeder Lage im Bild liegen. Danach wird über das gegenüberliegende Taktmuster der Frequenzkante ermittelt, welche Anzahl von Reihen und Spalten im Datenbereich zu erwarten sind und damit auch die Größe der Zellen bestimmt. Im Regelfall ist der Code schwarz auf weißem Hintergrund dargestellt, jedoch auch die inverse Darstellung, weiß auf schwarzem Hintergrund, ist zulässig. [10]

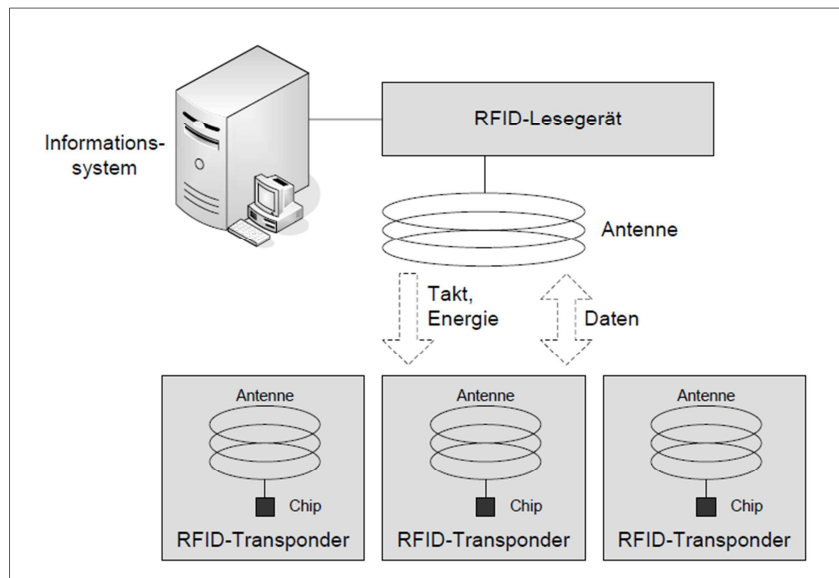


**Abbildung 8:** Struktur des Data-Matrix Code [10]

Um den Code herum fordert der Standard noch eine Ruhezone von mindestens einer Zellenbreite, um Code und Hintergrund sauber voneinander zu trennen. Die Anzahl der Spalten und Zeilen reicht von einer 10x10 Matrix bis hin zu maximal 144x144 Spalten und Zeilen. Die größte rechteckige Version hat 16 Zeilen und 48 Spalten. Die Mehrheit der genutzten Data-Matrix-Codes liegt im Bereich bis zu 48x48 Zellen. [10]

## 2.2.2 RFID-Technik

Jedes RFID-System besteht grundsätzlich aus drei Elementen: Transponder (auch als „Tag“ bezeichnet), Lesegerät („Reader“) sowie die Software im Hintergrund („Backend-System“), die das Auslesen und Beschreiben der Transponder steuern und die angefallenen RFID-Daten verarbeiten.



**Abbildung 9:** RFID-System [11]

Der Transponder dient als Datenträger und wird an Objekte, z.B. eine Palette, angebracht, um sie zu kennzeichnen. Er besteht aus einem Mikrochip, einer Antenne und einer Schutzhülle.

### 2.2.2.a Verfahren der Datenübertragung

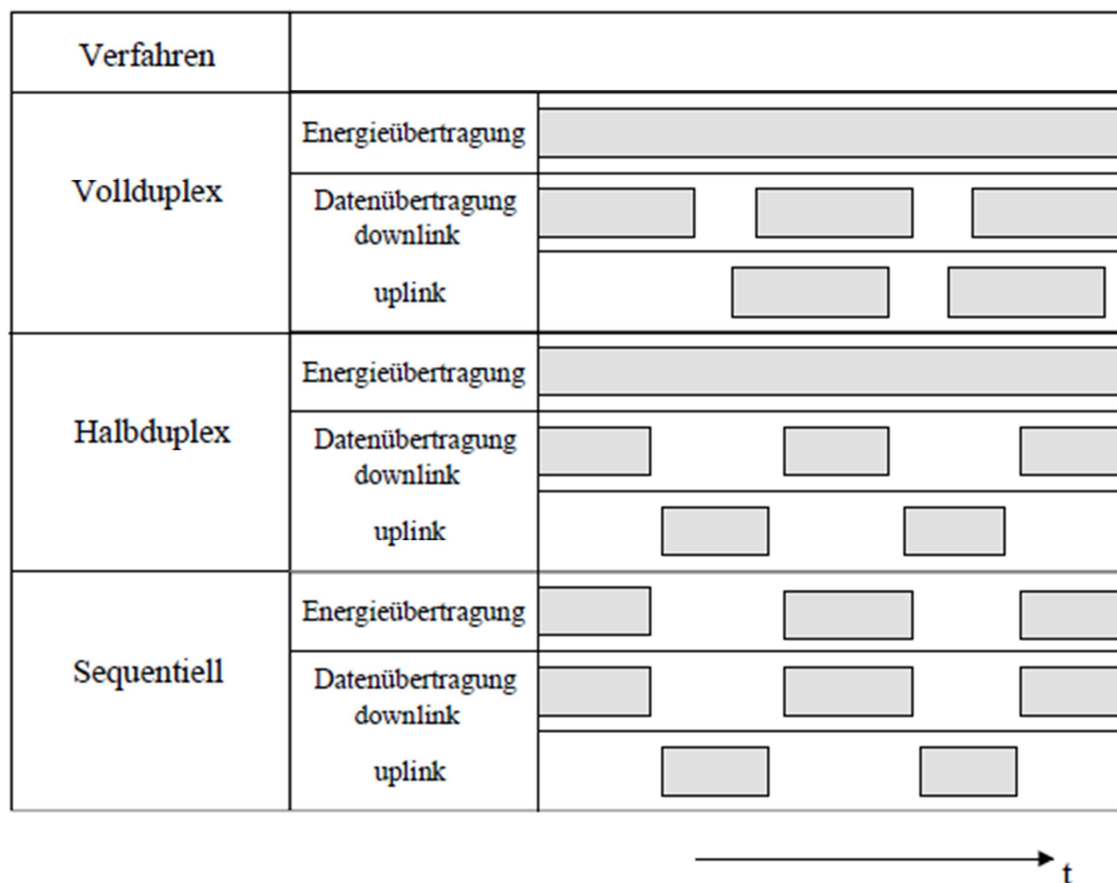
Im Gegensatz zu den 1-bit Transpondern (Verwendet z.B. in Kaufhäusern zur Diebstahlsicherung; nicht relevant für den Einsatz in Materialfluss-Systemen), welche meist durch die Anwendung einfacher physikalischer Effekte (z.B. Anschwingvorgänge) realisiert werden, verwenden die nun beschriebenen RFID-Systeme einen elektrischen Mikrochip als Datenträger.

Auf diesem Datenträger können Datenmengen von bis zu einigen kByte gespeichert werden. Um die Datenträger auszulesen oder zu beschreiben, müssen Daten zwischen dem Transponder und einem Lesegerät übertragen werden können. Hierbei kommen zwei grundsätzlich unterschiedliche Verfahren zum Einsatz: Dabei handelt es sich einmal um das Voll- und Halbduplexverfahren und zum anderen um die sequentiellen Systeme. [12]

Findet die Datenübertragung von Transponder in Richtung Lesegerät zeitversetzt mit der Datenübertragung vom Lesegerät zum Transponder statt, so bezeichnet man dies als Halbduplexverfahren (HDX). [12]

Findet die Datenübertragung vom Transponder in Richtung Lesegerät zeitgleich mit der Datenübertragung vom Lesegerät zum Transponder statt, so bezeichnet man dies als Vollduplexverfahren (FDX). [12]

Beiden Verfahren gemeinsam ist jedoch, dass die Energieübertragung vom Lesegerät zum Transponder kontinuierlich, also unabhängig von der Datenübertragungsrichtung stattfindet. Im Gegensatz dazu findet bei den sequentiellen Systemen (SEQ) die Energieübertragung vom Transponder zum Lesegerät immer nur für eine begrenzte Zeitspanne statt (Pulsbetrieb). Die Datenübertragung vom Transponder zum Lesegerät wird in den Pausen zwischen der Energieversorgung des Transponders durchgeführt. [12]

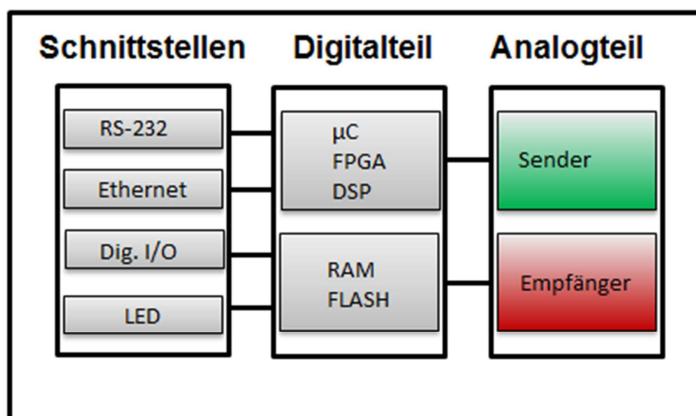


**Abbildung 10:** Darstellung der zeitlichen Abläufe bei Voll-, Halbduplex- und sequentiellen Systemen [12]: Die Datenübertragung vom Lesegerät zum Transponder wird im Bild als downlink, die Datenübertragung vom Transponder zum Lesegerät als uplink bezeichnet.

### 2.2.2.b Lese-/Schreibgerät („Reader“)

Das Auslesen der auf dem Tag gespeicherten Infos erfolgt über ein Lesegerät mit Antenne. In der Praxis werden verschiedene Arten wie z.B. mobile Lesegeräte, Handheld-Systeme und feste Reader als Tor bzw. als Lesestationen eingesetzt.

Der übliche Begriff Lesegerät sollte nicht zu wörtlich genommen werden. In der Regel können die Geräte auch schreiben. Ein Lesegerät hat die Aufgabe, Kommandos von übergeordneten Stellen entgegenzunehmen und eigenständig auszuführen. Nachfolgende Abbildung zeigt die wesentlichen Komponenten.



**Abbildung 11:** Blockschaltbild eines Lese-/Schreibgeräts [13]

Digitalteil:

Ein Mikrocontroller übernimmt die Steuerung. Die Rechenleistungen sind sehr unterschiedlich. Sie variieren von 8-Bit-Mikrocontrollern bis zum 32-Bit-Prozessor mit Echtzeitbetriebssystem. Die Anwendung entscheidet darüber, welche Leistungsfähigkeit beim Lesegerät gefordert wird. [13]

Analogteil:

Antwortsignale von Transpondern sind fast immer sehr schwach. Das Herzstück eines guten Lesegerätes bildet ein Empfänger, der sowohl mit schwachen Signalen als auch mit unterschiedlichen Störungen umgehen kann. Die Erzeugung des Sendesignals erfolgt ebenfalls im Analogteil (Signal soll möglichst rein sein). Der Sender muss thermisch stabil und robust sein, die Sendeleistung liegt bei bis zu 10W. [13]

Schnittstellen:

Serielle Schnittstellen (RS232, RS422) sind am häufigsten anzutreffen. Sie sind nötig um das Gerät an einen PC oder eine Steuerung anzuschließen. [13]

Die Ethernet-Schnittstelle setzt sich immer mehr durch, als Standard-Variante aus der IT-Welt, oder als robuste industrielle Version mit Echtzeitfähigkeit. [13]

Digitale Eingänge werden häufig zum Auslösen eines Lesevorganges (Trigger) verwendet. Dadurch können gegenseitige Störungen minimiert werden, weil der Leser nur sendet, wenn ein Transponder in der Nähe ist. Digitale Ausgänge sind z.B. wichtig bei Logistik-Anwendungen (Ampel zur Signalisierung eines erfolgreichen Lesevorgangs). Auch LEDs können als optische Schnittstelle betrachtet werden. Es ist z.B. bei der Inbetriebsetzung oder bei der Fehlersuche sehr hilfreich, wenn gewisse Betriebszustände optisch am Gerät angezeigt werden. [13]

### 2.2.2.c Software

Als Software im Hintergrund („Backend“) eines RFID-Systems arbeitet z.B. eine Logistiksoftware. Infos der Transponder, die über die RFID-Lesegeräte erfasst werden, werden an das Backend weitergeleitet. Als Verbindung zwischen dem Backend und dem RFID-Lesegerät wird zusätzlich eine Software eingesetzt („Middleware“).

RFID-Middleware ( Bereinigung, Aggregation und Transformation von Daten):

Eine RFID-Middleware ist eine Softwarekomponente zur Aufbereitung und Bereitstellung von RFID-Daten, die die Integration der RFID-Lesegeräte bzw. allgemein der Infrastruktur zu den betrieblichen Anwendungssystemen gewährleistet. Einer der Gründe für die Notwendigkeit einer RFID-Middleware liegt an der potenziell durch RFID erzeugten Datenmenge. [14]

Darum liegen die Hauptaufgaben einer RFID-Middleware in der Bereinigung, Aggregation und Transformation von RFID-Daten. Die Bereinigung ist notwendig, da die empfangenen Daten redundant bzw. fehlerhaft sein können. Redundanz entsteht, wenn RFID-Transponder in einem Zeitfenster bzw. von verschiedenen Antennen mehrfach erfasst werden. Fehler entstehen, wenn RFID-Transponder im beabsichtigten Lesefeld nicht erkannt oder RFID-Transponder außerhalb des beabsichtigten Lesefeldes fälschlicherweise erfasst werden. Für die Bereinigung von RFID-Daten existiert eine Reihe von Mechanismen, die auch von den Softwareherstellern von RFID-Middleware umgesetzt werden. [14]

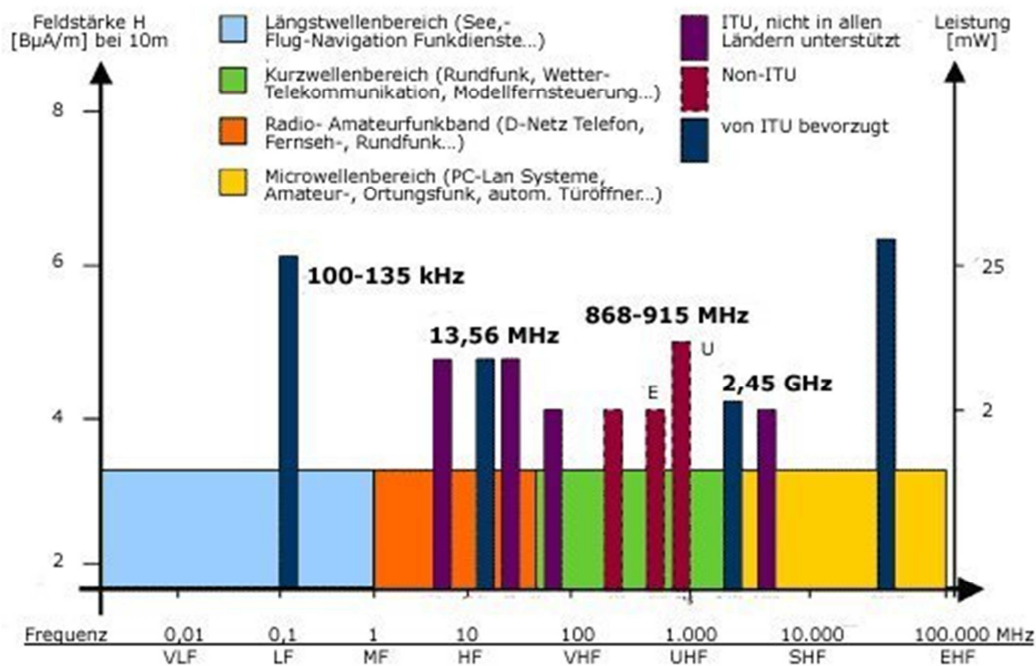
Bei der Filterung und Aggregation von RFID-Daten wird Kontextwissen eingesetzt, um RFID-Einzelinformation zusammenzufassen. Wird beispielsweise kontinuierlich der Inhalt eines Regals mit einem RFID-Lesegerät überwacht, dann müssen nicht bei jeder Lesung alle erfassten Objekte übermittelt werden. In dieser Situation reicht es aus, den Zu- und Abgang von Objekten im Regal zu übertragen. [14]

Die Transformation der RFID-Daten bezieht sich sowohl auf Datenformate, also auf die syntaktische Ebene, als auch auf die semantische Ebene. Sofern das RFID-Lesegerät die Umwandlung nicht selbst vornimmt, ist die RFID-Middleware zuständig, die gelesenen binären Daten in ein Textformat wie beispielsweise XML zu transformieren. Der Inhalt der gelesenen Daten wird dabei nicht verändert. Bei der semantischen Transformation werden hingegen Informationen weggelassen oder ergänzt, beispielsweise die Auftragsnummer, zu der die erfassten Objekte gehörten. [14]

Eine weitere Aufgabe der RFID-Middleware liegt darin, die Verwaltung der RFID-Lesegeräte zu erleichtern. Durch Abstraktion von den technischen Details wird für Benutzer sowie Anwender die nicht benötigte Komplexität reduziert. Des Weiteren wird Offenheit bezüglich des Hinzufügens neuer RFID-Lesegeräte gewährleistet und Skalierbarkeit geboten, damit auch wachsende Systeme leistungsfähig bleiben. [14]

### 2.2.2.d Arbeitsfrequenzen und Reichweiten

Für den Betrieb von RFID-Systemen sind bestimmte Frequenzbänder festgelegt. Die über diese Frequenzen eingesetzten RFID-Systeme sind je nach Energieversorgung, Reichweite, Übertragungsrate, Störanfälligkeit und Ausrichtung des Transponders beim Auslesen verschieden.



**Abbildung 12:** Betriebsfrequenzen, Leistungsbereiche und Feldstärken von RFID-Systemen [15]



Die wichtigsten Unterscheidungskriterien für RFID Systeme sind die Betriebsfrequenz des Lesegerätes und die Reichweite des Systems. Radiofrequenzsysteme arbeiten grundsätzlich in vier unterschiedlichen Bereichen, zwischen 9KHz und mehreren GHz [15]:

Arbeitsbereich:	Frequenzbereich:
Niedrig (LF – Low Frequency)	30 kHz – 300 kHz
Hoch (HF – High Frequency)	3 MHz – 30 MHz
Ultrahoch (UHF – Ultra High Frequency)	300 MHz – 2,5 GHz
Mikrowellenfrequenz	> 2,5 GHz

**Tabelle 2:** Frequenzbereiche von RFID-Systemen [15]

Bei RFID Systemen mit sehr kleinen Reichweiten (close-coupling), typischerweise bis zu 1 cm, werden die Transponder zum Betrieb in ein Lesegerät eingesteckt oder auf eine dafür vorgesehene Oberfläche positioniert. Diese Systeme werden vor allem in Applikationen eingesetzt, die hohe Sicherheitsanforderungen benötigen, jedoch keine großen Reichweiten erfordern (z.B. Chipkartensysteme mit Zahlungsfunktionen). [15]

RFID Systeme mit Lese- und Schreibreichweiten bis zu etwa 1 m (remote-coupling) arbeiten mit induktiver (magnetischer) Kopplung. In diesem Bereich gibt es bereits eine große Anzahl an Systemen am Markt, die ihre Anwendungen in kontaktlosen Chipkarten, Tieridentifikation oder Industrieautomation haben. Es existierten bereits eine Reihe von Normen, welche die technischen Parameter für Transponder und Lesegeräte spezifizieren (ISO 14443 für kontaktlose Chipkarten, ISO 15693 für Smart Labels, usw.). Als Sendefrequenzen werden Frequenzen unter 135 kHz oder 13,56 MHz verwendet. [15]

RFID Systeme mit Reichweiten über 1 m bezeichnet man als Long-Range Systeme, die auf den UHF Frequenzen 868 MHz in Europa und 915 MHz in Nordamerika, sowie auf den Mikrowellenfrequenzen 2,5 GHz und 5,8 GHz betrieben werden. Mit passiven (batterielosen) Systemen können Reichweiten um die 3 m erzielt werden, mit aktiven Systemen Reichweiten von 15 m und mehr (Siehe auch Seite 21, zwei Arten von Transpondertechniken). Bei aktiven Transpondern heißt das aber nicht, dass die Batterie ihre Energie der Datenübertragung zur Verfügung stellt, sondern nur zur Versorgung des Mikrochips. Zur Datenübertragung dient auch hier die Energie des elektromagnetischen Feldes, das vom Lesegerät empfangen wird. [15]

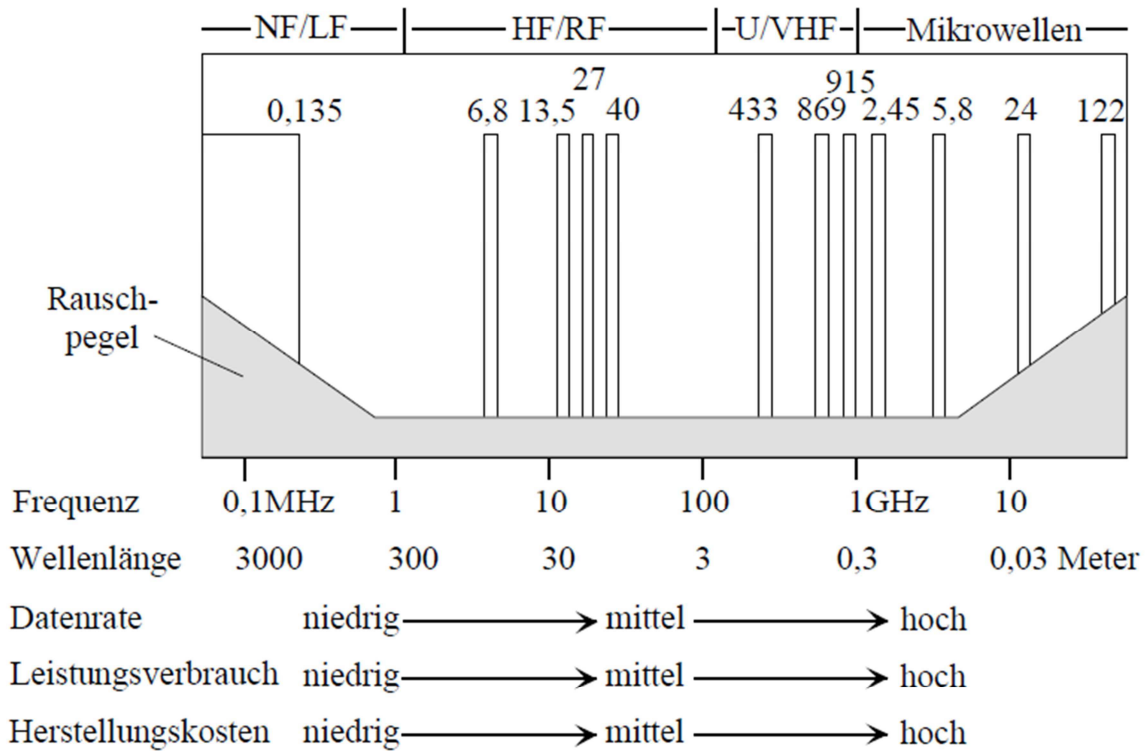


Abbildung 13: ISM-Frequenzbereiche [16]

Da RFID-Systeme elektromagnetische Wellen erzeugen und abstrahlen, werden sie rechtlich als Funkanlagen betrachtet und dürfen andere Funkdienste auf keinen Fall in ihrer Funktion stören oder beeinträchtigen. Die geforderte Rücksichtnahme auf andere Funkdienste schränkt die Auswahl einer geeigneten Arbeitsfrequenz für ein RFID-System in erheblichem Maße ein. Es können deshalb im Wesentlichen nur Frequenzbereiche benutzt werden, die speziell für industrielle, wissenschaftliche oder medizinische Anwendungen freigehalten wurden. Es handelt sich dabei um die weltweit verfügbaren ISM-Frequenzbereiche (Industrial-Scientific-Medical). In Abbildung 13 ist eine Übersicht der ISM-Frequenzbereiche zu finden. [17]

Neben den ISM-Frequenzen eignet sich auch der gesamte Frequenzbereich unter 135 kHz, da hier mit großen magnetischen Feldstärken gearbeitet werden kann, besonders für induktiv gekoppelte RFID-Systeme. Der große Vorteil dieser ISM-Frequenzbereiche ist, dass RFID-Systeme, die mit höchstens 10 mW Sendeleistung arbeiten, dort anmelde- und gebührenfrei betrieben werden können. Dies führte aber in der letzten Zeit zu einem enormen Anstieg an langfristig sendenden Diensten, so dass in den wenigen, begrenzten Frequenzbändern die Wahrscheinlichkeit steigt, dass sich solche Systeme im Betrieb gegenseitig stören und eine sichere Datenübertragung deutlich erschwert oder gar unmöglich wird. [16]

### 2.2.2.e Vor- und Nachteile der verschiedenen Frequenzbänder der RFID-Transponder

Low Frequency 100 – 135 kHz
<b>Vorteile</b>
Große Anzahl von unterschiedlichen Bauformen und Baugrößen der RFID-Transponder, RFID-Readern bzw. NFC-Readern (Near Field Communication) verfügbar
Gute Durchdringung von nichtmetallischen Gegenständen, Wasser und organischem Gewebe
Standardisierung durch ISO 11784/85
Relativ unempfindlich gegen metallische Umgebungseinflüsse
Frequenzband weltweit verfügbar
Hohe erlaubte Sendeleistung
<b>Nachteile</b>
Keine gedruckten Spulen möglich (keine Smart Labels herstellbar), RFID-Transponder werden mit Drahtspulen gefertigt
Geringe Übertragungsgeschwindigkeit
Lesereichweite durch gesetzliche Bestimmungen beschränkt
Keine großen Reichweiten erzielbar

**Tabelle 3:** Bewertung des Potentials von LF-Systemen [18]

High Frequency 13.56 MHz
<b>Vorteile</b>
Verwendung von günstigen passiven RFID-Transpondern, RFID-Readern bzw. NFC-Readern
Standardisierung durch ISO 15693, ISO 14443A und ISO 14443B
Höhere Datenkapazität
Mittlere Datenübertragungsgeschwindigkeit (26 kBit/s)
Frequenzband weltweit verfügbar
<b>Nachteile</b>
Hohe Dämpfung durch metallische Umgebung
Lesereichweite durch gesetzliche Bestimmungen beschränkt
Große Reichweiten erfordern große Antennenbauformen

**Tabelle 4:** Bewertung des Potentials von HF-Systemen [18]

Ultra High Frequency 860 – 930 MHz
<b>Vorteile</b>
Große Reichweite
Einfaches Antennendesign
Kostengünstig
Standardisierung (EPC; Siehe Anhang)
<b>Nachteile</b>
Schlechte Durchdringung von Wasser und organischem Gewebe

**Tabelle 5:** Bewertung des Potentials von UHF-Systemen [18]

### 2.2.2.f Transponderbauformen

In der Praxis werden verschiedenste Bauformen angewendet, angefangen von schlag- und hitzebeständigen Transpondern in Scheckkartengröße bis hin zu Glasröhrchen und Ohrmarken etwa zur Tieridentifikation etc. Für Logistikunternehmen und im Handel sind Transponder in Form von Etiketten, so genannte „Smart Label“, sehr interessant.



**Abbildung 14:** Einsatzgebiete und Bauformen von Transpondern [19]

Man unterscheidet zwischen zwei Arten von Transpondertechniken

Passive RFID-Transponder haben keine eigene Spannungsversorgung und beziehen ihre Energie direkt aus dem Energiefeld des Lesegerätes, dadurch sind passive RFID-Transponder vollkommen wartungsfrei. Die Lesereichweiten sind jedoch stark von der Größe des RFID-Tags, der Frequenz sowie der Antenne abhängig. [20]

Aktive RFID-Transponder sind im Vergleich zu passiven wesentlich komplexer aufgebaut und haben eine integrierte Batterie, die es ermöglicht viel größere Lesereichweiten zu erzielen. Durch die Batterie ist die Lebensdauer dieser Transponder begrenzt, zusätzlich sind die Produktionskosten ein Vielfaches höher als bei passiven Transpondern. [20]

#### Datenspeicherungskonzepte

Beim Data-on-Network Ansatz wird am Transponder nur eine Identifikationsnummer gespeichert. Alle objektbezogenen Daten werden auf einer zentralen oder verteilten Datenbank gehalten. Über die ID kann auf die Daten dann zugegriffen werden. [21]

Im entgegengesetzten Fall, dem Data-on-Tag Ansatz, werden ID und alle objektbezogenen Daten direkt auf dem Transponder (Tag) gespeichert. Hier steigen die Kosten für den Transponder, da der Speicherbedarf größer ist.

Die beiden Ansätze unterscheiden sich hinsichtlich vieler Kriterien und bieten somit unterschiedliche Vor- und Nachteile für bestimmte Anwendungen.

Kriterien zur Systemauswahl:

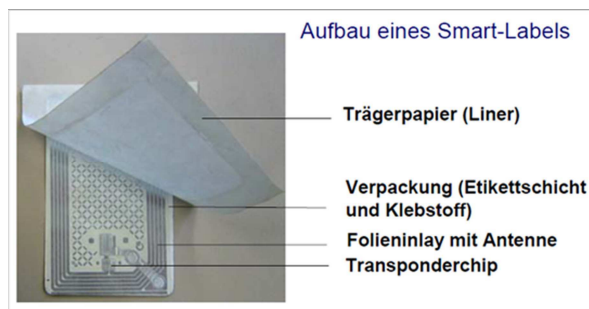
#### Open-Loop-Anwendungen mit RFID

Entlang der Supply Chain in der Lieferlogistik werden zunehmend RFID-Systeme genutzt. Die Datenträger, meist so genannte Smart Labels, werden einmalig verwendet und bleiben entlang der gesamten Lieferkette am Objekt. Wichtig ist ein möglichst geringer Label-Preis.

Wesentliche Kriterien für Open-Loop-Anwendungen sind:

- Kleine Datenmengen
- Standardisierte Datenablage
- Pulkerfassung
- Hohe Stückzahl
- Variable Fixierung der zu erfassenden Objekte
- Integration in die IT [22]

Die Smart Labels besitzen eine geringe Datenkapazität und stellen meist nur eine ID-Nummer zur Verfügung. Die RFID-Systeme lesen diese aus und ermitteln mithilfe überlagerter Datenbank-Systeme die eigentliche Information.



**Abbildung 15:** Aufbau eines Smart-Labels [23]

#### Closed-Loop-Anwendungen mit RFID

Anwendungen in der Produktions- und Materialflussteuerung erlauben die wirtschaftliche Fertigung von konfigurierbaren Serienprodukten. Die lokal auf dem Transponder gehaltenen Daten unterstützen direkt die Steuerung von Bearbeitungs- und Prüfschritten. Nach dem Produktionsdurchlauf werden die Transponder wieder verwendet. In solchen Anwendungen spielt der Transponderpreis eine untergeordnete Rolle.

Die wesentlichen Kriterien für Close-Loop-Anwendungen sind:

- Veränderbarkeit der Daten
- Mittlere bis große Datenmengen
- Kleine bis mittlere Stückzahlen
- Robustheit der Datenträger
- Feste Fixierung der zu erfassenden Objekte
- Integrationsfähigkeit in die Automatisierung und IT [22]

RFID sorgt hier nicht nur für die eindeutige Identifikation, sondern die lokal auf dem Transponder gehaltenen Daten unterstützen direkt die Steuerung von Bearbeitungs- und Prüfschritten.

### RFID in der Produktion: eine bewährte Technologie

- „Closed Loop“-Anwendungen
- Industrielle Datenträger, robuste Gehäuse, hohe Speicherkapazität
- Wiederverwendung der Tags
- Dezentrale Automatisierungs-Architekturen
- RFID als mobiler Datenspeicher
- Ziele: Höhere Verfügbarkeit, geringere Fehlerraten, variantenreiche Fertigung



Abbildung 16: Transponder für die „Closed Loop“-Anwendungen [24]

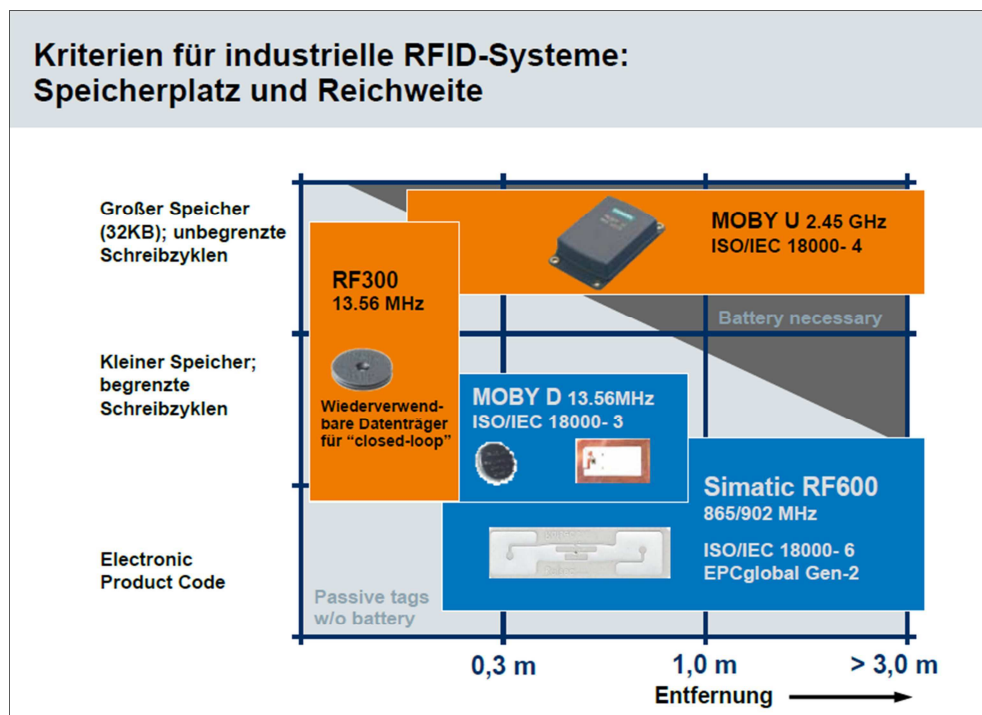


Abbildung 17: Speicherplatz und Reichweite diverser Tags der Firma Siemens [24]

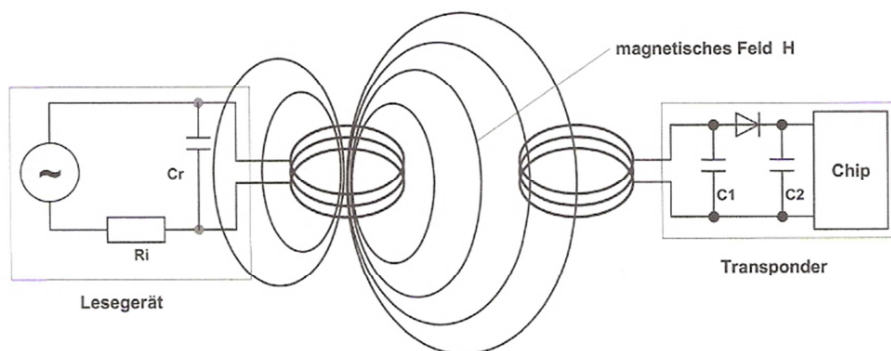
### 2.2.2.g Systeme mit induktiver Kopplung im LF/HF-Bereich

#### Energieversorgung passiver Transponder

Ein induktiv gekoppelter Transponder besteht aus einem elektronischen Datenträger, meist einem einzelnen Mikrochip, sowie einer großflächigen Spule, welche als Antenne dient. [25]

Induktiv gekoppelte Transponder werden fast ausschließlich passiv betrieben. Dies bedeutet, dass die gesamte zum Betrieb des Mikrochips notwendige Energie durch das Lesegerät zur Verfügung gestellt werden muss. Von der Antennenspule des Lesegerätes wird dazu ein starkes hochfrequentes, elektromagnetisches Feld erzeugt, welches den Querschnitt der Spulenfläche und den Raum um die Spule durchdringt. [25]

Ein geringer Teil des ausgesendeten Feldes durchdringt die Antennenspule des Transponders, welcher sich in einiger Entfernung zur Spule des Lesegerätes befindet. Durch Induktion wird dadurch an der Antennenspule des Transponders eine Spannung  $U_i$  erzeugt. Diese Spannung wird gleichgerichtet und dient der Energieversorgung des Datenträgers (Mikrochip). Der Antennenspule des Lesegerätes wird ein Kondensator  $C_r$  parallelgeschaltet, dessen Kapazität so gewählt wird, dass zusammen mit der Spuleninduktivität der Antennenspule ein Parallelschwingkreis gebildet wird, dessen Resonanzfrequenz der Sendefrequenz des Lesegerätes entspricht. Durch Resonanzüberhöhung im Parallelschwingkreis werden in der Antennenspule des Lesegerätes sehr hohe Ströme erreicht, womit die notwendigen Feldstärken auch zum Betrieb entfernter Transponder erzeugt werden können. [25]



**Abbildung 18:** Spannungsversorgung eines induktiv gekoppelten Transponders [25]

Die Anordnung der beiden Spulen kann auch als Transformator interpretiert werden (transformatorische Kopplung), wobei zwischen den beiden Windungen jedoch nur eine sehr schwache Kopplung besteht. Der Wirkungsgrad der Leistungsübertragung zwischen der Antennenspule des Lesegerätes und dem Transponder ist proportional der Arbeitsfrequenz  $f$ , der Windungszahl  $n$  der Transponderspule, der umschlossenen Fläche  $A$  der Transponderspule, dem Winkel der beiden Spulen zueinander sowie der Entfernung zwischen den beiden Spulen. [25]

Mit zunehmender Frequenz  $f$  nimmt die benötigte Spuleninduktivität der Transponderspule und damit auch die Windungszahl „ $n$ “ ab (135 kHz: typisch 100 ... 1000 Windungen, 13,56 MHz: typisch 3 ... 10 Windungen). Da die im Transponder induzierte Spannung jedoch proportional der Frequenz  $f$  ist, wirkt sich die geringere Windungszahl bei höheren Frequenzen in der Praxis auf den Wirkungsgrad der Leistungsübertragung kaum aus. [25]

### 2.2.2.h Systeme mit elektromagnetischer Kopplung im UHF-Bereich

RFID-Systeme, die deutlich mehr als 1 m zwischen Lesegerät und Transponder überbrücken, werden als Long-range-Systeme bezeichnet. Diese werden auf den UHF-Frequenzen 868 MHz (Europa) und 915 MHz (USA), sowie auf den Mikrowellenfrequenzen 2,5 GHz und 5,8 GHz betrieben. Die kurzen Wellenlängen dieser Frequenzbereiche ermöglichen die Konstruktion von Antennen mit weitaus kleineren Abmessungen und besserem Wirkungsgrad, als dies auf Frequenzbereichen unter 30 MHz möglich wäre. [26]

Im Gegensatz zu den induktiven Systemen, in denen hauptsächlich die magnetische Komponente des Feldes verwendet wird, zeichnen sich die passiven UHF-Systeme durch echte elektromagnetische Kopplung aus. Sowohl die elektrische als auch die magnetische Komponente wird abgestrahlt. Meist wird im Transponder eine Dipolantenne verwendet, die die Wellen einkoppelt und das Signal in den Chip einspeist, wo es gleichgerichtet zur Spannungsversorgung dient (Abbildung 19). Die eingekoppelte Leistung ist sehr gering, sodass moderne, stromsparende Schaltungsdesigns nötig sind, um das Prinzip überhaupt nutzen zu können. Das Antwortsignal des Transponders wird durch modulierte Rückstreuung (backscatter) an den Leser übermittelt. Hierbei variiert der Chip im Takt der Modulation die Impedanz der Antenne und dadurch deren Reflektionsverhalten. Es wird also durch Reflektion des ausgesendeten Signals eine Datenübertragung durchgeführt. [27]

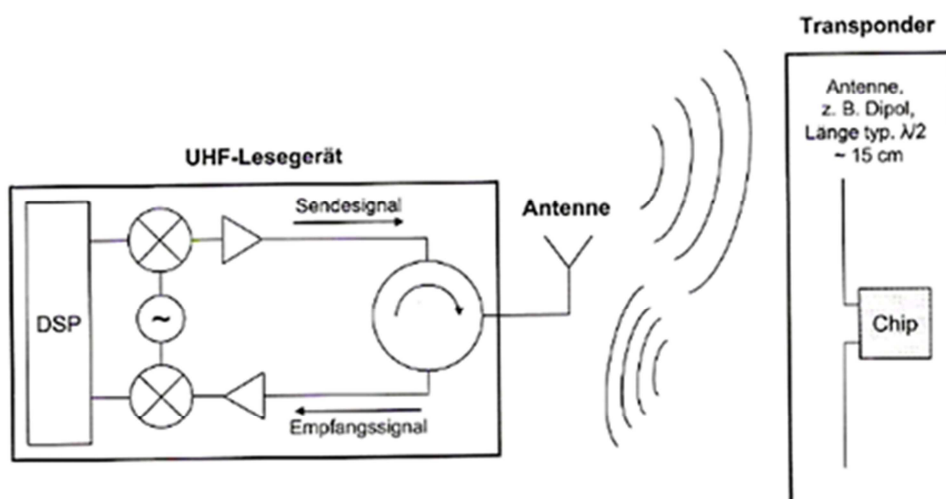


Abbildung 19: Passives UHF-RFID-System [27]



Das Backscatter-Verfahren basiert dabei auf dem Radartechnikprinzip. Die zugrunde liegende Radargleichung besagt, dass elektromagnetische Wellen von Materie, die eine Ausdehnung von mehr als der halben Wellenlänge der ausgesandten elektromagnetischen Welle besitzt, reflektiert werden. Gerät dabei das Objekt auf welches die Wellenfront trifft in Resonanz, so werden die elektromagnetischen Wellen besonders gut reflektiert. Da dieser Effekt für die RFID-Technologie ausgenutzt wird, wurde für das Lesegerät und den Transponder eine Dipolantenne konstruiert, die für die jeweils verwendete Frequenz ein Resonanzverhalten zeigt. Ein Teil der an der Transponderantenne ankommenden Leistung kann nicht zur Stromversorgung genutzt werden und wird reflektiert. Welcher Leistungsanteil reflektiert wird, kann über die Antenneneigenschaften bestimmt werden. Mit dem Ziel der Datenübertragung wird im Transponder ein Lastwiderstand parallel zur Dipolantenne geschaltet. Wird der Lastwiderstand im Takt des zu übertragenden Datenstroms ein- und ausgeschaltet, entsteht ein amplitudenmoduliertes Signal, das von der Antenne des Lesegeräts aufgenommen werden kann. Das Verfahren wird als "modulierter Rückstrahlquerschnitt" bezeichnet. [28]

### 2.2.3 Sonstige Verfahren

#### Chipkarte

Als Chipkarte bezeichnet man einen elektronischen Datenspeicher, welcher – der besseren Handhabung wegen – in eine Plastikkarte eingebaut ist. Zum Betrieb werden Chipkarten in ein Lesegerät eingesteckt, das mit Kontaktfedern eine galvanische Verbindung zu den Kontaktflächen der Chipkarte herstellt. Über die Kontaktflächen wird die Chipkarte aus dem Lesegerät mit Energie und einem Takt versorgt. [3]

#### Biometrische Verfahren

Im Zusammenhang mit Identifikationssystemen ist Biometrie der Oberbegriff für alle Verfahren, die Personen durch den Vergleich von unverwechselbaren und individuellen Körpermerkmalen erkennen. [3]

#### Fingerabdruckverfahren

Die Fingerkuppe wird auf ein spezielles Lesegerät gelegt. Das System berechnet aus dem eingelesenen Muster einen Datensatz und vergleicht diesen mit einem gespeicherten Referenzmuster. [3]

#### Sprachidentifizierung

Der Benutzer spricht in ein Mikrofon, das mit einem Computer verbunden ist. Der Computer wandelt die Worte in digitale Signale um, die von der Identifizierungs-Software ausgewertet werden. [3]

#### Optical Character Recognition

Der Einsatz von Klarschriften (optical character recognition = OCR) begann in den 60er Jahren. Hierfür wurden Schrifttypen entwickelt, die nicht nur von Menschen, sondern auch automatisch von Maschinen gelesen werden können. Vorteile sind die hohe Informationsdichte und die Möglichkeit, im Notfall die Daten auch visuell erfassen zu können. Durch den hohen Preis der OCR-Systeme sowie durch die im Vergleich zu anderen ID-Verfahren komplizierten Lesegeräte sind sie nicht flächendeckend verbreitet. [3]

## 2.2.4 Einsatzbereiche von RFID und Barcode

Die Quelle für nachfolgend Angeführten Einsatzgebiete von Auto ID-Technik, sind von abgewickelten und dokumentierten Projekten der Firma Sick übernommen worden. [29]


### 2.2.4.a RFID-Standardanwendung

Nachfolgend wird ein Beispiel angeführt, dessen generelle Anforderungen den Einsatz von RFID-Technologie rechtfertigen.

Karosserie-Identifikation in der Lackierstraße (Automobil)

Empfohlene Technologie: RFID (Sick-Produkt, RFH62x)

Vorteile von RFID: Zuverlässige Lesung von verschmutzten Datenträgern (z.B. durch Farbe in Lackierstraße), da direkte Sichtverbindung bei RFID nicht notwendig ist; Schreiben von Informationen auf den RFID-Transponder möglich

	Transponder:	Hochtemperatur-Transponder
	Transponderposition:	seitlich oder unterhalb am Skid
	Fördergeschwindigkeit:	0,1 m/s
	Leseabstand:	50 mm bis 100 mm
	Dateninhalt:	8 Byte bis 2000 Byte

**Abbildung 20:** RFID-Transponder zur Karosserie-Identifikation in der Lackierstraße

Aufgabenstellung:

Die Anforderungen der Automobilindustrie an Sensorik reichen weit. Die Fertigungsdaten müssen auf/von einem Transponder geschrieben/gelesen werden, der seitlich oder unterhalb einer Karosserie angebracht wird. Der Lesevorgang hat in jedem Produktionsschritt zu erfolgen. Da in Lackierstraßen Temperaturen von über 200 °C herrschen, muss der Transponder dafür ausgelegt sein. Außerdem sind Konzepte für minimale Austauschzeiten im Fehlerfall gefordert.

Realisierung:

Die High-Temperatur-Transponder sind speziell für den Einsatz in Lackierstraßen entwickelt. Die Transponder-Antenne und der Chip sind auf einem Keramik-Inlay angeordnet. Dieses ist für hohe Temperaturen und ständige Temperaturwechsel im Gegensatz zu Kunststoff als Trägermaterial besser geeignet.

### 2.2.4.b 2D-Data Matrix-Standardanwendung

Nachfolgend wird ein Beispiel angeführt, dessen generelle Anforderungen den Einsatz eines Data-Matrix-Codes rechtfertigen (Erfassung des Codes erfolgt kamerabasiert).

**Kamera Anwendung:** Identifikation in der Automobilindustrie (Automobil)

Empfohlene Technologie: Kamerabasierte Codeleser (Sick-Produkt, LECTOR®62x)

Vorteile von kamerabasierten Codelesern: Hohe Flexibilität durch Identifikation von direktmarkierten DPM-Codes (Direct part Marking) sowie teilweise zerstörter Codes dank Fehlerkorrekturalgorithmus; Einfache Fehleranalyse durch Ablegen von Bilddateien



Codeart:	Data Matrix
Leseabstand:	75 mm bis 400 mm
Codeposition:	auf Objekt
Fördergeschwindigkeit:	0 m/s bis 0,5 m/s
Modulbreiten:	0,3 mm bis 0,5 mm
Schärfentiefe:	bis zu 100 mm
Codeorientierung:	omnidirektional
Lesefeld(-breite):	bis zu 200 mm

**Abbildung 21:** Gelasertes Data-Matrix Code zur Motorblock-Identifizierung

#### Aufgabenstellung

In der Endmontage eines Automobilwerkes muss der richtige Motor der passenden Karosserie und dem Fahrgestell zugewiesen werden. Dazu muss er während des automatischen Transports eindeutig identifiziert werden.

#### Realisierung

Dies geschieht mittels eines gelaserten 2D-Codes, der seitlich auf dem Motorblock angebracht ist. Gelesen wird dieser Code mit dem 2D-Code-Scanner Lector620. Er liest den Code bei Stillstand der Förderstrecke, die danach wieder anläuft, bis der nächste Motorblock an der Lesestelle ist. Der 2D-Code ist immer an derselben Stelle positioniert.

### 2.2.4.c 1D-Barcode-Standardanwendung

Nachfolgend werden Beispiele angeführt, dessen generelle Anforderungen den Einsatz von eindimensionalen Codes rechtfertigen.

**1D-Barcode Anwendung:** Inkjetmarkierung auf Karton (Kurier Express Paket, Post & Fracht, Automobil):

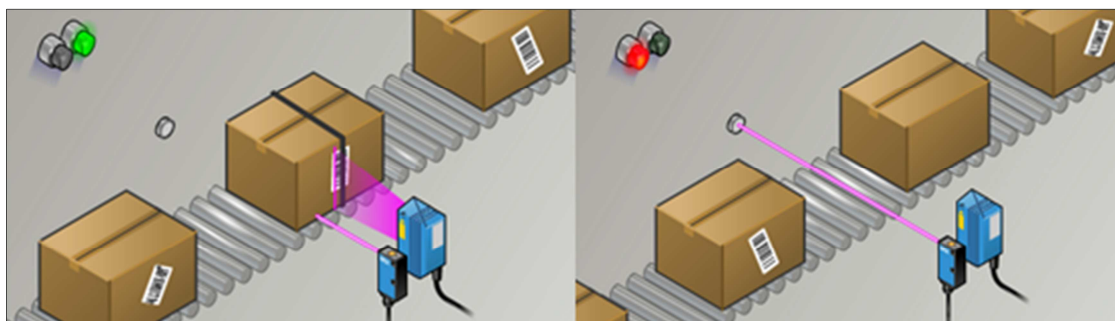
Empfohlene Technologie: Barcodescanner (Sick-Produkt, CLV63x)

Vorteile von Barcodescannern: Kostengünstig (gegenüber einer kamerabasierten Lösung); Code-Rekonstruktionsfunktion „SMART“ ermöglicht hohe Leseraten, auch bei teilweise zerstörten oder beschädigten Barcodes; Optimierte Gerätevarianten für Inkjet/direktbedruckte Kartons; Schwingspiegelvariante ermöglicht die Lesung von auf dem Objekt unterschiedlich positionierten oder mehreren zaunförmigen Barcodes; Hohe Fremdlichtunabhängigkeit bietet große Flexibilität bei der Montage

	Codeart:	UPC, EAN
	Leseabstand:	100 mm bis 400 mm
	Codeposition:	seitlich am Objekt
	Fördergeschwindigkeit:	0,5 m/s bis 2 m/s
	Modulbreiten:	0,35 mm bis 1 mm
	Schärfentiefe:	bis zu 50 mm
	Codeorientierung:	zaun- oder leiterförmig
	Lesefeld(-breite):	150 mm

**Abbildung 22:** EAN Code zur Paket-Identifizierung im Verteilzentrum

Lesung leiterförmiger Barcodes auf Paketen:



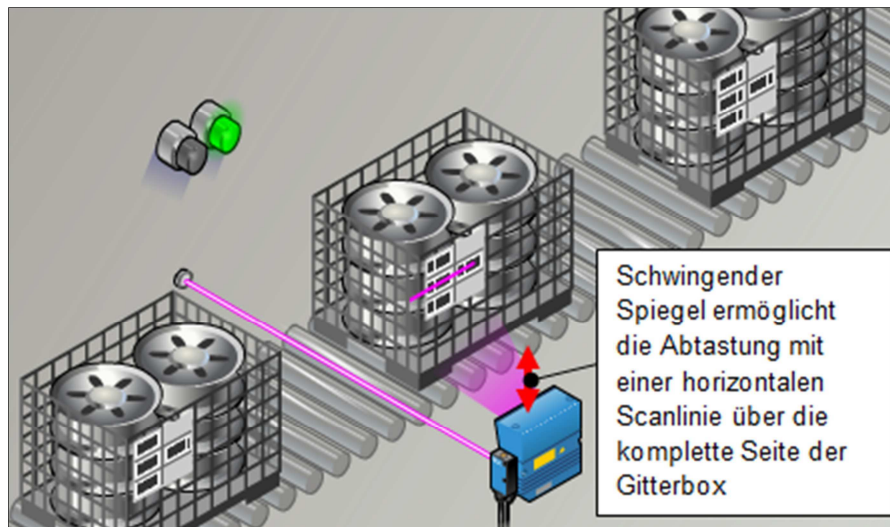
**Abbildung 23:** Lesung leiterförmiger Codes: links wurde Objekt erkannt; rechts kein Code auf Objekt, Fehlsignal für Lesung

## Problemstellung

In einem Paketverteilzentrum müssen Pakete der richtigen Postfiliale zugeführt werden. Die Informationen sind in einem Barcode, der seitlich, leiterförmig auf dem Paket angebracht ist, enthalten. Die Barcodes sind zum Teil verdreht und nicht immer in der gleichen Position angebracht, da sie sowohl maschinell als auch manuell aufgeklebt werden. Andere haben einen schlechten Kontrast oder mindere Qualität durch direkte Bedruckung mit einem Inkjet-Drucker.

## Realisierung

Die Lesung der Barcodes übernehmen Linienscanner CLV43x/CLV63x mit SMART\*-Technologie. Sie sind seitlich an dem Förderband montiert. Eine Trigger-Lichtschanke schaltet die Barcodeleser nach Detektieren des Paketes ein. Die gesamte Pakethöhe wird vertikal abgescannt und der Barcodescanner liest den Barcode und überträgt den Inhalt über die serielle Schnittstelle der SPS. Dank seines SMART-Dekoders können diese Scanner die Codes bei teilweise verdrehter Lage lesen. Auch bei verschmutzten oder teilweise abgedeckten Codes gibt es keine Leseprobleme.

**Lesung mehrerer Barcodes gleichzeitig:****Abbildung 24:** Schwingenspielscanner zum Erfassen mehrerer Barcodes**Problemstellung**

Bei der Zuführung von Felgen zu einer Automobilstraße sind ODETTE-Etiketten, die aus mehreren Barcodes bestehen, an den Gitterboxen seitlich angebracht. Die Barcodes enthalten verschiedenste Informationen, wie Hersteller, Chargennummer, Typ und welchem Modell sie zugeführt werden sollen. Es müssen alle sich auf dem ODETTE-Etikett befindlichen Barcodes gelesen werden, damit die Gitterbox der richtigen Montagestraße zugeführt werden kann.

**Realisierung**


Gelöst wird diese Anforderung mit Schwingenspiegelscannern CLV45x/CLV65x. Eine Trigger-Lichtschanke detektiert die Box und schaltet den Codeleser ein. Schwingenspiegelscanner lesen mit einer horizontalen Scanlinie und dem vertikal schwingenden Spiegel die komplette Seite der Gitterboxe, identifizieren alle Barcodes, auch wenn sie sich auf unterschiedlichen Lesehöhen befinden und geben die enthaltenen Informationen an die Steuerung weiter. Auch verschmutzte oder teilweise verdeckte Codes bereiten dem Scanner mit SMART\*-Technologie keine Probleme. So ist dafür gesorgt, dass jede Gitterbox dem richtigen Fahrzeug schnell und zuverlässig zugeführt wird.

### 2.2.4.d 2D-Barcode-Standardanwendung: Identifikation von Leiterplatten (Elektroindustrie)

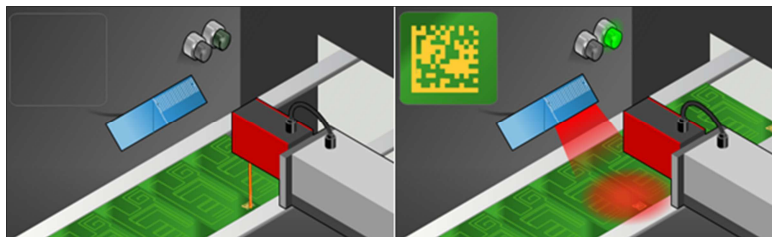
Nachfolgend wird ein Beispiel angeführt, dessen generelle Anforderungen die Direktmarkierung mittels gelaserten 2D-Codes rechtfertigen.

Empfohlene Technologie: Kamerabasierte Codeleser

Vorteile: Zuverlässige Dekodierung von kontrastschwachen, direktmarkierten Codes durch Fehlerkorrekturalgorithmen; Omnidirektionale Lesung von 1D- und 2D-Codes; Sichere Identifizierung trotz Miniaturisierung dank Einsatz des Data-Matrix-Codes

	Codeart:	Data Matrix
	Leseabstand:	50 mm bis 100 mm
	Codeposition:	Leiterplatte
	Fördergeschwindigkeit:	0,3 m/s bis 0,5 m/s
	Modulbreiten:	0,1 mm bis 0,3 mm
	Schärfentiefe:	bis zu 20 mm
	Codeorientierung:	ausgerichtet, 90°
	Leseveld(-breite):	50 mm

**Abbildung 25:** Kamerabasierte Identifikation von Leiterplatten



**Abbildung 26:** Einsatz von gelasertem 2D-Code: links: Code lasern, rechts: Erkennung

#### Problemstellung

Wenn Traceability in der Elektronik-Fertigung gefordert ist, ist der erste Bearbeitungsschritt bei der Leiterplattenbestückung das Aufbringen eines Codes zur eindeutigen Identifizierung. Die 2D-Codes werden mittels Laserbeschriftungsanlagen direkt auf die Leiterplatte eingebrannt.

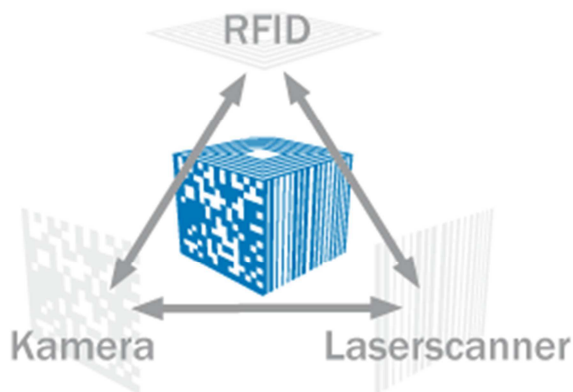
#### Realisierung

Der Code wird mit dem ICR840 im Stillstand gelesen. Die Lesung wird nach dem Markiervorgang gestartet. Es wird gleichzeitig die Codequalität ermittelt, um eventuell Verbesserungen an den Einstellungen des Lasers vornehmen zu können. Die Leiterplatte wird dann in den Fertigungsablauf mit der individuellen ID-Nummer eingebucht.



### 2.2.4.e Technologien in Gegenüberstellung

Zusammenfassend wird aufgelistet, welche Faktoren nach der Betrachtung der oben angeführten Einsatzbereiche für die unterschiedlichen Auto-ID Verfahren, für den Einsatz von RFID-Technik sprechen, oder wann ein Barcode zur Identifikation eingesetzt wird (Erfassung des Barcodes mit Kamera oder Laserscanner):



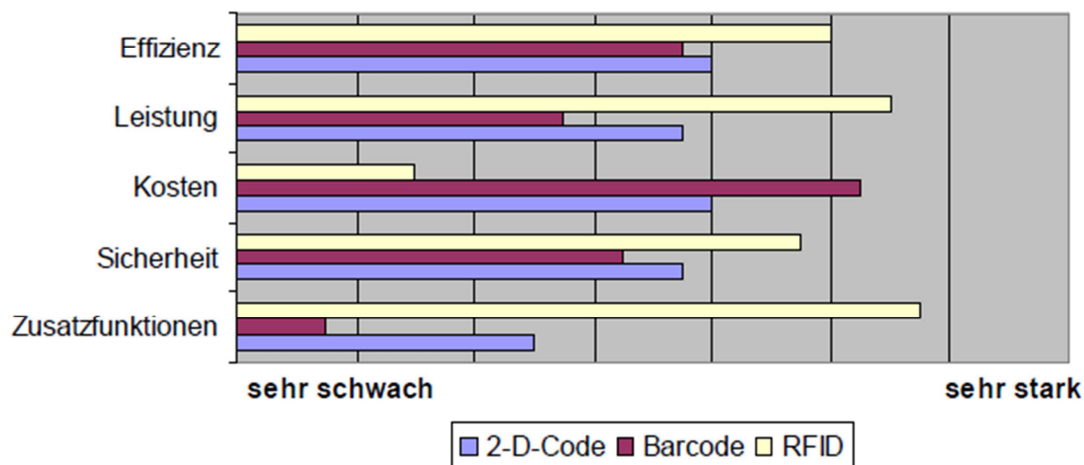
**Abbildung 27:** Die möglichen Auto-ID Technologien im Überblick [29]

RFID:
Daten können nicht nur gelesen, sondern auch geschrieben werden
Möglichkeit der Pulkerfassung: gleichzeitige Identifikation verschiedener Objekte in einem Lesevorgang
Kamerabasierte Codeleser:
Höhere Flexibilität bei den Codearten: Mit der Kamera-Technologie können sowohl 1D- als auch 2D-Codes identifiziert werden
Dank omnidirektionaler 360°-Identifikation ist keine bestimmte Anordnung der Objekte notwendig
Bessere Leistung/Leserate bei Codes mit schlechter Qualität dank Bildverarbeitung
Laserbasierte Barcodescanner:
Höhere Flexibilität beim Objektabstand aufgrund der größeren Schärfentiefe
Vollständige Abdeckung der Förderstrecke dank großer Lesefeldbreite
Lasertechnologie ermöglicht eine flexible Montage, unabhängig von den Lichtverhältnissen im Raum

**Tabelle 6:** Vorteile der Auto-ID Technologien in Gegenüberstellung [29]

## 2.2.5 Vorteile durch den Einsatz eines RFID-Systems

Die Stärken und Schwächen von verschiedenen Auto-ID-Verfahren sind nach einer Studie des Fraunhofer – Instituts für Materialfluss und Logistik wie folgt bewertet worden:



**Abbildung 28:** Bewertungsergebnisse der Auto-ID Verfahren: ein- und mehrdimensionaler Codes und RFID-Technik; Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik [23]

Es ist zu erkennen, dass mit Ausnahme des Punktes Kosten, in jedem der angeführten Bewertungspunkte, die RFID-Technologie die größten Vorteile bietet. Dabei ist diese Erkenntnis keinesfalls verwunderlich, geht es dabei doch um die Anschaffungskosten für die gesamte Hardware und Software eines RFID-Systems. Deswegen sind hier auch alle anderen ID-Technologien deutlich günstiger. Man darf aber auch nicht außer Acht lassen, dass sich die höheren Investitionskosten für ein solches RFID-System, meist schon nach recht kurzen Betriebszeiten, wieder durch die Vielzahl an Vorteilen dieser Technologie reinvestieren.

Nach dem Abschluss meiner Literaturrecherche ist das große Potential von RFID-Technik vor allem durch Aspekte, die in den folgenden Unterkapiteln angeführt werden, begründet:

### 2.2.5.a Berührungsloses Erfassen von Daten ohne direkten Sichtkontakt

Die Kommunikation zwischen Transponder und Lesegerät erfolgt draht- und berührungslos per Funkübertragung. Ein direkter Sichtkontakt wie etwa beim Barcode ist nicht erforderlich. Abhängig von der Art des Transponders, können Lesereichweiten von wenigen Zentimetern bis zu etwa 15 Metern und mehr erzielt werden.

### **2.2.5.b Elektronisches Programmieren und Speichern von Daten**

Über den Barcode können Daten lediglich ausgelesen werden. Bei RFID gilt dies nur für so genannte „Read-only“-Transponder. Daneben gibt es Transponder, die einfach oder mehrfach beschrieben werden können. Mehrfach beschreibbare Transponder sind teurer als einfach beschreibbare Tags, bieten aber mehr Einsatzmöglichkeiten. Darüber hinaus ermöglichen manche Transponder die Speicherung von größeren Datenmengen.

### **2.2.5.c Robustheit der Transponder**

RFID-Transponder sind im Vergleich zum Barcode nicht anfällig gegenüber äußeren Einflüssen wie Verschmutzung oder Nässe. Hingegen ist eine mögliche Abschirmung durch Metalle oder Flüssigkeiten zu berücksichtigen. Die Transponder eignen sich deshalb auch für den Einsatz in widrigen Umgebungen. RFID kann so beispielsweise für die Identifikation von Fahrzeugkarosserien in der Lackierung eingesetzt werden.

### **2.2.5.d Pulkerfassung**

Mit RFID ist es möglich, Daten einer geschlossenen Ladeinheit, z.B. von Produkten, die sich gemeinsam auf einer Palette befinden, gesammelt in einem Pulk zeitgleich zu erfassen. Das händische Einscannen wie beim Barcode entfällt.

Zunächst wurde der RFID-Technik sehr viel zugetraut. Die Vorstellungen reichten von automatischen Wareneingangsbuchungen über die vollständige Erfassung der Inhalte von Einkaufswagen in Supermärkten bis hin zum Transponderetikett zum Einkaufspreis von 1 Cent.

Im Metro Future Store wurden die Anwendungen z.B. umfassend getestet. Einige Anwendungen funktionierten sehr gut, andere Wünsche, insbesondere die Pulkerfassung von Inhalten in Einkaufswagen, sind bis auf weiteres nicht umsetzbar. Dies ist dadurch begründet, dass die Funkwellen von RFID-Systemen durch Metalle und Flüssigkeiten beeinträchtigt werden.

Am IDH (Institut für Distributions- und Handelslogistik, Dortmund) werden im Rahmen des Projektes „Entwicklung einer dynamischen Vorrichtung zur Erzeugung eines homogenen Antennenfeldes zur Pulkerfassung getaggtter Packgüter auf Ladeeinheiten“, wissenschaftliche Grundlagen zum Thema Pulkerfassung erarbeitet. [30]

Können beispielsweise Papier, Kartonage oder nicht leitende Kunststoffe ohne spürbare Einbußen durchdrungen werden, sind Metalle und Flüssigkeiten ebenso wie leitende Kunststoffe ein potenzielles Hindernis für eine erfolgreiche Anwendung. Daher sind nach wie vor insbesondere Wareneingangsprozesse zeitaufwendig und personalintensiv, da eine Vollständigkeitskontrolle manuell erfolgen muss, d.h. jedes Packstück muss individuell kontrolliert, identifiziert und verbucht werden. [30]

In der Praxis wird dies häufig durch Logik kompensiert: In den meisten Fällen kann bereits durch das äußere Erscheinungsbild der palettierten Ladeeinheit auf Vollständigkeit geschlossen werden, bspw. durch Auswertung der Ladeeinheitensicherungsmaßnahmen. Ist also zum Beispiel die Stretch-Folie unbeschädigt oder die Ladeeinheit noch vollständig umwickelt, ist anzunehmen, dass der Inhalt beim Anlieferungszustand dem des Warenausgangs beim Lieferanten entspricht. [30]

Dennoch bleibt ein gewisser Grad von Unsicherheit, der sich in der Praxis in Inventurdifferenzen und damit verbundenen Sonderabschreibungen niederschlägt. Dies ist insbesondere dann kritisch, wenn es sich um hochpreisige Produkte handelt. Insofern besteht ein großes Interesse sowohl bei industriellen Anwendungen als auch im Handel, die Warenannahme weiter zu automatisieren. Dazu ist es wünschenswert, eine vollständige automatische Identifizierung auf Produktebene durchführen zu können, um ohne Aufbruch der Palettierung eine Kontrolle bis auf die unterste Ebene hin zu realisieren. [30]

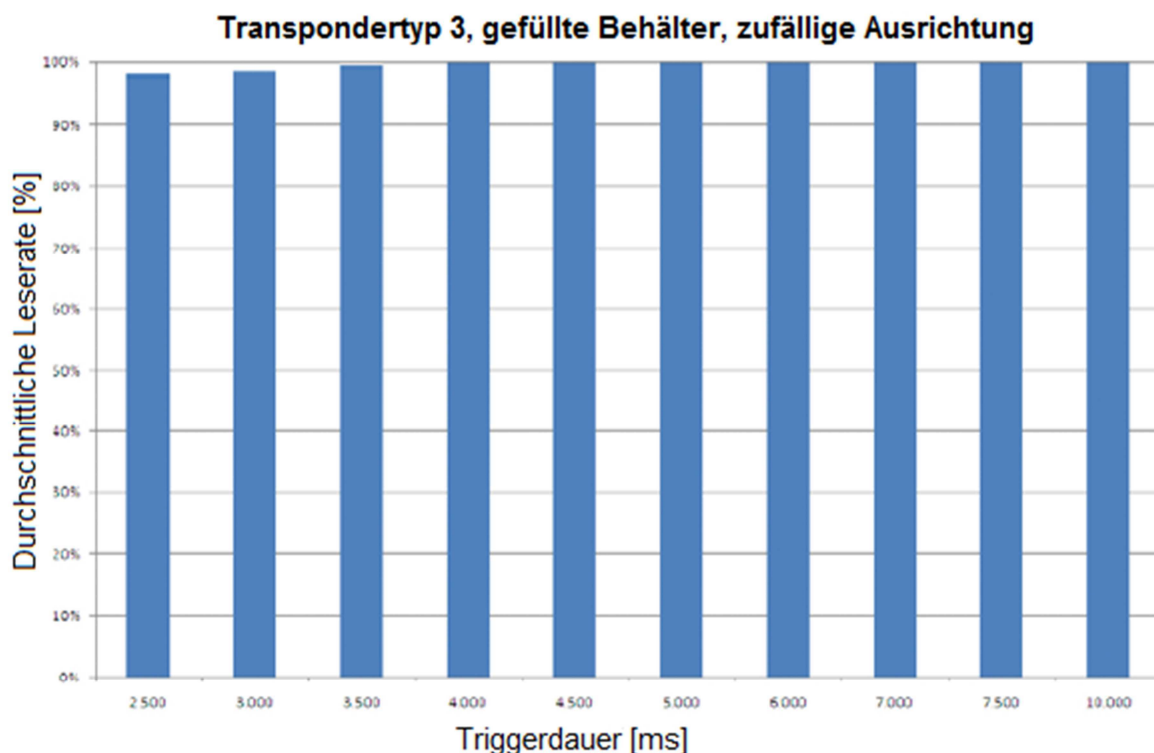
Das IDH verfolgt im Rahmen des Projektes die Zielstellung, an dieser Stelle die am Markt verfügbaren Komponenten so gezielt einzusetzen, dass eine Pulkerfassung auf Packstückeebene ohne Anforderungen an Inhalt und Ausrichtung der Behälter ermöglicht wird. Das Vorhaben basiert auf Erkenntnissen eines früheren Projektes, in dem gezeigt werden konnte, dass die Leserate von UHF-Lesesystemen erheblich gesteigert werden kann, wenn entweder das Antennenfeld um die Ladeeinheit oder aber die Ladeeinheit innerhalb des Antennenfeldes um mindestens 180 Grad gedreht wird. Dadurch können auch diejenigen Transponder erfasst werden, die bei einer üblichen linearen Durchfahrt durch ein Lesetor nicht im Lesefeld der Antennen erscheinen, bspw. weil sie durch die Inhalte der Packstücke wirksam abgeschirmt werden. [30]

Die Resultate der ersten Testreihe sind in diesem Zusammenhang überaus vielversprechend, wenngleich sie bereits einige Grenzen des Systems aufgezeigt haben. Zunächst wurden handelsübliche Kunststoffbehälter unterschiedlicher Hersteller und Abmessungen getestet. Dazu wurden mehrere Referenzpaletten gebildet, wobei zum Beispiel jeweils zwei Lagen mit identischen Behältergrundabmessungen (jedoch teilweise unterschiedlichen Höhen) gestapelt wurden (vgl. Abbildung 29). Jeder Behälter wurde mit einem einzigen Transponder „über Eck“ gekennzeichnet, so dass im Beispielfall 56 Transponder zugleich zu erfassen waren. In den Testreihen wurden die Behälter leer, mit Metall sowie mit Wasser gefüllt, zudem wurden die Transponder gezielt nach außen, innen sowie zufällig ausgerichtet. Darüber hinaus wurden mehrere Transpondertypen unter ansonsten identischen Bedingungen getestet, um einen diesbezüglichen Einfluss identifizieren zu können. [30]



**Abbildung 29:** Getestete Referenzpalette mit Standardbehältern [30]

Die mit dieser Referenzpalette und unterschiedlichen Transpondern durchgeführten Testreihen zeigten, dass eine Pulkerfassung mit mehr als 99,5% Leserate unabhängig von der Wahl des Transpondertyps, des Inhalts sowie der Ausrichtung der Behälter erzielt werden kann. Ob dies ausreichend ist, muss jeweils im Einzelfall entschieden werden und kann pauschal nicht beantwortet werden. In Abbildung 30 ist beispielhaft ein Testergebnis für einen spezifischen Transpondertyp der Testreihen dokumentiert. [30]



**Abbildung 30:** Erzielte Leseraten für „Transpondertyp 3“ mit metallgefüllten Behältern in zufälliger Ausrichtung [30]

Zu erkennen ist, dass die Leserate von der genutzten Triggerdauer abhängt, d.h. es ist entscheidend, wie lange die Transponder sich im aktiven Lesefeld befinden. Diese Aussage erscheint trivial, aber dennoch sind bereits bei kürzester Triggerdauer im Durchschnitt über 98% der Objekte identifizierbar, ab 3,5 Sekunden Messdauer werden über 99% erkannt. Eine hundertprozentige Leserate konnte im Durchschnitt jedoch nicht erzielt werden. In 30 Testdurchgängen war stets mindestens ein Behälter nicht erkannt worden. [30]

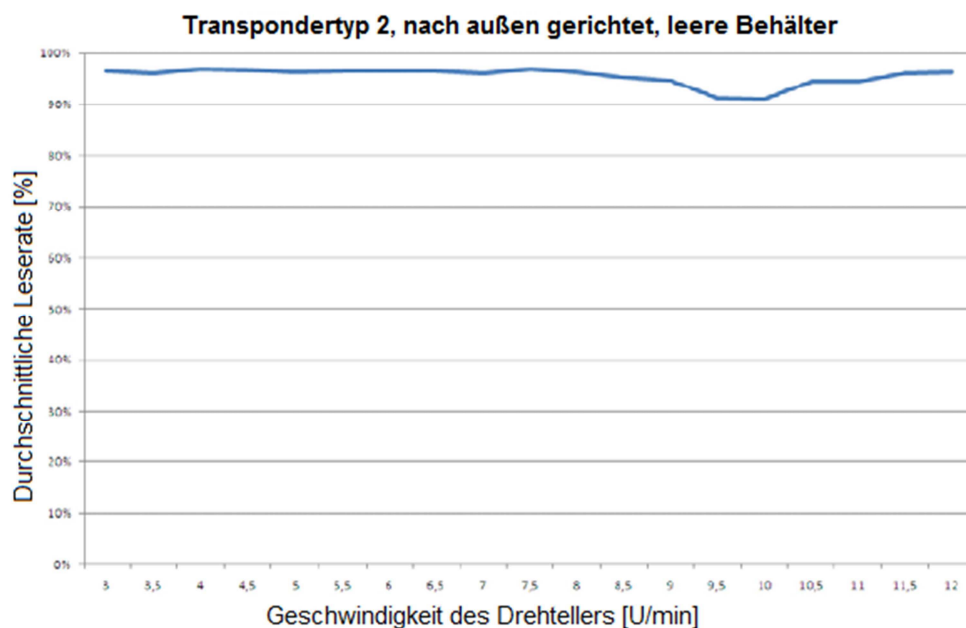
Ergänzend zu den Testreihen mit „normalen“ Kunststoffbehältern wurde eine besondere Palette aus ESD-Behältern gebildet, die aus elektrisch leitfähigem Material bestehen und damit eine elektrostatische Aufladung ihrer Inhalte verhindern sollen. Sie werden daher vorwiegend für die Lagerung und den Transport von Elektronikkomponenten eingesetzt, bspw. in der Automobilindustrie bei Scheinwerfern oder Steuereinheiten. [30]

Die verwendete palettierte Ladeinheit bestand aus insgesamt 96 Behältern mit einer Grundfläche von 300mmx200mm und identischer Höhe, so dass eine homogene Ladeinheit gebildet werden konnte (vgl. Abbildung 31). Die Behälter wurden analog zu den vorherigen Versuchen ebenfalls mit jeweils einem Transponder „über Eck“ ausgestattet und im Lesefeld um mindestens 180 Grad gedreht. [30]



**Abbildung 31:** Getestete Referenzpalette mit ESD-Behältern [30]

Die Auswertung der Versuche zeigt, dass das Material der Behälter die innenliegenden Bereiche wirksam abschirmt, so dass insbesondere innen positionierte Transponder nicht erfasst werden können. Die elektrische Leitfähigkeit des Kunststoffes bildet somit einen kompakten Block um die innen liegenden Säulen (Faraday'scher Käfig, siehe Anhang), durch den die Funkwellen der RFID-Geräte nicht hindurch dringen können. Aus diesem Grund ist ein vollständiges automatisches Scannen der Behälter im Rahmen einer Pulkerfassung aus physikalisch-technischen Gegebenheiten heraus nicht realisierbar. In Abbildung 32 sind die erzielten Leseraten in Abhängigkeit der Drehgeschwindigkeit der Ladeinheit im Lesefeld abgebildet. [30]



**Abbildung 32:** Erzielte Leseraten für „Transpondertyp 2“ mit leeren Behältern [30]

Zu erkennen ist, dass trotz der Entfernung (leere Behälter) des Inhaltes eine hundertprozentige Pulkerfassung nicht möglich ist, da das Behältermaterial weiterhin die innen liegenden Transponder wirksam abschirmt. Erst durch die gezielte Ausrichtung der Transponder nach außen kann sichergestellt werden, dass wenigstens die äußeren Säulen vollständig erfasst werden. [30]

Insgesamt lässt sich sagen, dass die Pulkerfassung palettierter Ladeeinheiten im industriellen Umfeld weiterhin anspruchsvoll bleibt. Die erzielbaren Leseraten können aber durch die beschriebenen technischen Maßnahmen maximiert werden. [30]

### **2.2.5.e Fazit über den Erfolg der RFID-Technologie**

Prozesse, die im Materialfluss-System eines Betriebes ablaufen, werden nicht automatisch durch den Einsatz von RFID wirtschaftlicher. Um das Potential zu nutzen, muss die Technik sinnvoll in die bestehenden Prozesse integriert werden.

Nicht in erster Linie die Kosten der RFID-Technologie entscheiden über ihren Erfolg, sondern der zu erwartende Nutzen und die damit verbundenen Potentiale. Darum sollte Nutzen und Potentiale im jeweiligen Anwendungsfall der Maßstab sein, um über den Einsatz der RFID-Technologie zu entscheiden.

Zusammenfassend lässt sich aber auch sagen, dass der Einsatz von RFID-Technologie die Barcodesysteme nicht verdrängen wird, aber die bisherigen Funktionalitäten sinnvoll ergänzen und optimieren kann.

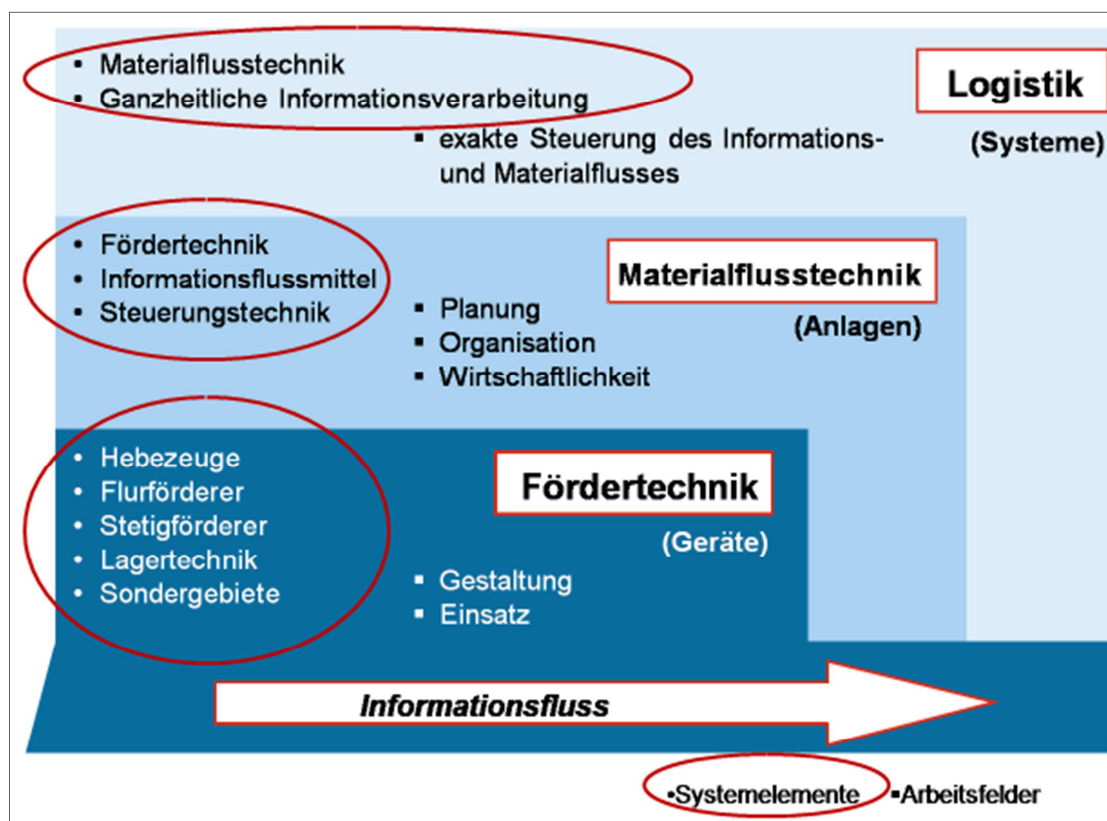


### 3 MATERIALFLUSS-SYSTEME

Der Materialfluss ist definiert als Verkettung aller Vorgänge beim Gewinnen, Be- und Verarbeiten sowie Sammeln, Lagern und Verteilen von Gütern innerhalb eines festgelegten Bereiches. Materialflüsse finden immer gekoppelt mit entsprechenden Informationsflüssen statt. Dies geschieht z.B. in einem Verteilzentren, aber auch in den Produktionsbetrieben.

#### 3.1 Ebenen für die Abgrenzung der Materialflusstechnik

Im weiteren wird nun der Versuch unternommen, Materialfluss-Systeme nach allgemein gültigen Kriterien abzugrenzen. Dadurch soll klargestellt werden, welche Zielsysteme im Identifikationslabor untersucht werden sollen und welche typischen Aufgaben für die Auto-ID dabei anfallen können.



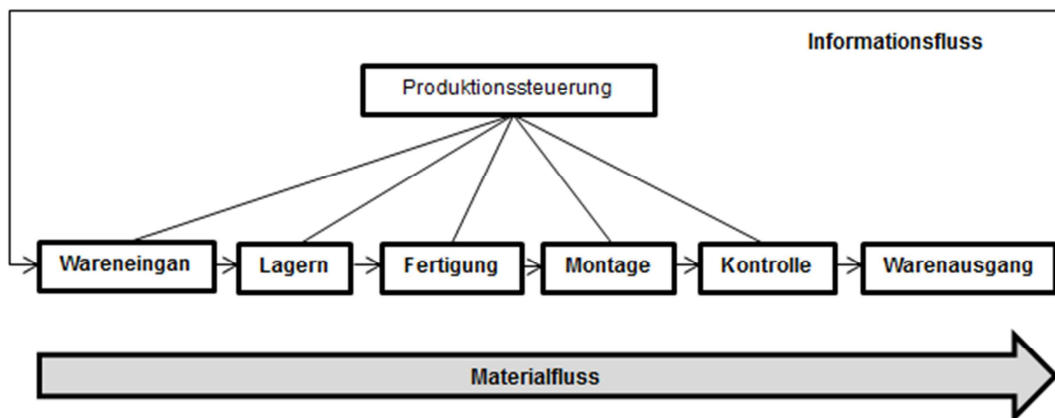
**Abbildung 33:** Ebenen eines Materialfluss-Systems: Fördertechnik (Geräteebene), Materialfluss-Systeme (Anlagenebene), Logistik (Systemebene) [31]

Generell ist einmal zu erwähnen, dass die Materialflusstechnik aus den folgenden Komponenten besteht: Fördertechnik, Informationsflussmittel, Steuerungstechnik.

Im Identifikationslabor sollen daher Materialflüsse mit der Grenze „Unternehmen“ und die dazu notwendigen Intralogistikaufgaben für Stückgüter berücksichtigt werden. Außerdem werden keine Systeme betrachtet, in denen Schüttgüter, Flüssigkeiten oder Gase transportiert werden. Dies bedeutet, dass für die eingesetzte RFID-Technologie vor allem die Closed-Loop-Anwendungen Untersuchungsgegenstand im Identifikationslabor sein werden. Für die eingesetzte Barcode-Technik hat diese Abgrenzung keine Einschränkungen.

### 3.2 Grundstruktur eines Materialfluss-Systems

Um keine weiteren Vorgaben für eine Begrenzung machen zu müssen, bietet es sich an, die Materialfluss-Systeme in Grundfunktionen zu unterteilen. Für einen Fertigungsbetrieb sind diese in einem Betriebsablaufmodell ganz allgemein darstellbar:



**Abbildung 34:** Einteilung eines Materialfluss-Systems nach Grundfunktionen

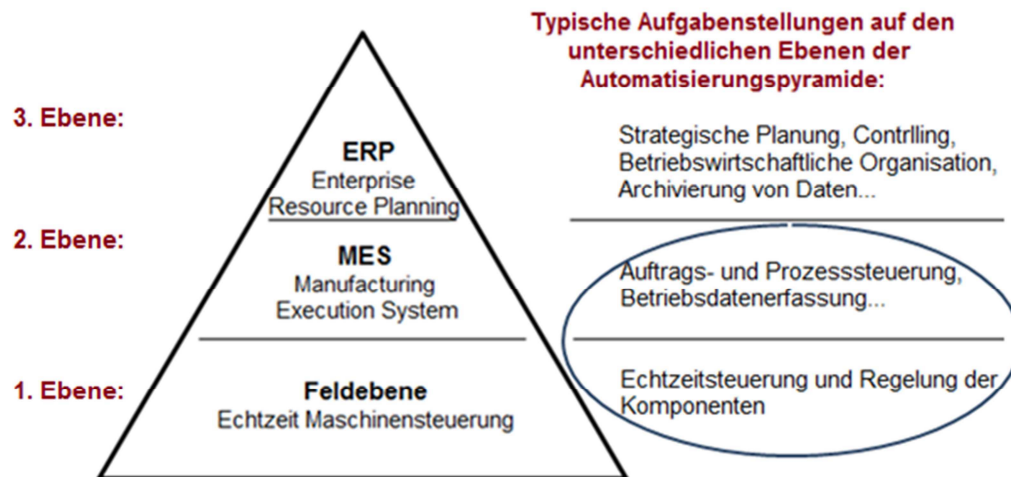
Nach diesem Betriebsablaufmodell sind die Materialflussfunktionen Handhaben und Transportieren, Puffern und Lagern, Fertigen, Montieren und Kontrollieren vom Wareneingang über die Fertigung und Montage bis zum Warenausgang von dem zur Leistungserstellung erforderlichen Informationsfluss begleitet.

#### 3.2.1 Herkömmliche Materialflussteuerung

Trends in der Automatisierungstechnik: Zur Beherrschung der enorm gestiegenen Anforderungen (Komplexität, Flexibilität) in modernen Materialfluss-Systemen zeichnen sich drei Entwicklungstrends ab.

- 1 Offenheit der Systeme
- 2 Standardisierung aller Komponenten
- 3 Durchgängigkeit der Systemlösung

Diese Entwicklungen haben zu einem System geführt, dass eine Automatisierungspyramide mit drei Ebenen entstehen lässt. ERP (Enterprise Resource Planning; auf Deutsch Produktionsplanung und Steuerung) ist dabei ein Bereich der Planungsebene (3. Ebene in Abb. 35). Hier werden Auftrags- und Produktionsdaten verarbeitet. MES (Manufacturing Execution System) steht für die Produktions-Leitebene (2. Ebene in Abb. 35) und in der Feldebene (1. Ebene in Abb. 35) wird die Steuerung der einzelnen Komponenten vorgenommen.



**Abbildung 35:** Automatisierungspyramide [Quelle: Skriptum RIAS, LV.NR.309.015, S 16]

Die beiden unteren Ebenen (1 und 2) finden wir nun weiter sowohl bei den herkömmlichen Materialflusssteuerungen deren unterschiedliche Strukturen nachfolgend noch beschrieben werden, wie auch bei einem neuen Ansatz (Internet der Dinge) der Steuerung, der im folgenden Kapitel beschrieben wird.

Materialflussrechner:

Dieser befindet sich in der 2. Ebene der Automatisierungspyramide (der Produktions-Leitebene) und steuert das gesamte Materialfluss-System.

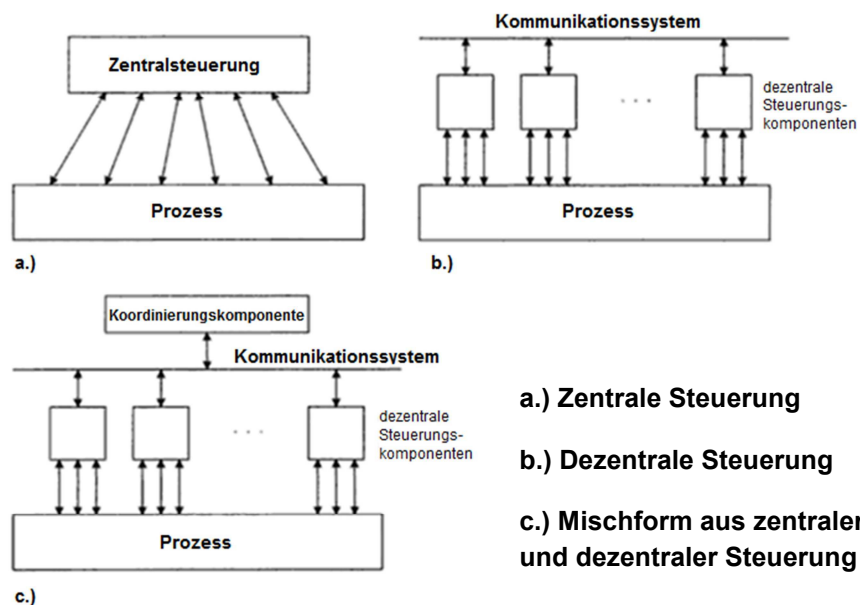
Eine Materialflusssteuerung (engl.: material flow controller, MFC) ist eine Einrichtung zum Steuern der Daten- und Informationsflüsse. Sie kommt z.B. in automatischen Anlagen und Hochregallagern zum Einsatz. Unterschiedliche Maschinen und Komponenten von automatischen Anlagenteilen wie Fördertechnik, Verschiebewagen und Regalbediengeräte können durch eine Materialflussrechner-Software gesteuert werden. Eine Visualisierung gibt dem Bediener einen Überblick über den aktuellen Materialfluss in der Anlage und bietet die Grundlage für die Störungsdiagnose und Störungsbehebung. Moderne, eigenständige Materialflussrechner bieten ergänzend umfangreiche Diagnosefunktionen und unterstützen den Bediener bei der Störungsbeseitigung. [32]

Steuerungsstrukturen können grundsätzlich unterschieden werden, in „zentral“ oder „dezentral“ aufgebaut. In Abb.36 sind diese beiden Grundstrukturen sowie eine daraus abgeleitete Mischform dargestellt.

**Zentrale Steuerung:** In einer zentral aufgebauten Systemsteuerung werden alle Ein- und Ausgangssignale direkt mit der Zentralsteuerung (dem Materialflussrechner) verbunden. Sie muss also einerseits ausreichend leistungsfähig und andererseits im hohen Maße ausfallsicher sein, da Störungen der Zentralsteuerung einen Ausfall des Gesamtsystems zur Folge haben. Redundanzkonzepte zur Absicherung dieses Risikos sind im Zusammenhang mit zentralen Steuerungsstrukturen stets zu berücksichtigen. Ein weiterer Nachteil dieser Architektur ist der unter Umständen erhebliche Verkabelungsaufwand bei räumlich ausgedehnten Anlagen. [33]

**Dezentrale Steuerung:** Bei einer dezentralen Struktur werden die verschiedenen Aufgaben des Gesamtsystems auf mehrere Steuerungsrechner verteilt, die durch ein leistungsfähiges Kommunikationssystem miteinander verbunden sind. Dezentrale Strukturen und Steuerungen haben sich trotz des zusätzlichen Kommunikationsaufwand durchgesetzt, da der Ausfall einer einzelnen Systemkomponente andere Teilbereiche einer Anlage nicht oder nur in geringem Maße beeinflussen und diese unabhängig weiterarbeiten können. Da dezentrale Steuerungen vor Ort, in der Nähe der angeschlossenen Sensorik und Aktorik, installiert werden, ist der Vernetzungs- Inbetriebnahme und Wartungsaufwand wesentlich geringer. [33]

**Mischform aus zentraler und dezentraler Steuerung:** Auch bei einer dezentralen Struktur wird sich in der Mehrheit der Fälle die Aufgabe der Koordination der Einzelsteuerungen nur zentral lösen lassen. Die dann entstehende Mischform wird auch als verteiltes Steuerungssystem bezeichnet. [33]



**a.) Zentrale Steuerung**

**b.) Dezentrale Steuerung**

**c.) Mischform aus zentraler und dezentraler Steuerung**

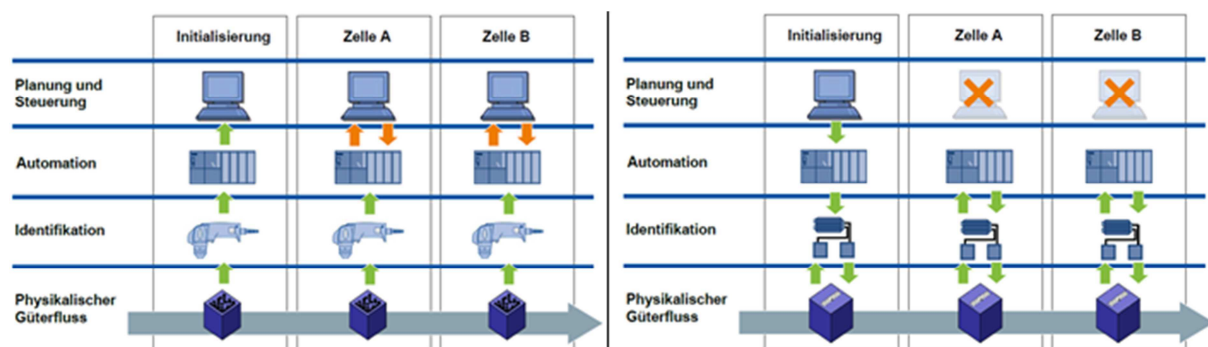
**Abbildung 36:** Steuerungsstrukturen von Materialfluss-Systemen [33]

Unterschiede bei der Datenhaltung zur Steuerung der Objekte durchs Materialfluss-System:

Neben der prinzipiellen Steuerungsarchitektur des Materialfluss-Systems ist es auch mit entscheidend, welchen Ansatz der Datenhaltung man in Bezug auf die Objekte wählt, die sich durch das System bewegen. An einzelnen Punkten müssen diese für diverse Aktivitäten identifiziert werden. Dann kommt es darauf an, ob wichtige Daten zur weiteren Steuerung direkt auf dem Objekt (z.B. am Tag oder Code) abgelegt sind und aufgrund dieser die weitere Automation vorgenommen werden kann, oder ob diese Daten in einer übergeordneten Ebene (Planungs- und Steuerungsebene) hinterlegt sind. Dann wird nur das Objekt über eine ID erkannt und mit Hilfe dieser ID, jedes Mal bis in diese übergeordnete Ebene abgefragt, welche Aktion als nächstes auszuführen ist.

Ein denkbares Szenario ist, das Kennzeichnen des zu erfassenden Objektes, mit einem Code. An jeder Station im Materialfluss-System wird das Objekt dann mittels Scanner erfasst und die benötigte Information ausgelesen (Abb. 37, links). Nachteilig ist hierbei, dass der Datenfluss in jeder Zelle bis in die zweite Ebene (Planungs- und Steuerungsebene) gehen muss und so ein verstärktes Kommunikationsaufkommen im gesamten Materialfluss-System entsteht. Dadurch nehmen die Reaktionszeiten des Gesamtsystems zu.

Werden alle Daten direkt dem Objekt zugeordnet (Abb. 37, rechts), so muss dieses nur beim Eingang in das System einmalig Initialisiert werden. Alle weiteren Entscheidungen können dann in einer tieferen Ebene getroffen werden. Dadurch sinkt das Informationsaufkommen und die Reaktionszeit sinkt. Im weiterem wird so der reale Materialfluss mit dem Datenfluss der IT-Systeme verknüpft.



**Abbildung 37:** Keine autonome Fertigungszellen oder autonome Fertigungszellen [24]

### 3.2.2 Hierarchieloses Materialfluss-System

Auch hier finden wir wieder die Implementierung der beiden Ebenen (1 und 2 aus Abb. 35). Nur wird bei diesem Ansatz so vorgegangen, dass das Objekt, das sich durch das Materialfluss-System bewegt, alle wesentlichen Daten mit sich trägt. Die Abwicklung der Aufgaben der zweiten Ebene erfolgt Modulweise (also dezentral, eigens für jedes Modul). Die Koordinierung des Gesamtablaufes übernimmt ein Softwareagent, der am Eingang des Materialfluss-System einmalig für jedes Objekt initialisiert wird und dieses dann auf seinem Weg durch das gesamte System begleitet. Nachfolgend wird dieser Sachverhalt noch einmal genau beschrieben und auf eine mögliche programmiertechnische Realisierung eingegangen.

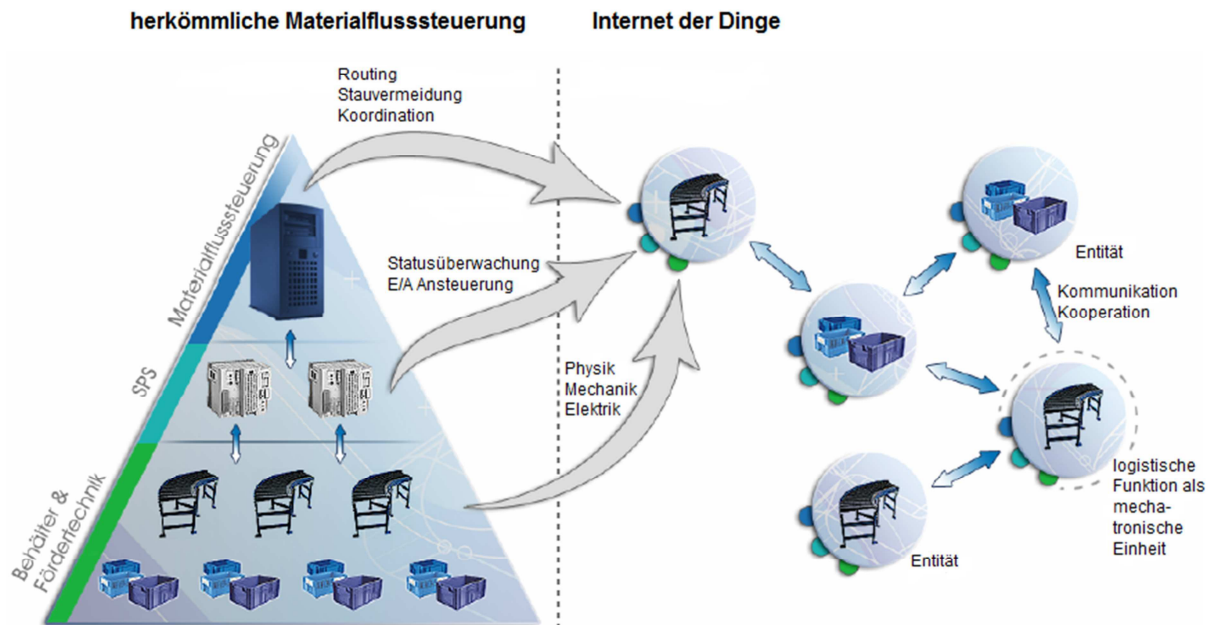
#### 3.2.2.a Das Internet der Dinge

Der anhaltende Trend zur kundenorientierten, auftragsbezogenen Herstellung individualisierbarer Produkte geht mit steigenden Variantenzahlen sowie verkürzten Innovations- und Produktlebenszyklen einher. Für den innerbetrieblichen Materialfluss bedeutet dies einen Anstieg der Komplexität und Dynamik aufgrund schwer prognostizierbarer Auftragslasten. Vor diesem Hintergrund müssen Materialfluss-Systeme dynamisch anpassbar sein und dabei möglichst geringe Kosten verursachen. In diesem Zusammenhang versprechen Konzepte zur Dezentralisierung der Steuerungssoftware und zur Modularisierung der Fördertechnik große Potenziale. [34]

Der im Februar 2010 abgeschlossene BMBF-Forschungsverbund „Internet der Dinge“ beschäftigte sich daher eingehend mit Ansätzen zur dezentralen Steuerung in Materialfluss-Systemen. Am Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) der TU München wurden im Rahmen des Projektes Methoden zur Steuerung und Koordination autonomer (Fördertechnik-)Module und Transporteinheiten (TE) entwickelt. [34]

Grundgedanke des dezentralen Steuerungskonzeptes ist es, dem zu transportierenden Gut selbst die steuernde Rolle im Materialfluss-System zuzuweisen. Um sein Ziel zu erreichen, nutzt es die Transportdienste von Modulen sowie unterstützend zusätzliche Softwaredienste (z.B. Verzeichnis- oder Visualisierungsdienste). Für die Kommunikation zwischen diesen Grundeinheiten wird auf so genannte Agentensysteme zurückgegriffen. Jedem Modul, jeder TE und jedem Dienst ist ein Softwareagent zugeordnet, der einen gezielten Datenaustausch unterstützt. Softwareagenten sind kleine, autonome Programme, die eine eigene Intelligenz besitzen und in Kooperation miteinander Probleme lösen können. [34]

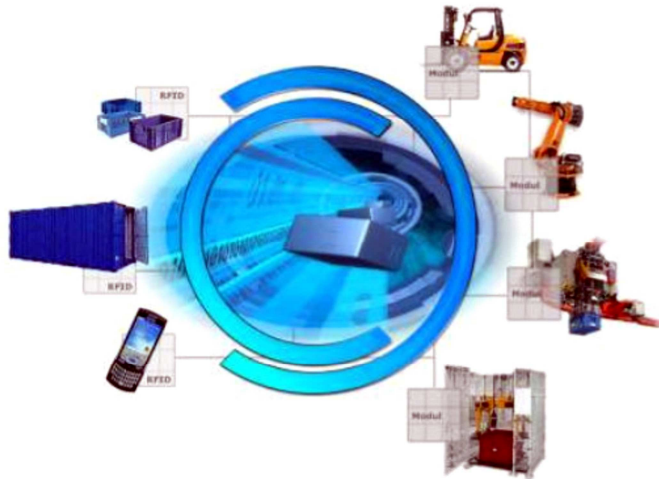
Abbildung 38 zeigt, wie sich das Steuerungsprinzip im Internet der Dinge von der herkömmlichen, hierarchischen Materialfluss-Steuerung unterscheidet. Funktionen, die bisher auf verschiedenen Hierarchiestufen der Steuerungspyramide angesiedelt waren, werden auf Module und TEs verteilt. [34]



**Abbildung 38:** Das Internet der Dinge: hierarchieloses Materialfluss-System basierend auf autonomen, kooperierenden Einheiten [34]

Um die TE mit den Informationen zu versorgen, die sie für eine selbstgesteuerte Zielerreichung benötigt, wurde im Projekt RFID-Technologie eingesetzt. Verwendet wurden dafür die bisher ungenutzten 24 Bit von passiven UHF-RFID-Transpondern nach EPC-NVE-96. Eine strikte Konformität mit den EPC-NVE-96-Vorgaben ist somit zwar nicht mehr gegeben, dafür wird die Speicherung des Ziels (Zielbereich, Zielmodul und exakter Zielpunkt) sowie eine einfache Beschreibung des Inhaltes der Transporteinheit (Anzahl/Art des Inhalts) ermöglicht. [34]

Abbildung 39 verdeutlicht den Aufbau des Internet der Dinge aus „intelligenten“ TEs und eigenständigen Modulen. Dabei kennen intelligente Behälter, Boxen und Transport-Container (mit Transponder ausgestattet) z.B. ihren Inhalt. Im Weiteren sind sie in der Lage, mit einzelnen Modulen wie z.B. einer Montagestation oder einer Fertigungsstraßen zu kommunizieren.



Ein möglicher Aufbau aus TEs und eigenständigen Modulen:

- Stapler die ihre Ladeeinheit kennen
- Verladestation mit Roboter
- Fertigungsstraße
- Montagestation
- Internetabfragen von Produkten übers Handy
- Container und Boxen...

**Abbildung 39:** Autonome Module und mit RFID ausgestattete Transporteinheiten: diese bilden die Grundlage für das Internet der Dinge [34]

In diesem Netzwerk aus Modulen, TEs und zusätzlichen Softwarediensten ist folgendes Szenario denkbar: Eine TE wird am Wareneingang angeliefert und anhand ihres RFID-Transponders identifiziert. Zu diesem Zeitpunkt wird auf einem Server ein Softwareagent gestartet, der fortan die Prozessschritte der TE verwaltet. Dieser erkundigt sich bspw. bei einem Lagerverwaltungssystem nach dem Ziel und der Dringlichkeit der TE. Nun muss dafür gesorgt werden, dass die TE ihr Ziel in der geforderten Zeit erreicht. Dazu werden mittels eines Verzeichnisdienstes geeignete Module für den nächsten Prozessschritt ermittelt. Jedes dieser Module wird nun vom TE-Agenten aufgefordert, ein Angebot abzugeben. Das Modul mit den geringsten Kosten erhält den Auftrag und sorgt für den Transport zum Zielpunkt. [34]

Besondere Bedeutung kommt hierbei den Kostenfunktionen zu, auf deren Basis die Module ihr Angebot abgeben. Im einfachsten Fall kann dabei eine Abschätzung der Entfernung vom Modul zur zu transportierenden Einheit als Angebot genutzt werden. Darüber hinaus können aber auch Faktoren wie Streckenbelegung, Reservierungen oder vom Modul gemachte Erfahrungswerte (z.B. aufgezeichnete Statistiken über Fahrzeiten) in die Berechnung einfließen. Durch die Gestaltung der Kostenfunktionen der Module können somit Materialflussstrategien festgelegt werden. Andererseits ist die TE durch immer neue Verhandlungen in der Lage, sich schrittweise durch das gesamte Logistiksystem zu bewegen. Falls der kürzeste Weg durch einen Stau blockiert sein sollte oder ein Teil der Fördertechnik ausfällt, steigen die Kosten dieser Route und die TE wählt ohne Umstellung der Förderstrategie automatisch eine Alternativroute. [34]



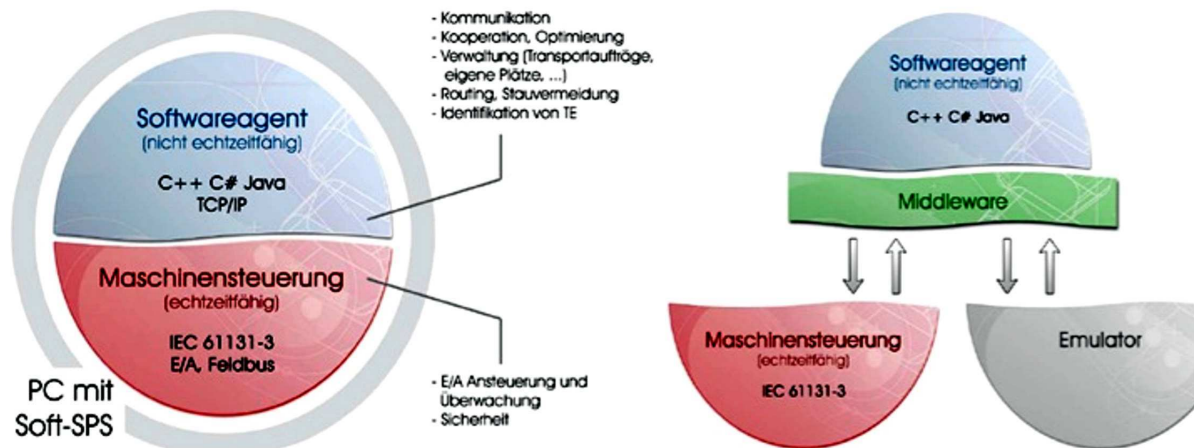
Auch Anlagenerweiterungen sind auf diese Weise ohne zusätzlichen Programmieraufwand realisierbar. Neue Module melden sich beim Verzeichnisdienst an und beteiligen sich an Auktionen. Auf diese Weise kann der TE-Agent in einer veränderten Umgebung umgehend neue Routen nutzen. Dadurch lassen sich Umbau- und Erweiterungsmaßnahmen erheblich vereinfachen und Inbetriebnahme-Zeiten verkürzen. [34]

### 3.2.2.b Steuerungsarchitektur eines Moduls im Internet der Dinge

Im Internet der Dinge können die Aufgaben eines Fördertechnikmoduls in zwei Bereiche gegliedert werden. Zum einen die Ansteuerung der Mechanik, die vornehmlich auf SPSen umgesetzt wird, und zum anderen die strategische Entscheidungsfindung und Abstimmung mit anderen Entitäten im Gesamtsystem, also die Funktionen, die heutzutage hauptsächlich vom Materialflussrechner übernommen werden. [41]

Im anlagennahen Bereich werden heute fast durchgängig die IEC-61131-3 Programmiersprachen eingesetzt. Diese sind eine sehr gute Möglichkeit, um Ein- und Ausgänge zu überwachen und zu logischen Schaltkreisen zusammenzufassen. Die von einer SPS garantierten Taktzeiten machen es möglich, schnell ablaufende Prozesse zuverlässig zu steuern und Sicherheitsbestimmungen einzuhalten. Im Internet der Dinge erledigen Module aber auch viele komplexe Aufgaben wie Wegplanung, Koordination und Kommunikation über Internetprotokolle. Dafür eignen sich objektorientierte Programmiersprachen aus dem PC-Bereich aber viel besser als SPS-Sprachen, zudem in diesem Bereich keine so harten Echtzeitanforderungen gelten. [41]

Die Steuerungslogik eines Moduls wird daher aus zwei Schichten aufgebaut (siehe Abb. 40, links). Der bspw. in C# oder Java programmierte Softwareagent übernimmt die Kommunikation mit anderen Entitäten und alle dispositiven und strategischen Entscheidungen. Die echtzeitfähige, in herkömmlichen SPS-Sprachen umgesetzte, Maschinensteuerungsebene ist dabei in jedem Modul gekapselt und hat, neben Möglichkeiten zur Diagnose oder dem Debugging von Programmen, keinerlei Schnittstellen nach außen. Dies hat den Vorteil, dass hersteller- und hardware-spezifische Details nicht in den Softwareagenten gelangen, was die Wiederverwendbarkeit der Agentenlogik gewährleistet. [41]



**Abbildung 40:** Schichten der Steuerungslogik eines Moduls [41]

Als Hardwareplattform für eine so gestaltete Steuerungslogik eignen sich Industrie- PCs, die sowohl mit einem gängigen Betriebssystem als auch mit einer Soft-SPS ausgestattet sind. Diese Geräte sind bereits seit Jahren zu Preisen um die 600€ am Markt verfügbar. [41]

Die zur Kommunikation zwischen Softwareagent und Maschinensteuerung notwendigen Protokolle werden ebenfalls in eine eigene Schicht ausgelagert (siehe Abb. 40, rechts). Diese kann als externe Bibliothek gestaltet werden und bietet eine einfache Schnittstelle zum Lesen und Schreiben von SPS-Variablen. Der Agent interagiert dann nur mit dieser Middleware-Schicht, und muss nicht an die internen Kommunikationsprotokolle angepasst werden. Der Agent teilt der Middleware mit, welche Protokolle sie zu verwenden hat – die weitere Konfiguration geschieht automatisch. [41]

Der Agent, der im Normalfall den Großteil der Modullogik enthält, kann so hardwareunabhängig ausgeführt und somit auf verschiedenen Geräten eingesetzt werden. Auf diese Weise kann die Ebene der Maschinensteuerung jederzeit ausgetauscht werden, ohne dass eine Anpassung des Agenten notwendig wird. Ebenso kann die Maschinensteuerungsebene durch einen Emulator ersetzt werden, sodass der Funktionstest eines Moduls durchgeführt werden kann, noch bevor die IEC 61131-3 Programme erstellt oder die Hardware verfügbar ist. [41]

### 3.3 Beschreibung der Hauptbereiche von Materialfluss-Systemen

Setzt man die ablauforientierte Betrachtung des Modells aus Abb. 34 um, so beginnt der Materialdurchlauf durch ein Materialfluss-System beim Wareneingangslager. Ausgehend von diesem Bereich wird, ohne Anspruch auf Vollständigkeit bei den angeführten Aufgabenstellungen in den einzelnen Bereichen, nun versucht das gesamte Materialfluss-System zu beschreiben. Dabei wird jeweils auf RFID-spezifische Aspekte eingegangen.

#### 3.3.1 Bereich Wareneingang

Typische Aufgabenstellungen im Bereich des Wareneingangs:

- Wareneingangskontrolle
- Qualitätskontrolle
- Bestandsübertragung in Lagerverwaltungsrechner

Diese Aufgaben sollen durch Unterstützung mit der geeigneten Auto-ID Technik schnell und effektiv gelöst werden. Eine gleichzeitige Erfassung mehrerer Güter (Pulkerfassung, siehe auch Abschnitt 2.2.5.d), die durch den Einsatz von RFID-Technologie ermöglicht wird, bietet, wenn die zu erfassenden Objekte dazu geeignet sind, gerade in diesem Bereich wesentliche Vorteile (Zeitersparnis, Wirtschaftlichkeit, Datenverarbeitung).

##### 3.3.1.a Aufgaben an die Auto-ID

Nach erfolgreichem Transport beginnt die Entladung und Kontrolle der Bestellung. Die Waren werden, wie bereits bei der Verladung, gescannt und somit erfasst.

Hier wird ein erheblicher Vorteil der RFID-Technologie sichtbar- die Pulkerfassung. Hierbei handelt es sich um eine nahezu gleichzeitige Erfassung aller Transponder.



**Abbildung 41:** Vereinfachung der Identifikation durch Pulkerfassung [35]

Somit können binnen kürzester Zeit erhebliche Mengen an Waren erfasst und automatisch katalogisiert werden. Durch die Pulkerfassung wird das Aufbrechen der einzelnen Gebinde unnötig, wodurch die Zeit und der Aufwand der Eingangskontrolle erheblich verkürzt werden.

Darüber hinaus können RFID-Transponder neben dem „EPC“ (Elektronischer Produktcode) eine Fülle von Zusatzinformationen beinhalten. Dies bietet die Möglichkeit, neben der eindeutigen Identifizierung jedes Objektes, diesem weitere relevante Daten direkt zuzuordnen.

Diese Daten werden dann durch das RFID – Systeme lückenlos dokumentiert und überwacht.

### 3.3.2 Bereich Lagerung

Typische Aufgabenstellungen für den Bereich Lagerung von Objekten:

- Kontrolle aller ein- und ausgehenden Waren
- Automatisierung der Erfassung
- Senkung der Fehlerrate bei Auftragserfüllung
- Reduktion von Schwund
- Gesteigerte Qualität bei Bestandsinformationen
- Verringerung der notwendigen Lagerkapazitäten
- Erhöhung der Umschlagsraten

Die Einlagerung von Paletten in den meisten Materialfluss-Systemen übernimmt aus Gründen der erforderlichen Betriebsflexibilität meist ein fahrerbedienter Stapler. Kleinteile werden in Behältern angeliefert und kommen je nach Umschlagfrequenz in ein manuell bedientes Fachbodenregallager oder in automatische Kleinteilelager.

Darum ist für diesen Bereich zu unterscheiden, ob es sich um einzelne Objekte handelt die eingelagert werden sollen, oder ob es sich um Teile in oder auf Transporthilfsmitteln handelt. Weiter ist zu unterscheiden ob das Ein- und Auslagern manuell oder automatisch erfolgt.

Die Umsetzung der Anforderungen in diesen ersten beiden Bereichen ermöglicht es erst, ein automatisiertes und flexibles Materialfluss-System entstehen zu lassen.

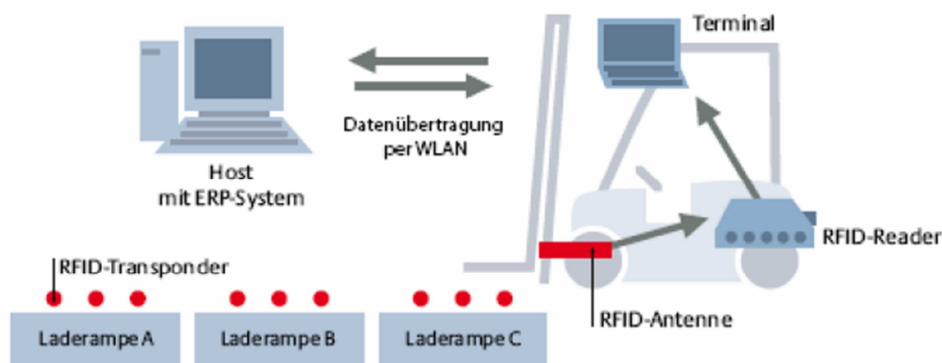
Aufgabenstellungen aus den Bereichen Fertigung und Montage zeichnen sich dadurch aus, dass neben generell wiederkehrenden Anforderungen an die Auto-ID, je nach Branche immer spezielle Anforderungen und Problemstellungen zu lösen sind.

### 3.3.2.a Aufgaben an die Auto-ID

Ziel ist die Verbesserung der Warenwirtschaft durch den Einsatz von RFID. Mit Transpondern ausgestattete Produkte werden in intelligenten, mit Readern ausgestatteten, Regalen eingelagert.

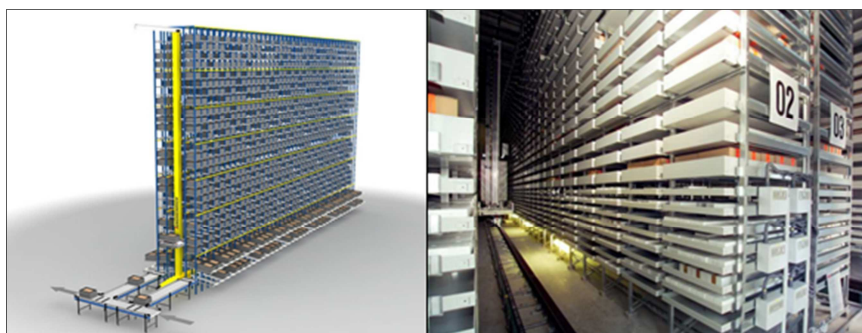
Somit erfolgt eine automatische Erfassung des Lagerbestandes. Dieses führt zu einer effizienteren Nutzung.

Förderfahrzeuge können ebenfalls mit mobilen Readern ausgestattet sein, um Produkte, welche verladen werden sollen, schneller aufzufinden und den Ladeverlauf zu protokollieren. Im Weiteren können Warenzugänge im Lager automatisch gebucht werden (Siehe hierzu auch Abschnitt 3.5.2).



**Abbildung 42:** RFID-System an Gabelstaplern [19]

Weitergehend können voll automatisierte Fördersysteme eingeführt werden, welche Produkte automatisch ein- und auslagern.



**Abbildung 43:** Automatisches Kleinteillager [36]

Somit wird eine deutliche Reduktion der Durchlaufzeiten erreicht. Ein weiterer wesentlicher Bestandteil ist die direkte Anbindung der Lagerwirtschaft an die Produktion.

RFID-gesteuerte KANBAN-Systeme in der Produktion ermöglichen eine nachhaltige Reduzierung der Teilebestände zwischen einzelnen Produktionsschritten. Vernetzt man nun diese KANBAN-Systeme mit einer intelligenten Lagerwirtschaft, so kann die Zuführung von Materialien ab der Einlagerung vollautomatisch gesteuert werden.

Durch die Erfassung sämtlicher Daten im Einkauf, Verkauf, Lager und in der Produktion erfolgt eine Digitalisierung aller Prozesse.

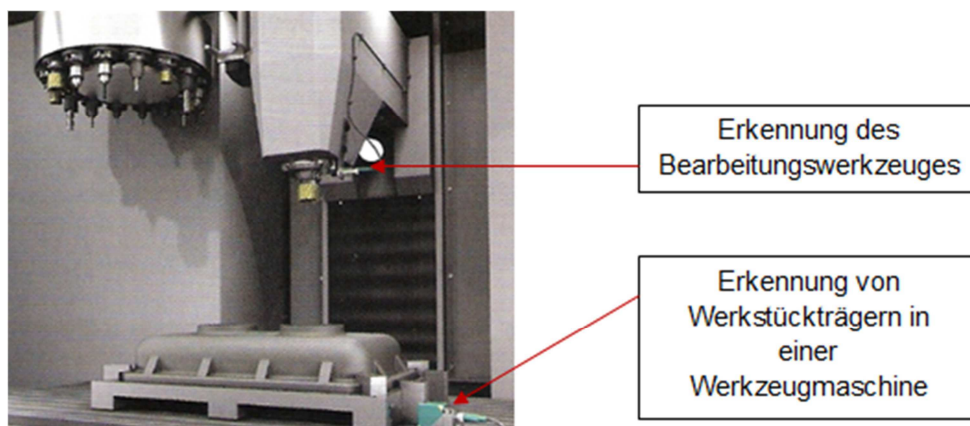
Dieses führt zu einer erhöhten Transparenz der Prozesszusammenhänge, welche zu einer deutlichen Reduzierung des Steuerungsaufwandes führen.

### 3.3.3 Bereich Fertigung

Typische Standardaufgaben im Bereich Fertigung:

- Eindeutige Identifikation und Zuordnung des Bauteils zum Auftrag
- Schnelle Umstellung der Produktion
- Sicherheitsrelevante Merkmale müssen erfasst werden (Dokumentationspflicht)
- Warenbegleitschein (für Teile, Baugruppen und fertige Produkte)

Im Gegensatz zum Wareneingang, wo die Pulkerfassung der RFID-Technik bis auf wenige Ausnahmen einen wesentlichen Vorteil gegenüber der Barcodetechnik verschafft, kommt es im Bereich der Fertigung vor allem darauf an, mit Sicherheit immer nur ein Objekt anzusprechen. Der Problematik der möglichen Mehrfacherfassung von Transpondern mit der RFID-Technologie muss durch geeignete Maßnahmen begegnet werden.



**Abbildung 44:** Einsatz von RFID-Technik in Werkzeugmaschinen [37]

### 3.3.3.a Aufgaben an die Auto-ID

Nachfolgende Abbildung zeigt, wie vielfältig der Einsatz von RFID im Fertigungsbereich sein kann. Dabei Reicht das Anwendungsfeld von exotischen Aufgaben, wie der Überwachung von statischen Eigenschaften bei Gebäudeteilen (was uns hier nicht weiter interessieren soll), bis zu den schon bekannten Thematiken wie Kanban oder der Implementierung einer Wareneingangskontrolle für diesen Bereich.



Abbildung 45: RFID-Einsatzfelder in einer modernen, automatisierten Fertigung [38]

### 3.3.4 Bereich Montage

Typische Standardaufgaben im Bereich Montage:

- Wirtschaftliche Vollautomatisierung der Montagelinie
- RFID-Transponder als elektronischer Warenbegleitschein (für Baugruppen und fertige Produkte)
- Montage von Großserien bis hinunter zur Kleinserie mit Losgröße 1 Stück
- Beherrschung einer großen Zahl an Varianten

Im Bereich der Montage geht es unabhängig von der Montageaufgabe heute meist darum, dass die Montage, von kleinen Losen bei einer großen Variantenzahl der zu montierenden Produkte, wirtschaftlich möglich sein muss (Siehe hierzu auch Lastenheft Abb. 51 und folgend).

Der Einsatz von Auto-ID unterteilt sich nach zwei Anwendungsfällen. Fall 1.: Einsatz von Auto-ID zur Vollautomatisierung des gesamten Montageprozesses. Fall 2.: Prüfung eines manuellen Montageprozesses mit Auto-ID (Siehe Abschnitt 3.4.4).

### 3.3.5 Bereich Kontrolle

Typische Aufgabenstellungen im Bereich Kontrolle:

- Erfassung von Objekten die von einem Bereich in einen anderen wechseln
- Erfassung von Daten die entscheidend für die Qualität sind
- Quelle zur Erzeugung der notwendigen Prozesstransparenz

Je nach Betrieb und dessen Materialfluss-System sind die Aufgabenstellungen in diesem Bereich sehr vielseitig und unterschiedlich.

Hier kommen wir aber zu einem wichtigen Einsatzbereich der RFID-Technologie. Durch erfolgreichen Einsatz dieser Technik an den Schnittstellen zwischen den einzelnen Bereichen eines Betriebes können Arbeitsabläufe verkürzt und effizienter gestaltet werden.

Dies führt dann wieder zu einer Verbesserung des gesamten Produktionsprozesses und einer Erhöhung der Produktivität.

Durch verbesserten Input an Informationen im IT-System über die, die Schnittstellen passierenden Objekte, wird die effiziente Steuerung des gesamten Materialfluss-Systems möglich (Siehe auch Abschnitt 3.5.3).



### 3.3.6 Bereich Warenausgang

Typische Aufgabenstellungen im Bereich des Warenausgangs

- Automation der Verladeüberwachung
- Reduzierung der Fehlerquote
- Lückenlose Rückverfolgbarkeit

In diesem Bereich geht es um die Automation der Verladeüberwachung durch den Einsatz von Auto-ID. Durch eine lückenlose Rückverfolgbarkeit kann es z.B. möglich werden, den Nachweis für eine Haftungsbefreiung bei Packstückverlusten zu erbringen. Im Weiterem bietet z.B. der Einsatz von RFID-Technologie in diesem Bereich die einfache automatische Möglichkeit zur Generierung eines zuverlässigen Warnsignals bei der Fehlverladung von Gütern.

### 3.3.7 Fördersysteme

Zu unterscheiden ist die Art des Materialflussmittels. Die Versorgung der einzelnen Bereiche (z.B. der Fertigung) kann flurgebunden mit fahrerbedienten Flurförderzeugen, oder über Flur mit Kranen und Hebezeugen erfolgen. Daneben kommen in vielen Materialfluss-Systemen Stetigförderer für Stückgut (Bandfördersysteme, Kettenfördersysteme), Aufzüge und Serienhebezeuge und autonome Fahrzeugsysteme (Fahrerlose Transportsysteme, spurgebunden; Elektrohängebahnen, schienengeführt; Elektro-Tragbahnen, schienengeführt) zum Einsatz.

Speziell für den Einsatz von Staplern ergeben sich in diesem Bereich folgende Anforderungen:

- Lokalisierung der Staplerflotte
- Optimierung des Flotteneinsatzes
- Elektronische Führung der Staplerfahrer zu den entsprechenden Zielorten
- Mittels Ladungsidentifikation wird sogar die Ware bekannt, die der Stapler transportiert (Siehe Abschnitt 3.5.2)

Auch der Begriff „Internet der Dinge“ (Siehe Abschnitt 3.2.2.a) passt in diesen Bereich. Ein hierarchieloses Materialfluss- System basiert auf autonomen, kooperierenden Einheiten. Der Materialfluss der Ware durch das System erfolgt nach dem Grundgedanken, dass das Gut selbst die steuernde Rolle übernimmt.

### 3.4 Zielsystem

Zusammenfassend wird anschließend angeführt, welche zu untersuchenden Aufgabenstellungen für den Einsatz von Auto-ID Verfahren in im Zuge der Diplomarbeit ausgewählt wurden und welche Kriterien in den ausgewählten Bereichen zu stellen sind. Damit wird ein Zielsystem zur Bewertung und Auswahl der Auto-ID-Komponenten des ID-Labors festgelegt.

In den Jeweiligen Unterkapiteln dieses Abschnittes sind die Aufgaben abgeleitet, die im Zuge der bisherigen Recherchen als wesentlich erachtet wurden und daher Schwerpunkte bei der Untersuchung im Identifikationslabor sein sollen.

#### 3.4.1 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Wareneingang

Aufgabe Nr.:	simulierbare Aufgabenstellung im Identifikationslabor:
1	Pulkerfassung von Objekten mit RFID Technik
2	Vollständigkeitskontrolle von Ladeeinheiten

**Tabelle 7:** Aufgabenstellungen aus Bereich Wareneingang

##### 1. Pulkerfassung von Objekten mit RFID-Technik:

###### Musskriterien

- Grad der Unsicherheit bei der Erfassung von Produkten (ohne Aufbruch der Palettierung) muss für den speziellen Anwendungsfall vertretbar sein
- Tauglichkeit der Produkte für Pulkerfassung muss gegeben sein - die von RFID-Systemen ausgehenden Funkwellen werden durch Metalle und Flüssigkeiten beeinträchtigt, so dass unter Umständen keine verwertbaren Signale mehr ankommen
- Größe der Applikationsfläche (groß genug für das Anbringen eines Transponders)

###### Wunschkriterien

- Verzicht auf zusätzliche übergeordnete Kennzeichnung einer Ladungseinheit
- Das hohe wirtschaftliche Potential einer Gesamterfassung von Objekten soll im Identifikationslabor sichtbar gemacht werden

##### 2. Vollständigkeitskontrolle von Ladeeinheiten:

Die RFID-Technik im Identifikationslabor soll diese Aufgabe mit der implementierter Software („Middleware“) lösen. Erfasste Objekt-IDs sollen in Tabellen abgespeichert werden und mit diesen Nummern anschließend eine Vollständigkeitskontrolle durchgeführt werden. Beim Barcode muss jedes Objekt einzeln eingelesen werden um die Vollständigkeitskontrolle durchzuführen.

### 3.4.2 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Lagern

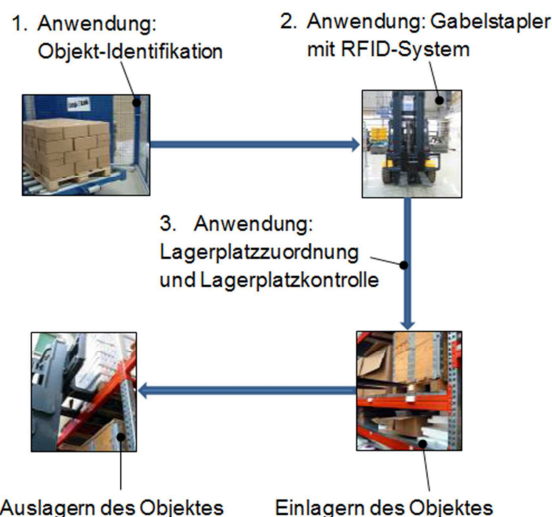
Aufgabe Nr.:	simulierbare Aufgabenstellung im Identifikationslabor:
3	ein- und auslagern von Objekten
4	Test von RFID-Lesegeräten wie sie an Gabelstaplern verbaut sein können

**Tabelle 8:** Aufgabenstellungen aus Bereich Lagern

Generell wird zu unterscheiden sein, ob ein Objekt automatisch oder manuell eingelagert wird.

Beim Simulieren des Ein- und Auslagerns eines Objektes mit Flurförderern wird die Möglichkeit einer automatischen Erfassung durch integrierte RFID-Technik am Flurförderer zu untersuchen sein.

Die Möglichkeiten und Grenzen die RFID und Barcode bei der Lagerplatzzuordnung und Lagerplatzkontrolle bietet, werden zu untersuchen sein.



**Abbildung 46:** Auffinden, Ein- und Auslagern von Gütern mit RFID-Unterstützung

#### Musskriterien

- Kontrolle aller ein- und ausgehender Objekte
- Automatisierung der Erfassung

#### Wunschkriterien

- Senkung der Fehlerrate bei Auftragserfüllung
- Reduktion von Schwund
- Gesteigerte Qualität bei Bestandsinformationen
- Verringerung der notwendigen Lagerkapazitäten
- Erhöhung der Umschlagsraten
- Online Verbuchung von Ein-, Aus- und Umlagerungsvorgängen auf einem Labor-PC

### 3.4.3 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Fertigung

Aufgabe Nr.:	simulierbare Aufgabenstellung im Identifikationslabor:
5	Eindeutige Identifikation von Objekten / Datenaustausch Transponder – Lesegerät – Labor PC zur Simulation von Bearbeitungsschritten an einem Objekt

**Tabelle 9:** Aufgabenstellungen aus Bereich Fertigung

Im Identifikationslabor sollen vor allem die Probleme, die die eindeutige Identifizierung von einem Objekt mit der RFID-Technik verursacht (Abschirmung des Lesefeldes, unkontrollierte Mehrfacherfassung), verdeutlicht werden.

Darüber hinaus sollen aber auch die erweiterten Möglichkeiten, die diese Technik im Vergleich zum Barcode bringt (z.B. das Auslesen von Daten die sich auf einem Tag befinden, zum Simulierten Steuern eines Bearbeitungsschritts; Schreiben von Dokumentpflichtigen Fertigungsdaten auf Tag), sichtbar werden.

#### Muskriterien

- Eindeutige Identifikation und Zuordnung eines Objektes zu einem Auftrag
- Schnelle Umstellung der Produktion
- Sicherheitsrelevante Merkmale erfassen (Dokumentationspflicht)

#### Wunsch Kriterien

- Auslesen von Informationen an den einzelnen im Identifikationslabor simulierten Bearbeitungsstationen erfolgt berührungslos
- Automatisierte Steuerung von Bearbeitungsschritten
- Eindeutige Zuordnung aller relevanten Prozessschritte zum Bauteil

### 3.4.4 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Montage

Im Bereich Montage wird nach zwei Fällen zu unterscheiden sein:

Fall 1.: Einsatz von Auto-ID zur Vollautomatisierung des gesamten Montageprozesses. Ziel muss dann die Bereitstellung der passenden Objekte in einem Vor-Lager sein, aus dem sich die Montageeinheit die benötigten Objekte zur Montage holen kann.

Fall 2.: Prüfung eines manuellen Montageprozesses mit Auto-ID. Der Ablauf stellt sich wie folgt dar: anbringen von Transpondern auf Montage-Boards; Tag hat bei korrekt montiertem Teil Kontakt; in Auslesestation werden Transponder ausgelesen und Montagefehler angezeigt; nach Abnahme des montierten Produktes werden leere Montage-Boards wieder verwendet

Musskriterien

- Wirtschaftliche Vollautomatisierung der Montagelinie
- RFID-Transponder als elektronischer Warenbegleitschein
- Montage von Großserien bis hinunter zur Kleinserie mit Losgröße 1 Stück

Wunschkriterien

- Beherrschung einer großen Zahl an Varianten
- Wirtschaftliche und qualitativ hochwertige Montage

Zur Umsetzung dieser Aufgabe soll das automatische Kleinteillager AKL-50 in der Versuchshalle des Institutes für Technische Logistik als Vor-Lager für eine vollautomatische Montagestraße dienen. Das so entstehende Materialfluss-System ist in Kapitel 4.3.2 ausführlich beschrieben.

### 3.4.5 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Warenausgang

Aufgabe Nr.:	simulierbare Aufgabenstellung im Identifikationslabor:
6	Automatisierte Schnittstellenkontrolle

**Tabelle 10:** Aufgabenstellungen aus Bereich Warenausgang

#### Musskriterien

- Automation der Verladeüberwachung
- Reduzierung der Fehlerquote
- Lückenlose Rückverfolgbarkeit

#### Wunschkriterien

- Warnsignal bei Fehlverladung
- Nachweis für Haftungsbefreiung bei Packstückverlusten
- Quote der Fehlverladungen reduzieren

Zusätzlich zur Identifikation und Überwachung der Güterströme sollen im Identifikationslabor die Möglichkeiten einer anschließenden EDV gestützten Protokollierung von den erfassten Auto-ID Daten möglich sein.

### 3.4.6 Aufgaben zur Untersuchung für Bereich Materialfluss

Im Bereich des Materialflusses sind die Anforderungen, die die differenzierten Kundenanforderungen heutzutage mit sich bringen, sowie die Verlangt Transparenz zur Steuerung und Überwachung der Betreiber solcher Systeme abzubilden.

#### Musskriterien

- Zur Steuerung von Transportprozessen ist eine umfassende Transparenz erforderlich
- Beherrschung des Anstieges der Komplexität und Dynamik aufgrund schwer prognostizierbarer Auftragslasten

#### Wunschkriterien

- Dynamische Anpassbarkeit von Materialflusssystemen
- Dezentralisierung der Steuerungssoftware und Modularisierung der Fördertechnik

Die Simulation dieser Aufgaben im Identifikationslabor soll in der ersten Aufbaustufe noch kein Thema sein. Für zukünftige Erweiterungen stellen sie aber ein mögliches Ziele dar. Darum ist darauf zu Achten, durch ein passendes Layout der ersten Aufbaustufe, mögliche Erweiterungen einfach ausführen zu können.

### 3.5 Musterlösung eines RFID-Systems im innerbetrieblichen Materialfluss

Nachfolgend wird das Projekt „RFID@Kanban“ der Firma Harting beschrieben. Dabei geht es um die automatische Ein- und Ausgangsbuchung beim Materialtransport vom Fertigungs- in den Lagerbereich in Kombination mit dem traditionellen Kanban-Kreislauf. Durch diese Projektrealisierung sollen denkbare Lösungsansätze, der vorher abgeleiteten Aufgabenstellungen zur Realisierung im Identifikationslabor, gezeigt werden. Im Weiteren wird noch beschrieben, worauf bei der Integration eines RFID-Systems in die restliche IT des Unternehmens geachtet werden soll.

Verringerung der Losgrößen führt zu erhöhtem Buchungsaufwand:

Derzeit werden bei Harting kleinere Behälter verwendet. Ziel ist eine höhere Flexibilität in der Produktionssteuerung. Das hat jedoch einen höheren manuellen Buchungsaufwand bei Warenein- und Warenausgängen zur Folge. Die RFID-Technologie wird in diesem Abschnitt des Produktionsprozesses eingesetzt, um den größeren Buchungsaufwand zu verringern. Durch die automatische Identifikation der Behälter dank RFID können Warenbewegungen im Lager jetzt elektronisch gebucht werden. [39]



**Abbildung 47:** Identifikation der Behälter: links; rechts, automatische Identifikation der Behälter am Lagereingang [39]

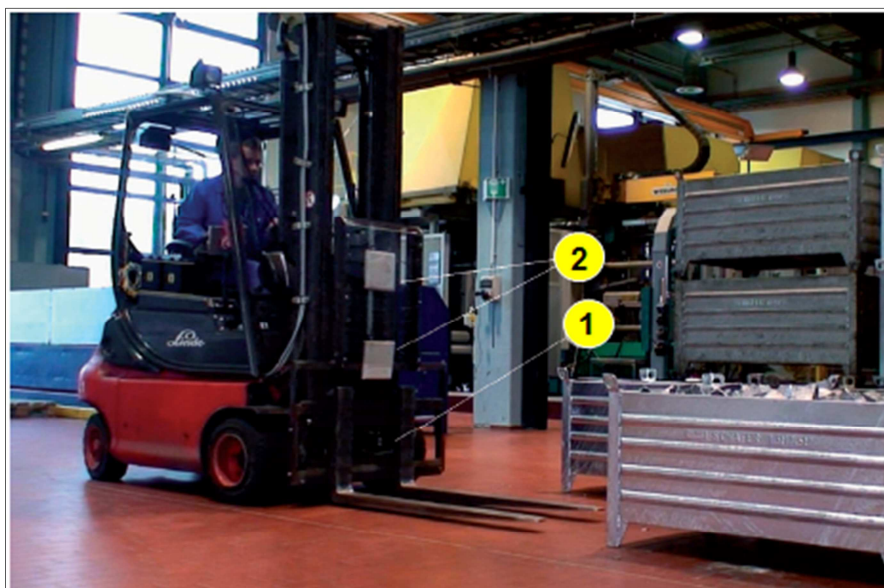
#### 3.5.1 Ermittlung der Stückzahlen durch automatische RFID-Identifikation

Die Materialzuführung für die Produktion der Steckverbindergehäuse wird bislang über einen Kanban-Kreislauf des so genannten „Toyota-Produktionssystems“ mit Kanbankarten geregelt. Jede Karte informiert, welches Produkt in welcher Menge produziert werden soll. Die Steckverbindergehäuse werden innerhalb des Werkes in Behälter mit bis zu 3000 Gehäusen und den entsprechenden Kanbankarten transportiert. Volle Behälter bringt ein Gabelstapler aus dem Produktionsbereich in das benachbarte Zwischenlager. Von dort wird die Endmontage für die Steckverbinder beliefert. Zur automatischen Identifikation wurden die Kanbankarten mit Smart-Label-Transpondern und die Transportbehälter mit robusten „HAVIS“ RFID Transpondern ausgestattet. [39]

Direkt nach dem Produktionsprozess wird kontrolliert, ob sich die Soll-Stückzahl mit der tatsächlich produzierten Stückzahl deckt. Dazu wird mit einer Handhubwagen-Waage das Gewicht jedes gefüllten Behälters ermittelt. Über das Gesamt- und das Einzelgewicht wird die Zahl der Produkte im Transportbehälter festgestellt. Künftig werden bei diesem Wiegevorgang die RFID-Transponder der Kanbankarten und der Behälter mit einem RFID-Handheld ausgelesen. Diese Daten werden miteinander verknüpft und dienen im weiteren Prozessablauf der eindeutigen Identifizierung des Behälters und seines Inhalts. Zusätzlich werden vom Handheld die Gewichtsdaten der Waage übernommen und anschließend alle Daten über WLAN zum Server übermittelt. Nur wenige Sekunden später erhält der Mitarbeiter im Display des RFID-Handhelds die vom Server ermittelte Gehäusemenge im Behälter. [39]

### 3.5.2 RFID-System am Gabelstapler

Nach dem Produktionsprozess bringt ein Gabelstapler die gefüllten Behälter vom Produktionsbereich in das Zwischenlager. Bis zu vier Behälter können gleichzeitig transportiert werden. Anschließend wurden bislang die Wareneingangsbuchungen manuell vorgenommen. [39] Jetzt erfolgt die Buchung automatisch durch das am Dach des Staplers verbaute UHF RFID-System.



**Problemloses Erfassen der RFID-Transponder auf dem Gabelstapler:**  
Ein Ultraschall-Abstandssensor (1) schaltet bei Beladen der Gabelzinken die RFID-Lesegeräte und damit die beiden UHF-Antennen (2) zum Erfassen der RFID-Transponder ein.

**Abbildung 48:** Stapler mit RFID-Transpondern [39]



Für die künftigen automatischen Buchungen im Zwischenlager wurde der Gabelstapler mit zwei RFID Readern ausgerüstet. Auf der Gabel wurden zwei bewegliche Antennen positioniert. Auf diese Weise werden alle Behälter erfasst, die der Stapler aufnimmt. Ein Ultraschall-Abstandssensor zwischen den beiden Gabelzinken des Flurförderzeuges sorgt dafür, dass die Antennen nicht fortlaufend eingeschaltet sind und sämtliche Daten im Umfeld lesen. Die Antennen werden erst durch das Beladen mit ein oder mehreren Behältern eingeschaltet. Dabei werden die RFID-Transponder gelesen, die Daten im Staplerterminal gefiltert und zwischengespeichert. [39]

### 3.5.3 Wareneingangsbuchung an der Schnittstelle

Nachdem der Gabelstapler in das Lager gefahren ist und abgeladen hat, werden die Daten über WLAN an den Server gesendet und die Wareneingangsbuchung durchgeführt. Durch RFID-Transponder am Einfahrtstor zum Lager, die den Gabelstapler bei jeder Durchfahrt erfassen, können Position und Richtung des Staplers bestimmt werden. Damit wird verhindert, dass die Daten willkürlich gesendet werden, etwa nach einem Rangiervorgang im Produktionsbereich. Dies würde zu einer falschen Wareneingangsbuchung führen. So wird dafür gesorgt, dass die Daten erst nach einer „echten“ Warenein- bzw. Warenauslagerung gesendet werden. [39]

### 3.5.4 Wirkungsgrad der gesamten RFID-Infrastruktur

Die Datenverarbeitung ist entscheidend für die Integration ins vorhandene IT-System:

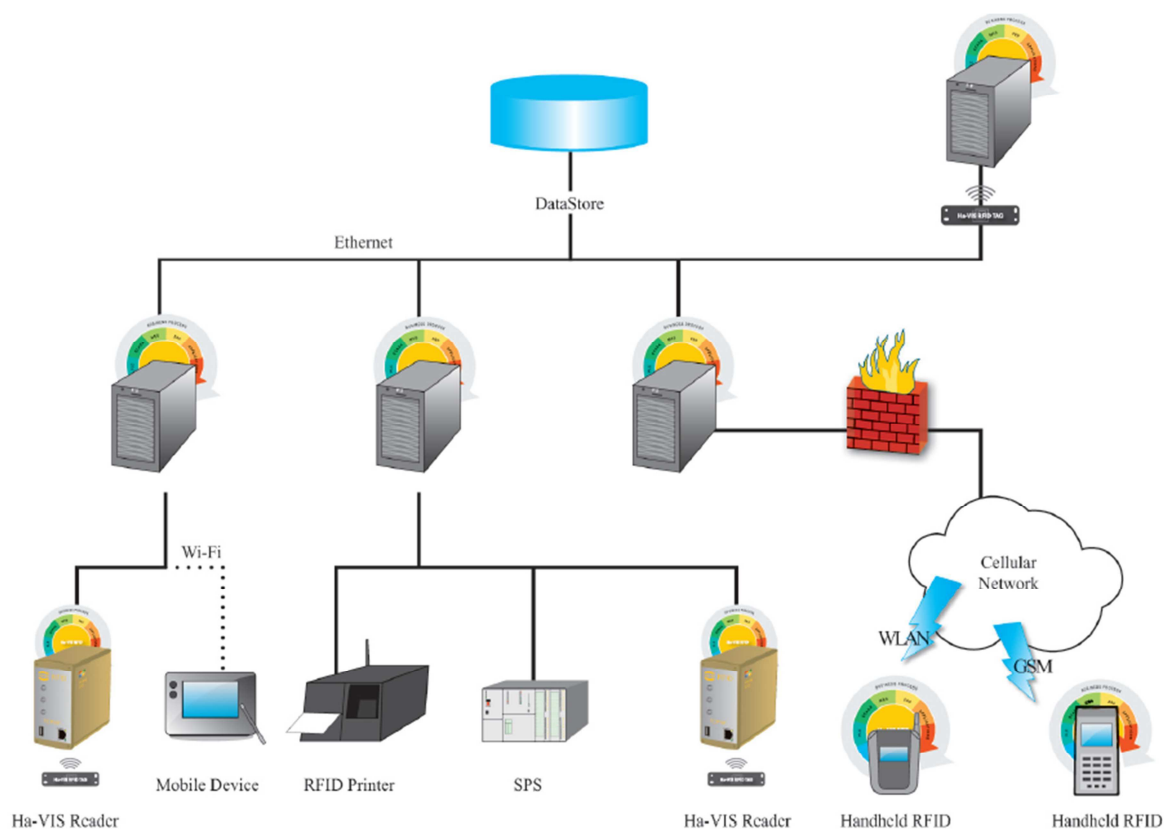
Der Nutzen moderner RFID-Systeme ist essentiell davon abhängig, dass die aus einer Transponderlesung bzw. Transponderdatenbeschreibung resultierenden Datenströme und die RFID-Hardware tatsächlich komplett in die IT-Infrastruktur des Unternehmens integriert sind – und zwar im Sinne einer geschlossenen Prozesskette über alle Unternehmensgrenzen hinweg. [39] Dann ist der Wirkungsgrad des Systems abhängig von:

- Der Gewissheit, dass die Informationen tatsächlich beim Empfänger ankommen
- Der Sicherheit der Informationsübermittlung
- Der Absicherung der Verfügbarkeit von Informationen
- Der Skalierbarkeit des Gesamtsystems
- Der Handhabung des Gesamtsystems mit geringem Aufwand
- Der Integrationstiefe in die gesamte Materialflussskette

Diese Funktionen stellt die RFID-Middleware zur Verfügung. Sie ist somit eine „Servicenfunktion“, die den anderen, ansonsten isoliert agierenden IT-Systemen im Unternehmen nahtlose Kommunikationsfunktionen ermöglicht. [39]

Wichtig ist, dass RFID-Systeme in der Regel als „Quasi-Echtzeitsysteme“ ausgelegt sind, um bei der Synchronisation der verschiedenen Systemwelten im Unternehmen (ERP, MES,...) die Daten ohne zeitliche Verzögerung zu verarbeiten. Denn erst aus der Verknüpfung der Lesedaten mit den „Ursprungsdaten“ können tatsächlich nutzbare Informationen für den Anstoß von Folgeverarbeitungen ermittelt werden. In der Praxis bedeutet dies, dass z.B. erst durch die Verknüpfung einer Paletteninformation im Wareneingang mit einem Lieferschein im ERP-System z.B. eine spezifische Qualitätskontrolle angestoßen werden kann. Daraus ergibt sich, dass klassische Verfahren für die Bearbeitung von Schnittstellendaten zwischen zwei Fremdsystemen, wie die Batch- oder Stapelverarbeitung den Anforderungen einer RFID-Middleware nicht genügen können. [39]

### 3.5.5 Datenbank des Betriebes



**Abbildung 49:** Integration ins vorhandene IT-System [39]

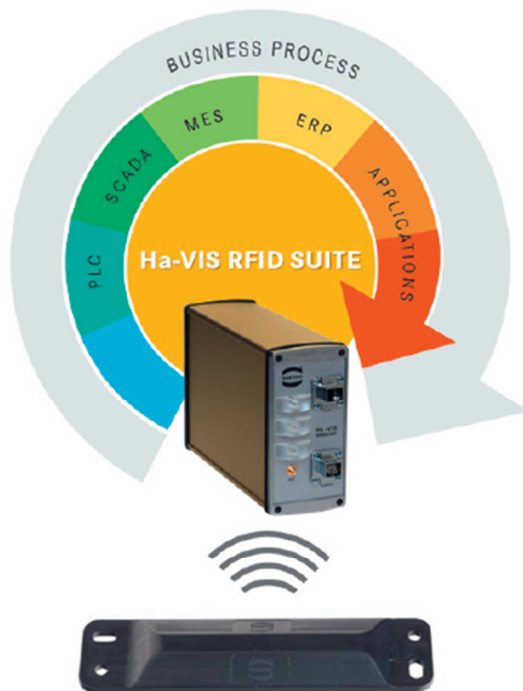
RFID-Daten werden aber nicht nur transportiert und weitergereicht – sie müssen auch vorverarbeitet werden. Nur so wird eine Überlastung des Netzwerkes angesichts immens großer Datenströme, die bei jeder Lesung entstehen, verhindert. Tatsächlich beträgt der Anteil der wirklich benötigten Nettodaten nur einen Bruchteil der gelesenen Gesamtdatenmenge. [39]

Typischerweise ist dies der Bereich, in dem auch viele erfahrene Software-Spezialisten umlernen müssen. Es gilt nämlich nicht, die Daten komplett in einer Datenbank zu sammeln und dann auszuwerten, sondern diesen Teil der Verarbeitungskette mit der RFID-Middleware zu lösen, die genau für diesen Anwendungszweck entwickelt wurde. Die Alternative wären Aufbau und Betrieb riesiger Datenbanken zu entsprechend hohen Kosten – bei einem verschwindend geringen Anteil von tatsächlich nutzbaren Nettodaten. [39]

Nur eine vollständige Integration des RFID-Systems in die IT-Infrastruktur führt zum gewünschten Erfolg:

Nach gut einem Jahr Arbeit ist man im Hause Harting mit dem Projektstand sehr zufrieden. Die Erkenntnisse sind in die neue RFID-Produktgeneration eingeflossen. Harting bietet ein vollständig integriertes RFID-System an: Vom Transponder über den Reader hin zur leistungsstarken Middleware. [39]

### DAS RFID PORTFOLIO VON HARTING



**Abbildung 50:** Integration des RFID-Systems in die IT-Infrastruktur [39]

- RFID-Middleware zur Integration der RFID-Daten in alle Unternehmensapplikationen
- Durch applikationsspezifische Software-Templates wird der Reader zum intelligenten Automatisierungsgerät zur Erfassung, Aufbereitung und Vorverarbeitung der Transponder-Daten
- Robuste RFID-Transponder zur Closed-Loop-Anwendung in der Fertigungstechnik

## **4. LASTENHEFT FÜR IDENTIFIKATIONSLABOR**

In diesem Abschnitt soll nun die Gesamtheit der Forderungen festgelegt werden, die an das Identifikationslabor aus den einzelnen Bereichen (in Anlehnung an Abbildung 34) zu stellen sind. Damit wird definiert WAS, WOFÜR zu lösen ist.

### **4.1 Einleitung in die Aufgabenstellung**

Je nach Branchen, in dem ein Unternehmen tätig ist, werden gerade im Fertigungs- und Montagebereich sehr spezielle Anforderungen an die Identifikationstechnik gestellt. Grundlegende Anforderungen an die Identifikationstechnik lassen sich aber in allen Branchen feststellen. Diese liegen vor allem in den Bereichen Wareneingang und Lagerung. Generelle Aufgaben die sich über alle Bereiche erstrecken sind die Identifizierung von Objekten, Datenerfassung und Datenerhebung.

### **4.2 Darstellung der Ausgangssituation (Ist-Zustand)**

Der Aufbau eines Identifikationslabors am Institut für Technische Logistik an der TU-Graz ist zurzeit in Vorbereitung. Ein erster Aufbauschnitt des Identifikationslabors soll mit Hilfe eines Baukastens von Basiskomponenten (RFID-System und Barcodeleser) erfolgen. Daneben soll noch ein Test-Materialfluss-System entstehen, in dem das automatische Kleinteillager „AKL 50“ eingebunden werden soll. Die einzelnen Komponenten werden dabei voraussichtlich von der Firma „TAGnology“, mit Sitz in Voitsberg bei Graz, bezogen werden.

### **4.3 Aufgabenstellung (Soll-Zustand)**

Nach Beendigung dieses ersten Aufbauschnittes soll es möglich sein, einer Gruppe von Studenten im Zuge einer Laborübung, einen Einblick in Anwendungsgebiete für Auto-ID Verfahren, wie sie in modernen Materialfluss-Systemen vorkommen, zu geben. Es soll möglich sein, Grenzen für die Anwendung der einzelnen ID-Technologien (z.B. hinsichtlich Lesegeschwindigkeit, Leseempfindlichkeit bei Fehlpositionierung von Objekten, etc.) im Identifikationslabor durch Versuche abzubilden. Eine generelle Bewertung der beiden eingesetzten Auto-ID Technologien (RFID, Barcode) untereinander soll möglich sein. Dazu sollen Aufgaben die mit beiden ID-Technologien lösbar sind, nach folgenden Kriterien bewertet werden.

Kriterien	Bewertung und Vergleich	
	Barcode	RFID-Technologie
Erfassungsaufwand	-Sukzessive Einzelerfassung -Sichtkontakt zu Lesegerät -Identifizierung per Aktion	-simultane Gesamterfassung -kein Sichtkontakt -Identifizierung automatisch
Informationsgehalt	-Herkunfts-/Logistikdaten -Fix und vordefiniert -Sorte/Kategorie/Charge	-beliebig viele Daten -De-/reaktivier-, fortschreibbar -eindeutig Objektbezogen
Objektverbund	-Außen am Produkt -Sichtbar -Oberfläche muss glatt sein	-Im Produkt -Unsichtbar -Oberfläche egal

**Tabelle 11:** Kriterien zur Bewertung

Neben dem Aufbau eines Labors mit den wesentlichsten Komponenten, sollen zur Nachbildung der im folgendem beschriebenen Aufgabenstellung, alle notwendigen RFID-Komponenten begründet festgelegt werden.

Materialfluss-Zielsystem:

In Anlehnung an die RFID-gestützte Montagelösung der Firma Siemens im Werk Amberg, in der es darum geht, eine große Anzahl von Varianten an Schützen vollautomatisch von großen Losgrößen bis hin zur Losgröße 1 zu montieren, ist es angedacht, diese Aufgabenstellung in der Versuchshalle des Instituts für Technische Logistik mit der Montage von Musterprodukten, nachzubilden.

Im Werk Amberg können 1500 unterschiedliche Varianten von SIRIUS-Schaltgeräten (Siemensbezeichnung für die Schütze) in einer vollautomatisierten Montage produziert werden und innerhalb von 24 Stunden an den Auftraggeber geliefert werden.

Situation im Werk Amberg:

**Zur Produktion von Schaltgeräten wird RFID-Technologie genutzt**

- Vollautomatisierte Montage elektronischer Schaltgeräte (Schütze) SIRIUS der Baugröße S00
- RFID ermöglicht die individuelle Montage mehrerer hundert Varianten in variabler Losgröße
- 60 individuelle Produktionsschritte pro Fertigungslinie
- Montage im 4-Sekunden-Takt
- RFID-Lesegeräte sind in zwei Fertigungslinien installiert
- 400 Werkstückträger/Carrier sind mit RFID-Transpondern versehen und werden im Endlosumlauf genutzt



**Abbildung 51:** Anforderungen an eine variantenreiche Montage [24]

Die Umsetzung hat bei Siemens zu folgenden Erkenntnissen geführt:

Steigender Markt- und Wettbewerbsdruck führt zu individuellen Serienprodukten; eine Herausforderung für das gesamte Materialfluss-System

RFID ist eine bewährte Technologie zur optimierten Steuerung der variantenreichen Fertigung

Der Einsatz von RFID führt zu erheblichen qualitativen Verbesserungen, die größeren Investitionskosten haben sich in weniger als zwei Jahren bezahlt gemacht.

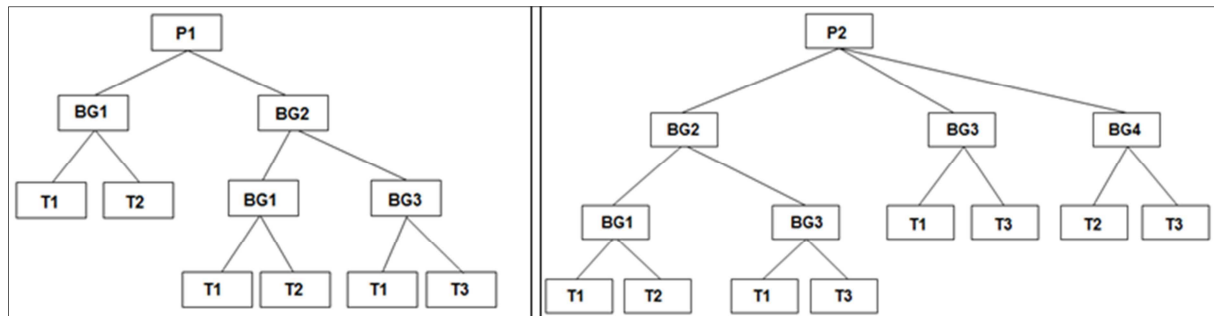
#### **4.3.1 Vollautomatische Montage einer großen Anzahl von Musterprodukten**

Durch Einbindung des automatischen Kleinteillagers „AKL 50“ und den vorgeschalteten Förderanlagen in der Versuchshalle des Institutes wird davon ausgegangen, dass die beschriebene Aufgabenstellung einer variantenreichen Montage von Produkten nachgebildet wird. Dabei sollen die Bestehenden Anlagen (Lager „AKL 50“ und Fördereinrichtungen vor dem Lager) durch den Einsatz der benötigten Auto-ID Technik für die geforderten Funktionalitäten nachgerüstet werden.

Wir gehen hier aus Gründen der Übersichtlichkeit bei der Beschreibung der Aufgabenstellung zunächst von 2 verschiedenen Bauarten einer Pumpe (P1 und P2) aus, die z.B. denkbare Musterprodukte für unser Materialfluss-System sein könnten.

Die Pumpen sollen sich nun, bedingt durch ihre unterschiedlichen maximalen Förderleistungen, im Aufbau unterscheiden (Siehe dazu die nachfolgend angeführten Gozintographen der beiden Pumpen). Gleichzeitig enthalten die beiden Pumpen aber auch gleichartige Einzelteile und Baugruppen. Im Weiteren gibt es bei jeder Variante der Pumpe spezielle Teile (Einzelteil oder Baugruppe), die als Verschleißteile gelten und von den Kunden einzeln nachbestellt werden können. Nach diesem Szenario wollen wir nun die Anforderungen an unser System beschreiben.

Hier ist noch einmal zu erwähnen, dass das Augenmerk auf die Funktionen des Materialfluss-Systems zu richten sind und nicht auf die in ihm produzierten Musterprodukte, da im späteren Betrieb auch alle möglichen Montageprozesse nur simuliert ablaufen werden und es uns nur um die erforderlichen RFID-Komponenten und die Erfassung und Verarbeitung der Daten bei der Lösung dieser Aufgabenstellung geht.



**Abbildung 52:** Gozintographen mit der Produktstruktur eines möglichen Musterproduktes: links Pumpen der Variante P1; rechts Pumpen der Variante P2

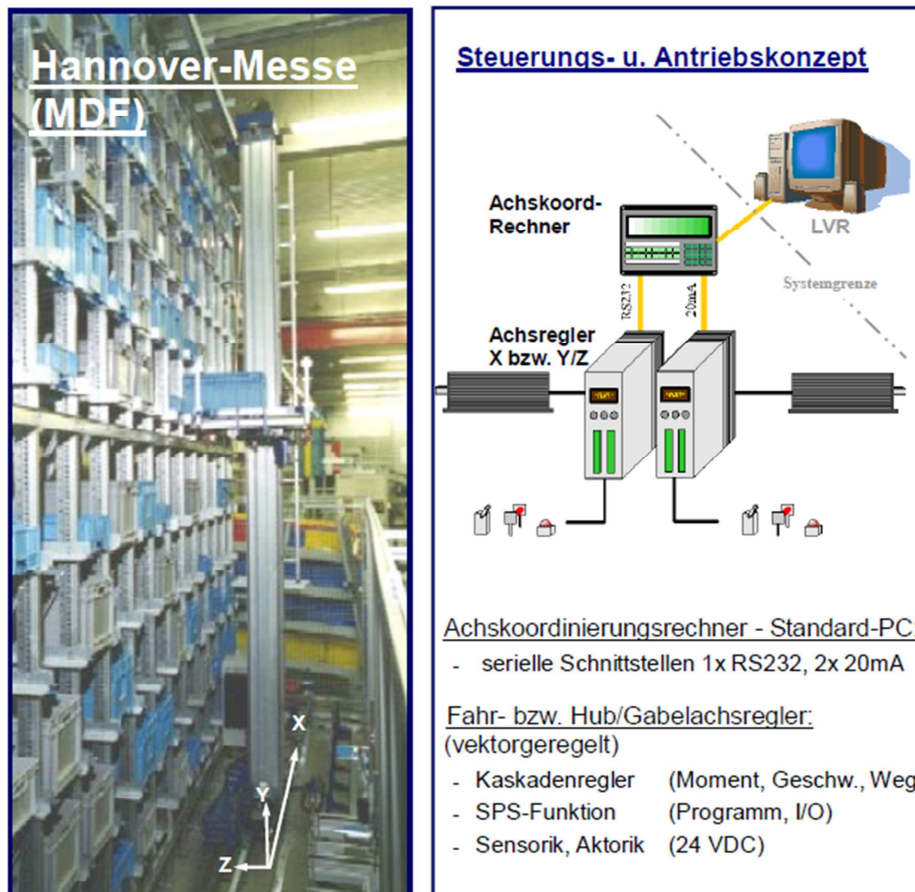
Die Abkürzungen in Bild 52 sind wie folgt zu verstehen:

P1 Produkt mit der Nr. P1

BG1 Baugruppe mit Nr. BG1, die sowohl in Produkt P1 als auch in Produkt P2 verbaut ist

T1 Einzelteil mit der Nr. T1, das in den Baugruppen BG1 und BG3 verbaut ist

Pumpen in unterschiedlichen Varianten sollen nun im Materialfluss-System montiert werden. Als Lager vor dem Kommissionier-Platz dient das Kleinteillager AKL 50 (mit Nutzlast 50kg je Behälter oder besser je Box). Das derzeitige Steuerungs- und Antriebskonzept ist in Abb. 53 dargestellt und soll nicht umändert werden. Erstes Ziel soll es nun sein, jede Box mit einem geeigneten RFID-Transponder auszustatten um die Aufgabenstellung, lösen zu können.



**Abbildung 53:** Steuerungs- und Antriebskonzept: links automatisches Regalbediengerät des automatischen Kleinteillagers „AKL 50“, rechts Steuerungs- und Antriebskonzept [Quelle: Skriptum RIAS, LV.NR. 309.015, S 20]

Durch die Nachrüstung von Transponder an den einzelnen Boxen des Lagers sollen folgende Informationen auf den Transpondern gespeichert werden: Art des Inhaltes jeder Box im Lager (Einzelteil, Baugruppe, fertig montiertes Produkt); Anzahl der sich in der entsprechenden Box befindenden Zahl an eingelagerten Komponenten (Stückzahl).

Das Lager soll nun in die drei folgenden Bereiche geteilt werden:

In Bereich 1 des Lagers sollen Teile aus der eigenen Fertigung oder Einzelteile, die von externen Lieferanten bestellt werden, eingelagert werden. Sie gelangen dabei über den Wareneingang ins Materialfluss-System.

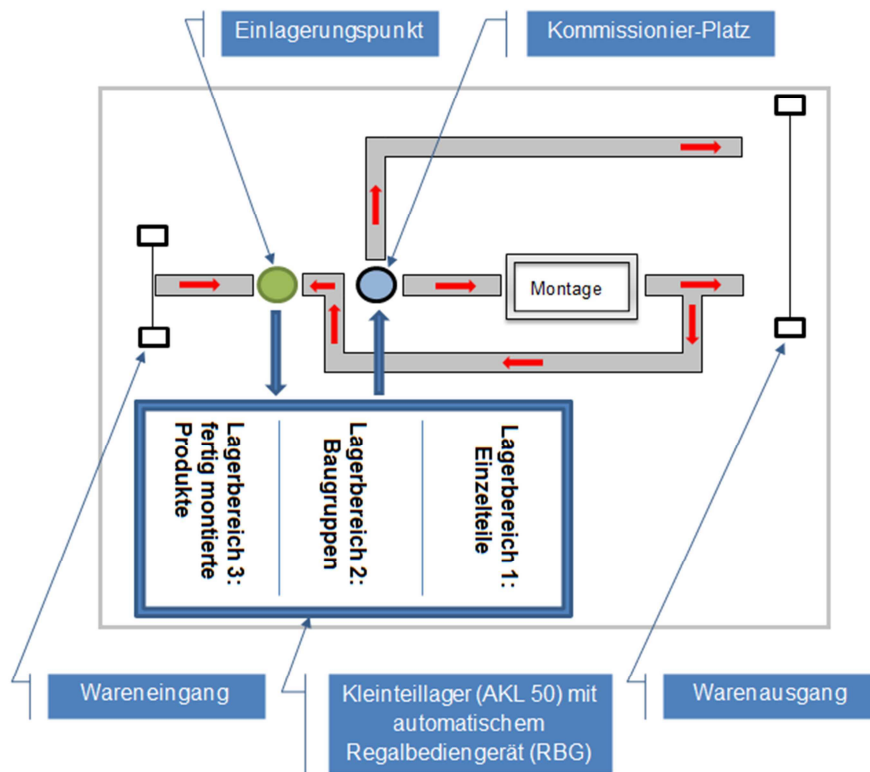
Im Bereich 2 des Lagers sollen Baugruppen auf entsprechenden Baugruppenträgern, die ebenfalls alle mit Transpondern ausgestattet werden sollen, eingelagert werden.

Im Bereich 3 des Lagers sollen fertig montierte Produkte eingelagert werden.



### 4.3.2 Layout des Materialfluss-Systems

Nachfolgendes Bild zeigt schematisch das Layout unseres Zielsystems:



**Abbildung 54:** Materialfluss-System: mit den Funktionen (Wareneingang, Ein- und Auslagern, Kommissionieren, Montage, Warenausgang) und damit abgeleiteten Aufgabenstellungen an die eingesetzte Auto-ID

#### 4.3.2.a Abgeleitete Aufgaben an die Auto-ID aus dem Materialfluss-System

1. Pulkerfassung von Objekten mit RFID Technik → Wareneingang des Materialfluss-Zielsystems
2. Vollständigkeitskontrolle von Ladeeinheiten → Wareneingang des Materialfluss-Zielsystems
3. ein- und auslagern von Objekten → Einlagerungspunkt und Kommissionier-Platz des Materialfluss-Zielsystems
4. Eindeutige Identifikation von Objekten / Datenaustausch Transponder – Lesegerät – Labor PC zur Simulation von Bearbeitungsschritten an einem Objekt → in der Montage des Materialfluss-Zielsystems
5. Automatisierte Schnittstellenkontrolle → Wareneingang, Warenausgang aus Materialfluss-Zielsystem

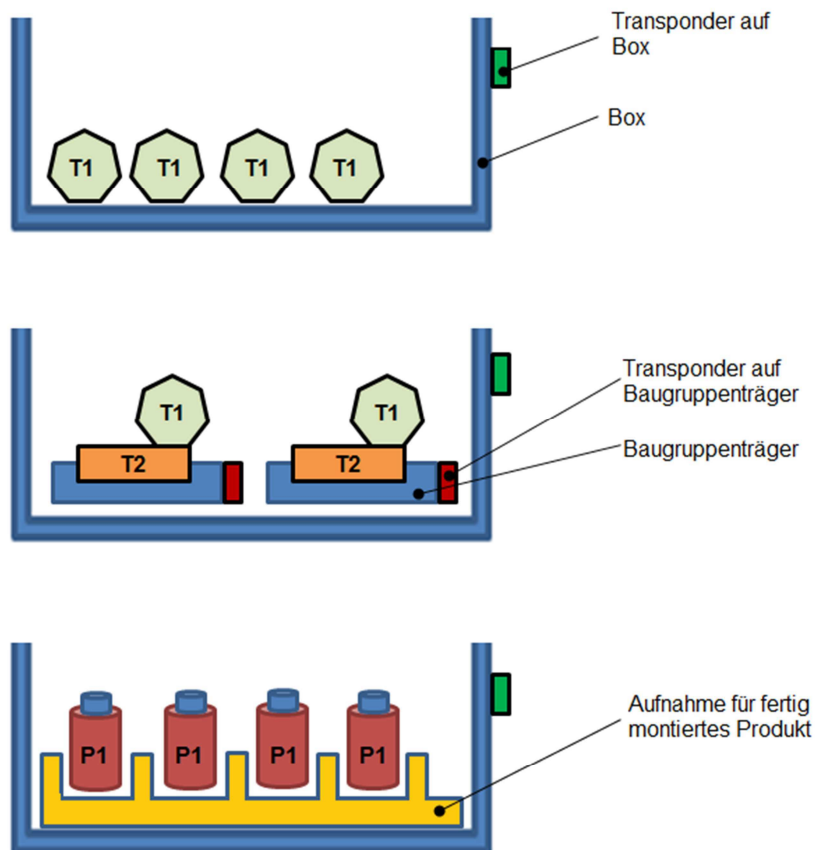
**Tabelle 12:** Aufgaben an Auto-ID aus abgeleitetem Zielsystem

Einzelteile sollen je nach abzuarbeitendem Auftrag am Kommissionier-Platz ausgelagert werden und in der benötigten Stückzahl der Montage zugeführt werden können. In der Montage werden damit fertige Pumpen und Baugruppen, die Bestandteile der fertigen Pumpen sind, montiert.

Danach können, je nach Wunsch des entsprechenden Auftrages, sowohl fertige Pumpen als auch Baugruppen über den Warenausgang das Materialfluss-System verlassen, oder aber wieder zum Einlagerungspunkt zurück transportiert werden und dort wieder eingelagert werden.

Fertige Pumpen werden im Bereich 3 des Lagers in Boxen mit entsprechenden Aufnahmen eingelagert. Baugruppen werden auf den entsprechenden Baugruppenträgern (bestückt mit Transponder) in Boxen aus Bereich 2 des Lagers eingelagert.

Darstellung des möglichen Inhaltes der Boxen aus den drei unterschiedlichen Lagerbereichen:



**Abbildung 55:** Transponder auf Behältern und Baugruppenträger: ein Beispiel für mögliche Behälterinhalte (Einzelteile aus Eigenfertigung oder Bestellung, Baugruppen, Produkte)

Auf den Transpondern der Behälter und der Baugruppenträger sollen nun beispielhaft folgende Informationen gespeichert werden:

Am Transponder des Behälter soll gespeichert sein:
<b>Metadaten:</b>
Information über den Behälter (Behälternummer, Behältertyp) Bereichszugehörigkeit (Lagerbereich 1,2, oder 3) des Behälters,...
<b>Attribute über den Inhalt:</b>
Information über den Behälterinhalt (Teilenummer, Baugruppennummer, Produktnummer) Gewicht Info über Zugehörigkeit der Baugruppe Info über Zugehörigkeit des Teiles,...
<b>Statusinformationen:</b>
Bearbeitungsstatus der Inhalte (Freigegeben zur Entnahme Ja/Nein) Reservierung für Auftrag,...

Am Transponder der Baugruppe soll gespeichert sein:
<b>Metadaten:</b>
Baugruppennummer, Zielauftrag,...
<b>Attribute:</b>
Verschleißteil (Ja/Nein), Gewicht, Variante,...
<b>Statusinformationen:</b>
Bearbeitungszustand Aufgezeichnete Qualitätsdaten im Montageprozess Maschinenbelegung in der Montage Datum und Uhrzeit der Montage,...

Wichtige Kenndaten während der Montage sollen aufgezeichnet werden; Informationen über die zugehörige Montagestation und den Einbauort der Baugruppe im fertigen Produkt sollen dezentral am Tag des Baugruppenträgers gespeichert werden.

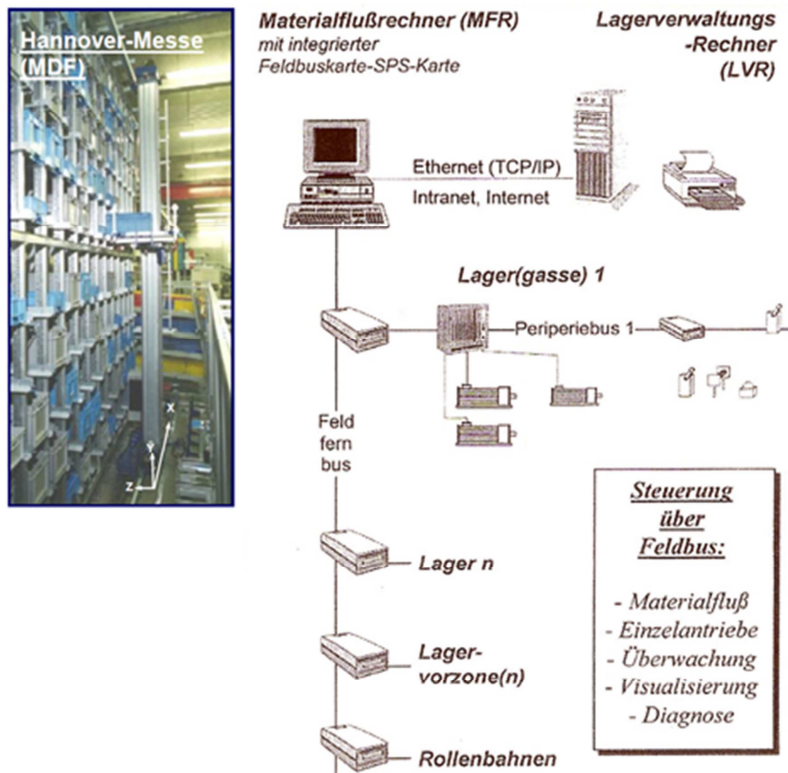
Über die ausgelesene Teilenummer am Transponder der entsprechenden Behälter, soll auf die hinterlegten Daten des jeweiligen Teils zugegriffen werden.

Teil
<b>Metadaten:</b>
Teilenummer, Zielauftrag Eigenfertigungsteil Bestellteil,...
<b>Attribute:</b>
Material Lieferant Verschleißteil (Ja/Nein), Gewicht, Variante,...

**Tabelle 13:** Mögliche Struktur der Metadaten

Das Lagern fertiger Produkte soll es ermöglichen, auf Auftragsspitzen in den Bestellungen der Kunden reagieren zu können. Eingelagerte Baugruppen oder Verschleißanfällige Einzelteile sollen auch je nach Kundenwunsch an der Montagelinie vorbei, direkt an den Warenausgang geliefert werden können.

#### 4.4 Technische Daten und Steuerungsstruktur der bestehenden Einrichtung



**Abbildung 56:** Feldbussteuerung des AKL 50 [Quelle: Skriptum RIAS, LV.NR. 309.015, Seite 21]

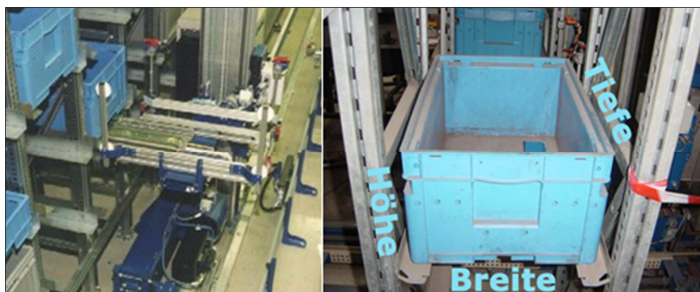
automatischen Regalbediengeräte:

Nennleistung: 120 Doppelspiele / Stunde

( $a_x=a_y=3\text{m/s}^2$ ;  $v_x=4\text{m/s}$ ,  $v_y=2\text{m/s}$ )

Regaldaten:  $L=20,5\text{m}$ ,  $H=6\text{m}$ ,  $B_{\text{Gang}}=0,65\text{m}$

Behälter: VDA-KLT Container



**Abbildung 57:** VDA-KLT Container: (Breite x Tiefe x Höhe: 400x600x300; Nennlast 50kg)

## 5 PFLICHTENHEFT FÜR IDENTIFIKATIONSLABOR

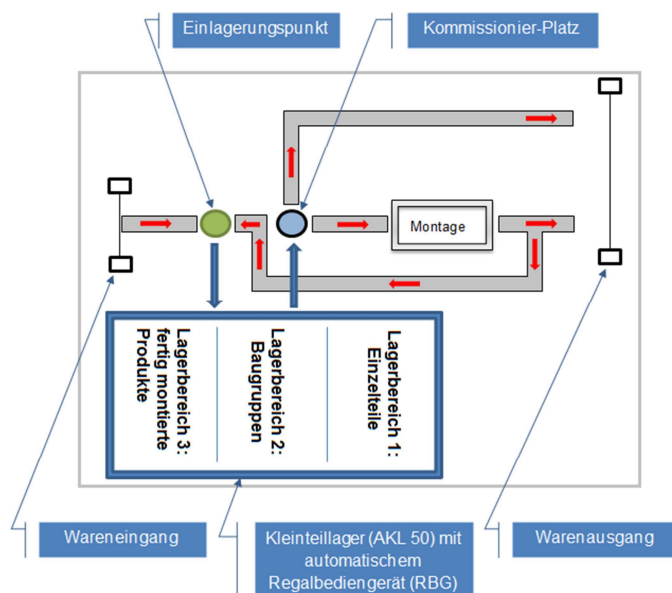
In diesem Abschnitt soll nun durch Spezifikation der notwendigen Komponenten festgelegt werden, wie und womit die erarbeiteten Anforderungen aus dem Lastenheft im Identifikationslabor erfüllt werden können.

### 5.1 Ausgangssituation

Dazu werden zunächst die Aufgabenstellungen, die wir aus unserem Materialfluss-Zielsystem abgeleitet haben, noch einmal dargestellt.

1. Pulkerfassung von Objekten mit RFID Technik → Wareneingang des Materialfluss-Zielsystems
2. Vollständigkeitskontrolle von Ladeeinheiten → Wareneingang des Materialfluss-Zielsystems
3. ein- und auslagern von Objekten → Einlagerungspunkt und Kommissionier-Platz des Materialfluss-Zielsystems
4. Eindeutige Identifikation von Objekten / Datenaustausch Transponder – Lesegerät – Labor PC zur Simulation von Bearbeitungsschritten an einem Objekt → in der Montage des Materialfluss-Zielsystems
5. Automatisierte Schnittstellenkontrolle → Wareneingang, Warenausgang aus Materialfluss-Zielsystem

**Tabelle 12:** Aufgaben an Auto-ID aus abgeleitetem Zielsystem (siehe Kap. 4.3.2.a)



**Abbildung 54:** Materialfluss-System (siehe Kap. 4.3.2)

## 5.2 ID-Komponenten für das Materialfluss-System

### Wareneingang (nach Abb. 54)

Der Wareneingang stellt den Eintritt in unser System dar. Darum betrachten wir in als Schnittstelle in der ganze Ladeeinheiten und einzelne Teile auf eine größere Entfernung sicher erfasst werden müssen.

Die Umsetzung von Aufgabenstellung Nr.1 und Nr.2 aus Tabelle 12, soll mit der Anschaffung eines Long Range Reader Starter Set umgesetzt werden.



**Abbildung 58:** UHF Schreib-/Lesegerät UDL500 [Quelle: TAGnology, RFID-Webshop]

Das UHF Schreib-/Lesegerät UDL500 wurde speziell für Handel und Logistik entwickelt, um den Anforderungen zur Identifikation von passiven Smart Label Transpondern auf große Reichweiten Rechnung zu tragen.

Die Ausführung als kompaktes Gerät, mit integrierten Antennen und gut sichtbaren Signalgebern bietet viele Vorteile:

- einfache Installation (kein Coax-Kabel)
- werksseitig optimal eingestellte Antennen
- kalibrierte abgestrahlte Sendeleistung
- große Ampelanzeige für Statusmeldungen
- montage- und wartungsfreundlich durch Plug & Play

Das flexibel einsetzbare und robuste RFID-Schreib-Lesegerät ermöglicht die schnelle und sichere Identifikation von stehenden oder bewegten Objekten aus verschiedenen Entfernungen und ist damit für unsere Anwendung, als Schnittstelle in unser Materialfluss-System, geeignet.

Für Portalanwendungen zur Schnittstellenkontrolle könnten weiters bis zu 4 Schreib- / Lesegeräte UDL500 an einer Steuereinheit „DCU“ angeschlossen werden. Für unsere angedachte Anwendung reicht, ein Lesegerät. Mit der Middleware der Steuerungseinheit für das Portal können Transponderdaten gefiltert und gegebenenfalls mit anderen Ereignissen verknüpft werden. Nur die gewünschten Informationen werden an den Materialflussrechner weitergeleitet.

### Einlagerungspunkt und Lager (nach Abb. 54)

Hier fordern wir, dass die erfassten Teile, die über das Materialfluss-System an den Einlagerungspunkt transportiert werden, vollautomatisch in das Hochregallager mittels Regalbediengerät eingelagert werden sollen.

Die übergeordnete Steuerung des automatischen Hochregallagers kennt die Informationen, an welchem Lagerplatz sich welche Box befindet. Durch das Bestücken der Boxen mit RFID-Transpondern soll es nun aber zusätzlich möglich werden, Informationen über den Inhalt der Boxen zu speichern und mit diesen Daten zu arbeiten (Beispielsweise Enthält Box n 100 Teile xy die zur Montage von Typ A benötigt werden; siehe Tab. 13).

Als Transponder bietet sich dabei ein Tag aus dem UHF Bereich an, der leicht auf den Kunststoffboxen montiert werden kann.



**Abbildung 59:** Transponder für VDA-KLT Container [Quelle: TAGnology, RFID-Webshop]

Das Tektieren der Behälter am Einlagerungspunkt erfolgt aus kurzer Distanz. Im Weiteren sind die Behälter beim Erfassen immer in einer definierten Position und bewegen sich nicht. Um diese Aufgabenstellung zu lösen, bietet es sich an, am Einlagerungspunkt einen Reader des Typs „TAGscan Industry LF Multi ISO“ (Abb. 60) der Firma TAGnology zu verbauen.



**Abbildung 60:** Reader am Einlagerungspunkt [Quelle: TAGnology, RFID-Webshop]

### **Kommissionier-Platz (nach Abb. 54)**

Wie in Abschnitt 4.3.1 erwähnt, sehen wir nun das Hochregallager als Vor-Lager für eine nachfolgende Montagelinie.

Am Kommissionier-Platz sollen die benötigten Bauteile und Baugruppen für ein bestimmtes Produkt ausgelagert werden können. Sind alle benötigten Bauteile für die Montage des Produktes ausgelagert, so werden diese der Montage zugeführt und am Kommissionier-Platz werden die Bauteile für das nächste Produkt des abzuarbeitenden Auftrages zusammengestellt.

Zum Detektieren der Objekte am Kommissionier-Platz aus kurzen Entfernungen bietet sich ebenfalls wieder der „TAGscan Industry LF Multi ISO“ an (Abb. 60).

### **Montage (nach Abb. 54)**

Baugruppen oder Produkte werden im Bereich Montage des Materialfluss-Systems montiert. Zur Abbildung der Aufgabenstellungen aus diesem Bereich werden folgende RFID-Komponenten spezifiziert:

Komponentenauswahl und Beschreibung:

Um die gestellten Aufgaben im Montagebereich abbilden zu können, kann z.B. ein Starter Kit im LF – Bereich (Low Frequency), der Firma TAGnology angeschafft werden.

Reader von Systemen in diesem Frequenzbereich zeichnen sich durch eine gute Durchdringung von nichtmetallischen Gegenständen, Wasser und organischem Gewebe aus und eignen sich dadurch bestens für den Einsatz in den vorherrschenden Produktions- und Montagebereichen eines Betriebes und somit auch für unsere Aufgabenstellung.

Ein solches Starter Kit kann auch für die Simulation diverser Aufgaben im Identifikationslabor dienen. Seine Komponenten sind deshalb in Kap. 5.3 genauer beschrieben und ein Bild des Starter Kit ist in Abb. 62 angeführt.

### **Warenausgang (nach Abb. 54)**

Produkte, Baugruppen und Teile die weiter an den Warenausgang transportiert werden sollen, werden dort erfasst. Auch diese Aufgabenstellung sehen wir als Schnittstellenkontrolle, nur dass es sich im Gegensatz zur Schnittstelle Wareneingang hier um das Erfassen eines einzelnen Objektes auf kurze Distanz handelt.

Zur Umsetzung dieser Aufgabe bietet sich wieder der Reader „TAGscan Industry LF Multi ISO“ (Abb. 60) an.



## 5.3 Komponenten für das Identifikationslabor

Nachfolgend wird eine Auflistung aller Komponenten vorgenommen, mit denen es in weiterer Folge möglich wäre, Basisaufgaben von Auto-ID-Systemen aus modernen Materialfluss-Systemen, im Identifikationslabor zu untersuchen.

### 1. Starter Kit für den UHF – Bereich:

Das Starter Kit enthält ein Set von gängigen Transpondern im UHF – Bereich (jeweils zwei Stück je Transpondertyp; siehe Legende der Abb. 61). Damit wäre im Identifikationslabor die Möglichkeit zur Untersuchung einer Vielzahl von verschiedensten Applikationen gegeben.

Die Pulkerfassung von Objekten (Aufgabenstellung Nr.1 aus Tabelle 12) und Die Vollständigkeitskontrolle von Ladeeinheiten (Aufgabenstellung Nr.2 aus Tabelle 12) könnten im Identifikationslabor mit einem RFID-System im UHF-Bereich abgebildet werden.

Dazu könnten Transponder, die den Inhalt des Starter Kit UHF bilden, beschafft werden (alle gängigen Transpondertypen von Confidex Carrier bis Captura, siehe Abb. 61 und Anhang). Ergänzend müsste ein mobiles Hand Held, das in diesem Frequenzbereich arbeitet, zum Auslesen und Beschreiben der Transponder beschafft werden, sowie ein Etikettendrucker zur Herstellung von Smart Labels.

Durch die Vielzahl an verschiedenen Transponderbauformen, könnten Objekte mit den unterschiedlichsten geometrischen Abmessungen markiert werden. Im weiterem würde im Identifikationslabor erkennbar sein, dass spezielle Transponder die z.B. für den Einsatz auf Metalloberflächen ausgelegt sind, kein verwertbares Signal für den Reader liefern, wenn der Transponder auf nichtmetallischen Objekten montiert wird.

Confidex UHF RFID Hard TAG & Special Label Starter Kit	Stück:	Benennung:
	2	Confidex Carrier
	2	Confidex CASEY
	2	Confidex SteelWING
	2	Confidex Pino
	2	Survivor UHF NXP G2XM – on metal tag
	2	Halo UHF G2XM
	2	Ironside NXP G2XM UHF – on metal tag
	2	Ironside Micro Higgs3
	2	Steelwave Micro UHF
	2	Captura

Abbildung 61: Starter Kit im UHF-Bereich [Quelle: TAGnology, RFID-Webshop]

## 2. Drucker:

Der R2844-Z Drucker/Kodierer erfüllt die Nachfrage nach einer kompakten RFID-Drucklösung, die Smart Labels direkt kodieren kann. Damit könnten Smart Labels mit einer maximalen Etiketten- und Trägerfolienlänge von 990mm und einer maximalen Etiketten- und Trägerfolienbreite von 108mm gedruckt werden.

Standardfunktionen diese Gerätes sind: Druck und Kodierung von RFID-Smart-Labels und der Thermodirekt- und Thermotransfer-Druck von Barcodes, Text und Grafiken.

Mit dem Etikettendrucker der Marke Zebra könnten im Identifikationslabor daher sowohl RFID-Smart Labels aus dem UHF-Bereich gedruckt werden, als auch alle gängigen Barcodes.

Barcode-Typen die mit diesem Gerät gedruckt werden können sind:

- Eindimensionale Barcodes: Codabar, Code 11, Code 39, Code 93, Code 128, UPC-A, UPC-E, EAN-8, EAN-13, EAN-14, Industriell 2 von 5, Interleaved 2 von 5, Logmars, MSI, Plessey, Postnet, Standard 2 von 5, UPC-A und UPC-E mit EAN 2- oder 5-Erweiterung
- Zweidimensionale Barcodes: Codablock, Code 49, Data Matrix, MaxiCode, MicroPDF417, PDF417, PlanetCode, QR Code, RSS, TLC 39



**Abbildung 62:** Drucker Zebra R2844-Z [42]

### 3. Starter Kit im LF-Bereich:

Um die gestellten Aufgaben im Fertigungs- und Montagebereich abbilden zu können (Aufgabenstellung Nr. 4 aus Tabelle 12), könnte ein Starter Kit im LF-Bereich (Low Frequency) der Firma TAGnology für das Identifikationslabor angeschafft werden. Die Reader, die in diesem Frequenzbereich arbeiten sind relativ unempfindlich gegen metallische Umgebungseinflüsse und durch die ISO 11784/85 standardisiert. Dadurch rechtfertigen sie den Einsatz unter den vorherrschenden Bedingungen in diesen Bereichen.

Das Starter Kit beinhaltet folgende Komponenten:

Stück:	Benennung:
1	TAGscan LF PS2
1	Plug In Reader LF Multi
1	PCMCIA Adapter
1	LF Plug&Play RS232 Module
1	PS2 adapter cable
2	Disc TAG PET 20mm read only
2	World TAG 20mm Hitag S256
2	PA6-TAG-34 Hitag S2048
2	ISO Card without magstripe blanco read only
2	Keyfob read only
2	Glass Tag 3.15 x 13mm Hitag S256
2	Mount on Metal TAG read only

**Abbildung 63:** Starter Kit im LF-Bereich [Quelle: TAGnology, RFID-Webshop]

Der TAGscan LF PS2 ist ein komplettes RFID Schreib/Lesegerät mit integrierter Antenne welcher wasserdicht vergossen und daher besonders für anspruchsvolle Umgebungsbedingungen geeignet ist. Die Lesereichweite beträgt bis zu 100mm und zwei LEDs zeigen Betriebsbereitschaft und Transponderlesung an. Ein Anwendungsgebiete für dieses Schreib/Lesegerät liegen unter anderem im Produktionsbereich.

Plug In Reader LF Multi: ist ein kontaktloses RFID Schreib/Lesegerät das durch seine Multifrequenzfähigkeit fast alle erhältlichen 125kHz und 134.2 kHz Transponder verarbeiten kann. Das Gerät kann an einem mobilen Handheld Gerät sowie an Notebooks oder PCs betrieben werden. Anwendungsgebiete sind unter anderem Prozess- und Produktionskontrolle, Logistik, Zeiterfassung und mobile Anwendungen.

PCMCIA Adapter: Mit diesem Adapter können RFID Reader mit CF Anschluss an mobilen Geräten mit PCMCIA Slot sowie Notebooks betrieben werden.

Das LF Multi TAG Plug&Play RS232 Modul ist ein kontaktloses RFID Schreib/Lesegerät. Das Modul hat eine integrierte Antenne und kann ohne weitere Komponenten schnell und einfach in unterschiedlichen Anwendungen verwendet werden. Über den seriellen Anschluss kann das Modul direkt an PC und andere Hostsysteme angebunden werden.

PS2 Adapter Kabel: Verbindet den Reader mit dem seriellen Anschluss des PC und versorgt den Reader mit +5V.

#### 4. Hand Held:

Zur Pulkerfassung von Objekten im Identifikationslabor und zum Einlesen verschiedener Barcodes könnte ein Hand Held beschafft werden. Da, wie bereits oben erwähnt, auch ein Etikettendrucker beschafft werden könnte, wären wir im Identifikationslabor in der Lage die beiden unterschiedlichen Technologien wie in Tabelle 11 gefordert zu vergleichen.

Der WORKABOUT PRO GEN 2 Handheld Computer ist für die mobile Datenerfassung in rauer Umgebung geeignet. Neben der Integrierten 13.56MHz Multi ISO Read/Write Elektronik für RFID-Transponder können Barcodes 1D/2D erfasst werden. Im Weiteren ist noch ein Laser Scanner integriert.



WORKABOUT PRO C  
Hand-held Computer

Abbildung 64: Hand Held [43]

#### 5.3.1 Kostenaufstellung der spezifizierten Komponenten

Nachfolgend sind die aktuellen Listenpreise für die im Pflichtenheft spezifizierten Komponenten angegeben. Sollte die Schnittstellenkontrolle beim Wareneingang des Materialfluss-Zielsystems (Abb. 54) mit dem Long Range Reader (Nr. 5 in Tab. 14) umgesetzt werden, ergibt sich eine Gesamtsumme von 5927,88 Euro. Ohne Diesen Reader ergibt sich eine Gesamtsumme von 3452,88 Euro für die vorgeschlagenen Komponenten.

Kostenaufstellung:	
Nr. 1.) Starter Kit UHF - Bereich	88,29 Euro
Nr. 2.) Drucke	1550 Euro
Nr. 3.) Starter Kit LF - Bereich	506,89 Euro
Nr. 4.) Hand Held	1307,70 Euro
Nr. 5.) Long Range Reader Starter Set	2475 Euro
<b>Summe:</b>	<b>3452,88 Euro (5927,88 Euro)</b>

**Tabelle 14:** Kostenübersicht für die Komponenten des Identifikationslabors [Quelle: TAGnology, RFID-Webshop]

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Einsatzbereiche der unterschiedlichen RFID-Systeme:

LF-RFID-Systeme kommen vor allem in rauer Betriebsumgebung zum Einsatz (Fertigungsbereich, Montagebereich). Die Reichweiten der Systeme sind auf wenige cm begrenzt. Im Weiteren sind die Transponder teuer und müssen beim Auslesen genau positioniert werden, da die Spulen der Transponder aufgrund der schwachen und niederfrequenten Lesefelder der Reader aus Kupferdraht gewickelt werden müssen.

HF-RFID-Systeme kommen dort zum Einsatz, wo durch gezielte Handlungen z.B. sicherheitsrelevante Informationen von einer Karte gelesen werden sollen (Scheckkarten). Weitere Anwendungsfelder sind die Personen- und Tieridentifikation. Die Transponder, die in diesem Frequenzbereich arbeiten, sind günstiger als im LF-Bereich. Aktive Transponder (mit eigener Batterieversorgung) sind nicht wartungsfrei und stellen damit im Betrieb ein gewisses Problem dar, da in entsprechendem Interfällen die Batterien gewechselt werden müssen.

UHF-Systeme erlauben zum einen den Einsatz von günstigen Smart-Labels. Weiters wird die Antenne des Smart-Labels im Druckverfahren mit metallhaltiger, leitender Tinte hergestellt. Darüber hinaus sind mit solchen Systemen die größten Reichweiten zu gewährleisten und Transponder die sich mit bis zu 10m/s bewegen, sind erfassbar.

### 6.1 Auto-ID-Systeme

Steigender Markt- und Wettbewerbsdruck zwingen die Produktionsunternehmen dazu, den Kunden individuelle Serienprodukte anzubieten. Dieser Umstand, gebart mit stark schwankenden Auftragslasten, stellt eine große Herausforderung für das innerbetriebliche Materialfluss-System dar.

Ein Schlüssel zur Beherrschung der Steuerung von variantenreichen Produktionen und Montagen in einem solchen Materialfluss-System, ist der Einsatz der passenden Auto-ID-Technologie. Vor allem der Einsatz von RFID ist schon zu einer bewährten Technologie geworden, bietet sie doch im Vergleich zu den anderen Auto-ID-Techniken, eine Menge an zusätzlichen Möglichkeiten. RFID-Technologie kann daher zur erheblichen qualitativen Verbesserungen in der Steuerung des Materialflusses beitragen.

Die höheren Investitionskosten im Vergleich zu anderen Auto-ID-Technologien machen sich meist schon nach kurzen Zeitspannen bezahlt und sollten Betriebe nicht abschrecken, in diese Technologie zu investieren.

RFID-Technik darf aber nicht als aller Heilmittel gesehen werden. Einerseits gibt es auch bei der Verwendung dieser Technologie gewisse physikalische Grenzen, wie eben z.B. die Pulkerfassung in problematischen Umgebungen (Metalle, Flüssigkeiten). Andererseits muss zusätzlich darauf geachtet werden, für das Materialfluss-System die richtige Gesamtsteuerungsstrategie zu haben, um Flexibilität, Offenheit und Erweiterbarkeit des Systems auch für zukünftig vorzunehmende Änderungen gewähren zu können.

Zusammenfassend lässt sich aber auch sagen, dass der Einsatz von RFID-Technologie die Barcodesysteme nicht verdrängen wird, aber die bisherigen Funktionalitäten sinnvoll ergänzen und optimieren kann.

## 6.2 ID-Labor

### Standardanforderungen:

Die Standardanforderungen an ein Identifikationslabor sind die Bewertung und der Vergleich von Barcodes und der RFID-Technologie hinsichtlich Erfassungsaufwand, Informationsgehalt und Objektverbund (Tabelle 11).

Kriterien	Bewertung und Vergleich	
	Barcode	RFID-Technologie
Erfassungsaufwand	-Sukzessive Einzelerfassung -Sichtkontakt zu Lesegerät -Identifizierung per Aktion	-simultane Gesamterfassung -kein Sichtkontakt -Identifizierung automatisch
Informationsgehalt	-Herkunfts-/Logistikdaten -Fix und vordefiniert -Sorte/Kategorie/Charge	-beliebig viele Daten -De-/reaktivier-, fortschreibbar -eindeutig Objektbezogen
Objektverbund	-Außen am Produkt -Sichtbar -Oberfläche muss glatt sein	-Im Produkt -Unsichtbar -Oberfläche egal

**Tabelle 11:** Kriterien zur Bewertung

Werden diese beiden Auto-ID-Verfahren in einem Identifikationslabor untersucht, so wird es möglich sein, für jeden speziellen Anwendungsfall, begründbare Grenzen für einen möglichen Einsatz in diesem Bereich abzuleiten. Im Weiteren sind alle Aufgaben, die in Kapitel 3.4 sowie den jeweiligen Unterkapiteln abgeleitet wurden, als Standardaufgaben an die Auto-ID-Technologie zu bewerten.

**Mindestausstattung:**

Die Mindestausstattung des Labors sollte fünf Komponenten umfassen:

- 1.) Einen Drucker zur Herstellung von Smart-Labels und zum Drucken der gängigsten 1D/2D-Barcodes.
- 2.) Ein Starter Kit im LF Bereich zur Untersuchung von Aufgaben, die von RFID-Technik im Montage- und Fertigungsbereich eines Produktionsunternehmens übernommen werden.
- 3.) Ein RFID-Schreib-/Lesegerät (Reader) im UHF-Bereich zum Erfassen von Transpondern und Smart-Labels auf größere Distanzen, sowie zum Auslesen von Barcodes.
- 4.) Ein Starter Kit im UHF-Bereich, das einen Querschnitt aller gängigen Transponder enthält und es so ermöglicht, eine Vielzahl von Objekten zu kennzeichnen.
- 5.) Ein Reader, der es ermöglicht, Schnittstellenkontrollen zu realisieren. Denkbar sind diese Schnittstellenkontrollen jeweils beim Ein- und Austritt eines Materialfluss-System, sowie bei der Übergabe eines Objektes von einem Bereich in einen anderen Bereich eines Materialfluss-Systems.

**Erreichbare Ziele mit dieser Mindestausstattung:**

- Bewertung der RFID-Technologie und der Barcodes untereinander
- Datenaustausch von Schreib-/Lesegerät zum Transponder mit UHF und LF-RFID-System; Erfassung aller in Kap. 5.3 (Seite 85) angegebenen Barcodes
- Die Pulkerfassung von Objekten (die standardmäßig implementierte Middleware am Reader erlaubt das Abspeichern der erfassten Objekt-ID-Nummern in Tabellen, diese Tabellen sind dann aufgrund ihrer Datenformate leicht weiter zu verarbeiten)
- Die Durchführung einer Schnittstellenkontrolle

**Nicht erreichbare Ziele:**

Die benötigte und individuell zu programmierende Middleware für zusammenhängende Automatisierungsaufgaben, wie sie von den Auto-ID-Verfahren z.B. zur Erfüllung der unterschiedlichen Aufgaben in einem gesamten Materialfluss-Systemen eines Betriebes benötigt wird, stellt ein nicht erreichbares Ziel dar. Denn dafür müsste neben der Middleware auch die benötigte Systemhardware, die dafür im Hintergrund benötigte würde (siehe hierzu Abb. 49) beschafft werden. Daher wird man sich im Identifikationslabor auf die Untersuchung von einzeln herausgegriffenen Anwendungen beschränken müssen.

## 7 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] WIKIPEDIA 2011, Intralogistik: <http://de.wikipedia.org/wiki/Intralogistik> , 19.05.2011
- [2] WIKIPEDIA 2011, Automatische Identifikation und Datenerfassung: [http://de.wikipedia.org/wiki/Automatische Identifikation und Datenerfassung](http://de.wikipedia.org/wiki/Automatische_Identifikation_und_Datenerfassung) , 19.05.2011
- [3] Finkenzeller, K., „RFID-Handbuch – Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten“, Carl Hanser Verlag München Wien, 2006: Kap. 1 Einführung, Seite 2
- [4] Jesse, R., Rosenbaum, O., „Barcode“, Verlag Technik Berlin, 1. Auflage 2000: Kap. 2.3 Der Aufbau von Barcodes, Seite 31
- [5] WELSMANNID.DE 2011, „EAN Code“, [http://www.welsmannid.de/sc\\_ean-code-beschreibung.php](http://www.welsmannid.de/sc_ean-code-beschreibung.php) , 23.07.2011
- [6] PDF, prufziffern\_codes, Prof. em. Urs Stammbach, „EAN, ISBN, CD, DVD: Von Prüfziffern zu fehlerkorrigierenden Codes“, Seite 2, Abb. 1.
- [7] PDF, prufziffern\_codes, Prof. em. Urs Stammbach, „EAN, ISBN, CD, DVD: Von Prüfziffern zu fehlerkorrigierenden Codes“, Seiten 3 bis 5.
- [8] WIKIPEDIA 2001, DataMatrix-Code: <http://de.wikipedia.org/wiki/DataMatrix-Code> , Anwendungsbereiche, 18.08.2011
- [9] WIKIPEDIA 2001, DataMatrix-Code: <http://de.wikipedia.org/wiki/DataMatrix-Code> , Bild DataMatrix-2D-Code, 18.08.2011
- [10] Bartneck, N., Klaas, V., Schönherr, H., „Prozesse optimieren mit RFID und Auto-ID – Grundlagen, Problemlösungen und Anwendungsbeispiele“, Publicis Corporate Publishing, Erlangen 2008: Kap. 3. Optische Codes, Seiten 44 und 45
- [11] Günther, O., Karl, W., Lienhart, R., Zeppenfeld, K., „Informatik im Fokus – RFID“, Springer e-book, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010: Abb. 2.2, Seite 13
- [12] Finkenzeller, K., „RFID-Handbuch – Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten“, Carl Hanser Verlag München Wien, 2006: Kap. 3.2 Voll- und Halbduplexverfahren, Seiten 42 bis 43
- [13] Bartneck, N., Klaas, V., Schönherr, H., „Prozesse optimieren mit RFID und Auto-ID – Grundlagen, Problemlösungen und Anwendungsbeispiele“, Publicis Corporate Publishing, Erlangen 2008: Kap. 2. RFID-Technologie, Bild2.2



- [14] Günther, O., Karl, W., Lienhart, R., Zeppenfeld, K., „Informatik im Fokus – RFID“, Springer e-book, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010: Kap. 2. RFID-Technologie, Seiten 20 bis 21
- [15] GS1.ch 2011, Frequenzbereiche für RFID-Systeme:  
<http://www.gs1.ch/de/leistungsbereiche/identification-communication/standardisation/GS1-System/EPCglobal/tech/10-technisches-frequenzen.php> , 13.05.2011
- [16] Kolnsberg, S., „Doktorarbeit an der Universität Duisburg: Drahtlose Signal- und Energieübertragung mit Hilfe von Hochfrequenztechnik in CMOS-Sensorsystemen“, Bild 2.3, Seite 7
- [17] Schürmann, J., „Einführung in die Hochfrequenz Identifikations Technologie“, GME-Fachbericht Nr.13, Identifikationssysteme und kontaktlose Chipkarten, VDE-Verlag, Berlin, 1994
- [18] RFIDwebshop TAGnology 2011: [http://www.rfid-webshop.com/index.php/cat/c1\\_Transponder.html](http://www.rfid-webshop.com/index.php/cat/c1_Transponder.html) , Vor- und Nachteile der verschiedenen Frequenzbänder der RFID-Transponder, 9.07.2011
- [19] PDF rfidvortraege, Weiner, N., „Beispiele aus der Praxis – Competence Center Electronic Business, ECC Stuttgart-Heilbronn c/o Fraunhofer IAO“, Folien 8, 9 und 16.
- [20] RFIDwebshop TAGnology 2011: [http://www.rfid-webshop.com/index.php/cat/c1\\_Transponder.html](http://www.rfid-webshop.com/index.php/cat/c1_Transponder.html) , Transpondertechniken, 9.07.2011
- [21] Günther, O., Karl, W., Lienhart, R., Zeppenfeld, K., „Informatik im Fokus – RFID“, Springer e-book, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010: Kap. 2. RFID-Technologie, Seite 22
- [22] Bartneck, N., Klaas, V., Schönherr, H., „Prozesse optimieren mit RFID und Auto-ID – Grundlagen, Problemlösungen und Anwendungsbeispiele“, Publicis Corporate Publishing, Erlangen 2008: Kap. 5. Kriterien zur Systemauswahl, Seite 86 und 87
- [23] PDF Quadt, Andre Quadt, „RFID in der Logistik – aktueller Entwicklungsstand“, Folie 9 und 7, 13.4.2011
- [24] PDF rfidvortraege, Jens Dolenek, Siemens AG, „Einsatz von RFID in variantenreicher Fertigung – Eine Herausforderung für Unternehmen und Maschinenbauer“, Folien 49, 50, 51, 52 und 54.
- [25] Finkenzeller, K., „RFID-Handbuch – Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten“, Carl Hanser Verlag München Wien, 2006: Kap. 3 Grundlegende Funktionsweisen, Seite 44
- [26] Finkenzeller, K., „RFID-Handbuch – Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten“, Carl Hanser Verlag München Wien, 2006: Kap. 3 Grundlegende Funktionsweisen, Seite 50

- [27] Bartneck, N., Klaas, V., Schönherr, H., „Prozesse optimieren mit RFID und Auto-ID – Grundlagen, Problemlösungen und Anwendungsbeispiele“, Publicis Corporate Publishing, Erlangen 2008: Kap. 2. RFID-Technologie, Seite 34
- [28] WIKIPEDIA 2011, Backscatter-Verfahren: <http://de.wikibooks.org/wiki/RFID-Technologie> , 7.08.2011
- [29] SICK IDpro 2011, Identifikationsverfahren: <http://www.sick.com/group/DE/home/products/technologies/idpro/Seiten/idpro.aspx> ,28.06.2011
- [30] PDF 1v123\_ed4\_rfid0111, Dr. rer. pol. Jochen Schneider, „Pulkerfassung von palettierten Ladeinheiten mittels RFID“, 6.05.2011
- [31] FML.MW.TUM.DE 2011, Ebenen eines Materialfluss-Systems: [http://www.fml.mw.tum.de/fml/index.php?Set\\_ID=320&letter=M&b\\_id=3744347B-3242-3042-352D-353839362D34](http://www.fml.mw.tum.de/fml/index.php?Set_ID=320&letter=M&b_id=3744347B-3242-3042-352D-353839362D34) , 5.05.2011
- [32] WIKIPEDIA 2011, Materialflussrechner: <http://de.wikipedia.org/wiki/Materialflussrechner> , 18.08.2011
- [33] GOOGLE BOOKS 2011, Steuerungsstrukturen von Materialfluss-Systemen: [http://books.google.at/books?id=rjOS-gKWfC&pg=PA215&lpg=PA215&dq=Dezentrale+Struktur+Eines+Materialfluss-Systems&source=bl&ots=y59A9vSUEL&sig=8Vm6HyRsDVUULO3dnYI\\_6O8aTic&hl=de&ei=gmxKTtv0G4O0-Qa\\_y7GhCQ&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=2&ved=0CEMQ6AEwATgK#v=onepage&q&f=false](http://books.google.at/books?id=rjOS-gKWfC&pg=PA215&lpg=PA215&dq=Dezentrale+Struktur+Eines+Materialfluss-Systems&source=bl&ots=y59A9vSUEL&sig=8Vm6HyRsDVUULO3dnYI_6O8aTic&hl=de&ei=gmxKTtv0G4O0-Qa_y7GhCQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CEMQ6AEwATgK#v=onepage&q&f=false) , 20.08.2011
- [34] PDF, 2011\_03%20RFID%20im%20Blick%20Sonderheft , Tenerowicz, P., Fischer, R., Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik – Technische Universität München, „Das Internet der Dinge“, 5.05.2011
- [35] PDF 2009, Anwendungsbeispiele\_RFID, Pulkerfassung, Folie 8, 13.04.2011
- [36] JUNGHEINRICH.AT 2011, automatische Kleinteilelager: <http://www.jungheinrich.at/de/at/index-at/produkte/regale-und-lagereinrichtung/kleinteile-lagerung/automatische-kleinteilelager.html> , 14.06.2011
- [37] Handbuch „Einblick in AutoID/RFID 2011, 5. Auflage – Sonderausgabe RFID im Blick“ Verlag & Freie Medien, Amelinghausen, Seite 89
- [38] PDF, „20110408\_rfid\_flyera4\_de\_finlow Bild Fertigung“, Harting Smarte Infrastrukturlösungen, 28.06.2011
- [39] PDF, „418\_pdf\_rfid“, Thomas Hartmann, RFID@Kanban, 19.07.2011
- [40] WIKIPEDIA 2011, Barcodes , <http://de.wikipedia.org/wiki/Strichcode> , 6.05.2011

- [41] Quelle:  
<http://www.fml.mw.tum.de/fml/images/Publikationen/Internet%20der%20Dinge%20-%20Teil%202%20-%20Steuern%20ohne%20Hierarchie.pdf>
- [42] PDF 2011, „TAGnology\_datasheet\_R2844-Z\_deutsch-1“, Datenblatt des Etikettendruckers aus TAGnology RFID-Webshop, 14.08.2011
- [43] PDF 2011, „TAGnology\_RFID\_Workabout\_2nd-Gen-1“, Datenblatt des Hand Held aus TAGnology RFID-Webshop, 14.08.2011
- [44] Quelle: Jesse, R., Rosenbaum, O., „Barcode“, Verlag Technik Berlin, 1. Auflage 2000: Zusammenfassung der Erkenntnisse aus der Einleitung des Buches „Barcode“ Seiten 11 und 12

## 8 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<b>Abbildung 1:</b>	Gliederung der Auto-ID Verfahren	<b>5</b>
<b>Abbildung 2:</b>	Überblick über die wichtigsten Auto-ID Verfahren	<b>5</b>
<b>Abbildung 3:</b>	Codierbare Datenmenge bei ein- und zweidimensionalen Codes	<b>7</b>
<b>Abbildung 4:</b>	Aufbau eines Strichcodefeldes	<b>8</b>
<b>Abbildung 5:</b>	EAN-Etikette, Strichcode und zugehörige Ziffernfolge (unten)	<b>9</b>
<b>Abbildung 6:</b>	Beispiel zur Berechnung der Prüfziffer beim EAN Code	<b>10</b>
<b>Abbildung 7:</b>	Data-Matrix Codebild	<b>13</b>
<b>Abbildung 8:</b>	Struktur des Data-Matrix Code	<b>14</b>
<b>Abbildung 9:</b>	RFID-System	<b>15</b>
<b>Abbildung 10:</b>	Darstellung der zeitlichen Abläufe bei Voll-, Halbduplex- und sequentiellen Systemen	<b>16</b>
<b>Abbildung 11:</b>	Blockschaltbild eines Lese-/Schreibgeräts	<b>17</b>
<b>Abbildung 12:</b>	Betriebsfrequenzen, Leistungsbereiche und Feldstärken von RFID-Systemen	<b>19</b>
<b>Abbildung 13:</b>	ISM-Frequenzbereiche	<b>21</b>
<b>Abbildung 14:</b>	Einsatzgebiete und Bauformen von Transpondern	<b>23</b>
<b>Abbildung 15:</b>	Aufbau eines Smart-Labels	<b>24</b>
<b>Abbildung 16:</b>	Transponder für die „Closed Loop“-Anwendungen	<b>25</b>
<b>Abbildung 17:</b>	Speicherplatz und Reichweite diverser Tags der Firma Siemens	<b>25</b>
<b>Abbildung 18:</b>	Spannungsversorgung eines induktiv gekoppelten Transponders	<b>26</b>
<b>Abbildung 19:</b>	Passives UHF-RFID-System	<b>27</b>
<b>Abbildung 20:</b>	RFID-Transponder zur Karosserie-Identifikation in der Lackierstraße	<b>30</b>
<b>Abbildung 21:</b>	Gelaserter Data-Matrix Code zur Motorblock-Identifizierung	<b>31</b>
<b>Abbildung 22:</b>	EAN Code zur Paket-Identifizierung im Verteilzentrum	<b>32</b>
<b>Abbildung 23:</b>	Lesung leiterförmiger Codes	<b>32</b>

<b>Abbildung 24:</b>	Schwingspielscanner zum Erfassen mehrerer Barcodes	<b>34</b>
<b>Abbildung 25:</b>	Kamerabasierte Identifikation von Leiterplatten	<b>35</b>
<b>Abbildung 26:</b>	Einsatz von gelasertem 2D-Code	<b>35</b>
<b>Abbildung 27:</b>	Die möglichen Auto-ID Technologien im Überblick	<b>36</b>
<b>Abbildung 28:</b>	Bewertungsergebnisse der Auto-ID Verfahren	<b>37</b>
<b>Abbildung 29:</b>	Getestete Referenzpalette mit Standardbehältern	<b>40</b>
<b>Abbildung 30:</b>	Erzielte Leseraten für „Transpondertyp 3“ mit metallgefüllten Behältern in zufälliger Ausrichtung	<b>41</b>
<b>Abbildung 31:</b>	Getestete Referenzpalette mit ESD-Behältern	<b>42</b>
<b>Abbildung 32:</b>	Erzielte Leseraten für „Transpondertyp 2“ mit leeren Behältern	<b>42</b>
<b>Abbildung 33:</b>	Ebenen eines Materialfluss-Systems	<b>44</b>
<b>Abbildung 34:</b>	Einteilung eines Materialfluss-Systems nach Grundfunktionen	<b>45</b>
<b>Abbildung 35:</b>	Automatisierungspyramide	<b>46</b>
<b>Abbildung 36:</b>	Steuerungsstrukturen von Materialfluss-Systemen	<b>47</b>
<b>Abbildung 37:</b>	Keine autonome Fertigungszellen oder autonome Fertigungszellen	<b>48</b>
<b>Abbildung 38:</b>	Das Internet der Dinge	<b>50</b>
<b>Abbildung 39:</b>	Autonome Module und mit RFID ausgestattete Transporteinheiten	<b>51</b>
<b>Abbildung 40:</b>	Schichten der Steuerungslogik eines Moduls	<b>53</b>
<b>Abbildung 41:</b>	Vereinfachung der Identifikation durch Pulkerfassung	<b>54</b>
<b>Abbildung 42:</b>	RFID-System an Gabelstaplern	<b>56</b>
<b>Abbildung 43:</b>	Automatisches Kleinteillager	<b>56</b>
<b>Abbildung 44:</b>	Einsatz von RFID-Technik in Werkzeugmaschinen	<b>57</b>
<b>Abbildung 45:</b>	RFID-Einsatzfelder in einer modernen, automatisierten Fertigung	<b>58</b>
<b>Abbildung 46:</b>	Auffinden, Ein- und Auslagern von Gütern mit RFID-Unterstützung	<b>62</b>
<b>Abbildung 47:</b>	Identifikation der Behälter	<b>66</b>

<b>Abbildung 48:</b>	Stapler mit RFID-Transpondern	<b>67</b>
<b>Abbildung 49:</b>	Integration ins vorhandene IT-System	<b>69</b>
<b>Abbildung 50:</b>	Integration des RFID-Systems in die IT-Infrastruktur	<b>70</b>
<b>Abbildung 51:</b>	Anforderungen an eine variantenreiche Montage	<b>72</b>
<b>Abbildung 52:</b>	Gozintographen mit der Produktstruktur eines Musterproduktes	möglichen <b>74</b>
<b>Abbildung 53:</b>	Steuerungs- und Antriebskonzept	<b>75</b>
<b>Abbildung 54:</b>	Materialfluss-System	<b>76, 80</b>
<b>Abbildung 55:</b>	Transponder auf Behältern und Baugruppenträger	<b>77</b>
<b>Abbildung 56:</b>	Feldbussteuerung des AKL 50	<b>79</b>
<b>Abbildung 57:</b>	VDA-KLT Container	<b>79</b>
<b>Abbildung 58:</b>	UHF Schreib-/Lesegerät UDL500	<b>81</b>
<b>Abbildung 59:</b>	Transponder für VDA-KLT Container	<b>82</b>
<b>Abbildung 60:</b>	Reader am Einlagerungspunkt	<b>82</b>
<b>Abbildung 61:</b>	Starter Kit im UHF-Bereich	<b>84</b>
<b>Abbildung 62:</b>	Drucker Zebra R2844-Z	<b>85</b>
<b>Abbildung 63:</b>	Starter Kit im LF-Bereich	<b>86</b>
<b>Abbildung 64:</b>	Hand Held	<b>87</b>

## 9 TABELLENVERZEICHNIS

<b>Tabelle 1:</b>	Gängige Barcodes und ihre Anwendungsgebiete	<b>6</b>
<b>Tabelle 2:</b>	Frequenzbereiche von RFID-Systemen	<b>20</b>
<b>Tabelle 3:</b>	Bewertung des Potentials von LF-Systemen	<b>22</b>
<b>Tabelle 4:</b>	Bewertung des Potentials von HF-Systemen	<b>22</b>
<b>Tabelle 5:</b>	Bewertung des Potentials von UHF-Systemen	<b>22</b>
<b>Tabelle 6:</b>	Vorteile der Auto-ID Technologien in Gegenüberstellung	<b>36</b>
<b>Tabelle 7:</b>	Aufgabenstellungen aus Bereich Wareneingang	<b>61</b>
<b>Tabelle 8:</b>	Aufgabenstellungen aus Bereich Lagern	<b>62</b>
<b>Tabelle 9:</b>	Aufgabenstellungen aus Bereich Fertigung	<b>63</b>
<b>Tabelle 10:</b>	Aufgabenstellungen aus Bereich Warenausgang	<b>65</b>
<b>Tabelle 11:</b>	Kriterien zur Bewertung	<b>72, 89</b>
<b>Tabelle 12:</b>	Aufgaben an Auto-ID aus abgeleitetem Zielsystem	<b>76, 80</b>
<b>Tabelle 13:</b>	Mögliche Struktur der Metadaten	<b>78</b>
<b>Tabelle 14:</b>	Kostenübersicht für die Komponenten des Identifikationslabors	<b>87</b>

## 10 ANHANG

### 10.1 Beschreibung des Starter Kit LF



[contact us](#)

Mit dem DemoCase können Sie auf ein Set professioneller RFID Komponenten zurückgreifen. Umfangreiche Komponenten führender Hersteller für mobile sowie stationäre Anwendungen sind im DemoCase enthalten.

Ebenso das Transpondersortiment wurde von unseren praxisorientierten RFID Spezialisten zusammengestellt und bietet Ihnen die Möglichkeit verschiedenste Applikationen abzudecken.

Datenblätter, Protokolle, Reader DLL, Treiber und Demoprogramm werden auf einer CD mitgeliefert und bieten jedem Benutzer die Möglichkeit problemlos die RFID Reader in Betrieb zu nehmen oder auch eigene Software zu entwickeln.

#### **Dieses DemoCase unterstützt**

- LF 125|134.2kHz

#### **Beispiele Anwender**

- Bildungseinrichtungen
- Forschungseinrichtungen
- RFID Systemintegratoren
- Software / Systemhäuser
- RFID Interessenten

#### **RFID Demo-Case inkludiert**

- 1 Stk. - PVC case grey protection foam
- 1 Stk. - Demo CD
- 1 Stk. - TAGscan LF PS2
- 1 Stk. - Plug In Reader LF Multi
- 1 Stk. - PCMCIA Adapter
- 1 Stk. - LF Plug&Play RS232 Module
- 1 Stk.. - PS2 adapter cable
  
- 2 Stk. - Disc TAG PET 20mm read only
- 2 Stk. - World TAG 20mm Hitag S256
- 2 Stk. - PA6-TAG-34 Hitag S2048
- 2 Stk. - ISO Card without magstripe blanco read only
- 2 Stk. - Keyfob read only
- 2 pcs. - Glass Tag 3.15 x 13mm Hitag S256
- 2 pcs. - Mount on Metal TAG read only



## 10.2 Beschreibung des Starter Kit UHF



[contact us](#)

Mit dem Transponder-Sample-Set können unsere Kunden auf ein professionelles Transponder Set zurückgreifen.

Das Transpondersortiment wurde von unseren praxisorientierten RFID Spezialisten zusammengestellt und bietet Ihnen die Möglichkeit verschiedenste Applikationen damit ab zu decken.

### **Das Confidex Set beinhaltet folgende Confidex UHF Special Label**

- 2 Stk. - Confidex Carrier™
- 2 Stk. - Confidex CASEY™
- 2 Stk. - Confidex SteelWING
- 2 Stk. - Confidex Pino™

### **UHF RFID Hard TAG**

- 2 Stk. - Survivor UHF NXP G2XM - on metal tag
- 2 Stk.. - Halo™ UHF G2XM
- 2 Stk. - Ironside™ NXP G2XM UHF on-metal tag
- 2 Stk. - Ironside Micro™ Higgs3
- 2 Stk. - Steelwave Micro™ UHF
- 2 Stk. - Captura

## 10.3 Beschreibung des Etikettendruckers

### Zebra® R2844Z™ HF 13.56MHz ISO 15693 | Standard

00274



#### RFID-Drucker/Kodierer – Desktop-Druck für kleine Mengen Smart Labels mit 13,56 MHz

##### R2844-Z Robust

Das stabile, doppelwandige Gehäuse aus Spezialkunststoff sorgt dafür, dass den Druckern auch in stark frequentierten Umgebungen nichts passiert.

##### Unübertroffene Leistung in seiner Klasse

32-Bit-Mikroprozessor für rasche Etikettenverarbeitung  
Druckgeschwindigkeiten von bis zu 102 mm pro Sekunde

##### Einfache Bedienung

OpenACCESS®-Gestaltung  
Sichtfenster für einfache Überwachung des Druckmaterials

##### Die kluge Wahl – Drucken und Kodieren von Daten in einer modernen Lösung.

Der R2844-Z-Drucker/Kodierer erfüllt die Nachfrage nach einer kompakten RFID-Drucklösung, die Smart Labels direkt kodieren kann, und ist damit einer der vielseitigsten Drucker der Branche. Er bietet weitreichende Unterstützung für RFID-Transponder mit 13,56 MHz, inklusive I-Code® und EPC von Philips, Tag-it® von TI, PicoTag® von Inside Technologies und ISO 15693 von Philips, Infineon und Texas Instruments.

##### Standardfunktionalitäten

Druck und Kodierung von RFID-Smart-Labels  
Thermorecht- und Thermotransfer-Druck von Barcodes, Text und Grafiken  
OpenACCESS® für das einfache Nachfüllen der Medien  
Doppelwandiges ABS-Gehäuse  
Komplett geschlossenes Medienfach mit 127 mm  
32-Bit-RISC-Prozessor  
Zebra E3®-Druckkopf-Energiesteuerung  
Auto-Kalibrierung  
Netzteil mit automatischer Spannungserkennung (120 V und 240 V)  
Head-up-Sensor  
ZebraLink™ – Echtzeit-Vernetzung und -Steuerung:  
– WebView/Alert – erfordert optional erhältlichen ZebraNet® PrintServer II  
– ZBI™ – übersetzt fremde Datenströme  
ZebraNet™ Bridge

##### Maximaler Druckbereich

Breite: 104 mm  
Länge: 990 mm

### 10.3.1 Datenblatt des Etikettendruckers



Intelligent Contactless Identification

TAGnology RFID GmbH | Grazer Vorstadt 142 | 8570 Voitsberg | AUSTRIA

phone: +43 (0)3142/ 28 9 28-10 | fax: +43 (0)3142/ 28 9 28-20 | office@tagnology.com | www.tagnology.com

## Zebra® R2844-Z

RFID-Drucker/Kodierer – Desktop-Druck für kleine Mengen  
Smart Labels mit 13,56 MHz

#### Die kluge Wahl – Drucken und Kodieren von Daten in einer modernen Lösung.

Der R2844-Z-Drucker/Kodierer erfüllt die Nachfrage nach einer kompakten RFID-Drucklösung, die Smart Labels direkt kodieren kann, und ist damit einer der vielseitigsten Drucker der Branche. Er bietet weit reichende Unterstützung für RFID-Transponder mit 13,56 MHz, inklusive I-Code® und EPC von Philips, Tag-it® von TI, PicoTag® von Inside Technologies und ISO 15693 von Philips, Infineon und Texas Instruments.

Die Größe der Transponder kann von 12 x 28 mm bis 90 x 130 mm reichen. Der R2844-Z, der für den Druck und die Kodierung von Smart Media wie z.B. Armbändern und Smart Labels entwickelt wurde, verfügt über einen leistungsfähigen Prozessor und bietet in der Standardversion serielle, parallele und USB-Schnittstellen sowie optional internes Ethernet.



## Standardspezifikationen auf einen Blick\*

## Standardfunktionalitäten

- Druck und Kodierung von RFID-Smart-Labels
- Thermodirekt- und Thermotransfer-Druck von Barcodes, Text und Grafiken
- OpenACCESS® für das einfache Nachfüllen der Medien
- Doppelwandiges ABS-Gehäuse
- Komplett geschlossenes Medienfach mit 127 mm
- 32-Bit-RISC-Prozessor
- Zebra E3®-Druckkopf-Energiesteuerung
- Auto-Kalibrierung
- Netzteil mit automatischer Spannungserkennung (120 V und 240 V)
- Head-up-Sensor
- ZebraLink™ – Echtzeit-Vernetzung und -Steuerung:
  - WebView/Alert – erfordert optional erhältlichen ZebraNet® PrintServer II
  - ZBI™ – übersetzt fremde Datenströme
- ZebraNet™ Bridge

## Programmierung

- Programmiersprachen ZPL® und ZPL II – Universalsprachen für Zebra-Drucker
- ZBI – Arbeitet mit ZPL zur Steuerung und Interpretation von Datenströmen aus Peripheriegeräten und Nicht-ZPL-Drucker-Programmiersprachen. Übermittelt erfasste Daten über LAN, WAN oder kabelloses Netzwerk über E-Mail oder TCP/IP

## Betriebsbedingungen

## Umgebung

- Betriebstemperatur: 5 °C bis 41 °C
- Lager-/Transporttemperatur: -40 °C bis 60 °C
- Luftfeuchtigkeit/Betrieb: 10 bis 90 %, nicht kondensierend
- Luftfeuchtigkeit/Lagerung: 5 bis 95 %, nicht kondensierend

## Stromversorgung

- Automatische Spannungserkennung (PFC-kompatibel)  
100-240 VAC; 50-60 Hz

## Druckmedien

## Smart Labels

Maximale Etiketten- und Trägerfolienlänge  
990 mm

Maximale Etiketten- und Trägerfolienbreite  
108 mm

Maximaler Rollendurchmesser  
127 mm außen, 25,4 mm innen

Kernnendurchmesser  
25,4 mm bis 38 mm

Bei Verwendung der Medienadapterplatten (inbegriffen):  
50,8 mm, 63,5 mm, 76,2 mm

Stärke  
0,08 mm bis 0,19 mm

## Medientypen

- Von der Rolle oder leporellogefaltet, gestanzt oder Endlos-Thermodirekt-Etiketten mit oder ohne Reflexionsmarke, Bandkassette

## Kommunikations- und Schnittstellenfähigkeiten

- Parallele (36 Pin) Centronics®-Schnittstelle
- Serielle RS-232-Schnittstelle
- USB 1.1

## Prüfsiegel

- Emissionen: FCC Part 15, Subpart C, C-Tick
- Emissionen und Aufnahmefähigkeit (CE): ETSI 300 330-2, ETSI EN301-489-3, EN55022 Class-B, EN61000-3-2, EN61000-3-3 und EN55024
- Sicherheit: CB Scheme IEC 60950:1991 +A1 +A2 +A3 +A4, UL 60950 und C-UL

## Farbbänder

Außendurchmesser  
35 mm

Standardlänge  
74 m bei 0,00833 mm Farbbandstärke

Breite  
33 mm bis 110 mm

## Farbbandabwicklung

Band muss mit Tintenseite nach außen gewickelt sein

Kernnendurchmesser  
13 mm

Für optimale Druckqualität und -leistung empfehlen wir Original-Verbrauchsmaterialien von Zebra

## Schriften/Grafiken/Barcode-Typen

## Schriftarten und Zeichensätze

- Standardfonts: 16 Bitmap-Schriften, 1 stufenlos skalierbar (CG Triumvirate™ Bold Condensed)
- Unterstützt individuelle Fonts
- IBM Codeseite 850 Internationaler Zeichensatz

## Grafiken

- Unterstützt individuelle Fonts und Grafiken – inklusive Kundenlogos

## Barcode-Typen

- Eindimensionale Barcodes: Codabar, Code 11, Code 39, Code 93, Code 128, UPC-A, UPC-E, EAN-8, EAN-13, EAN-14, Industriell 2 von 5, Interleaved 2 von 5, Logmars, MSI, Plessey, Postnet, Standard 2 von 5, UPC-A und UPC-E mit EAN 2- oder 5-Erweiterung
- Zweidimensionale Barcodes: Codablock, Code 49, Data Matrix, MaxiCode, MicroPDF417, PDF417, PlanetCode, QR Code, RSS, TLC 39

## Optionen und Zubehör

- 8 MB Flash mit Echtzeit-Uhr für insgesamt 12 MB für Anwendungen (10,75 MB für Anwender verfügbar)
- Etikettenspender – Ablösen und Sensor für entnommene Etiketten
- ZebraNet PrintServer II (intern oder extern)

\*Die Angaben gelten, sofern nicht anders angegeben, für das Drucker-Basismodell mit den Standardmerkmalen. Änderungen der technischen Daten ohne Vorankündigung vorbehalten.

© 2005 Zebra Technologies Europe Limited. Der Satz „Zuverlässigkeit ist selbstverständlich“, ZebraLink, ZBI und sämtliche Produkt- und -codes sind Zebra-Warenzeichen und Zebra, das Zebra-Logo, OpenACCESS, E3, ZebraNet, ZPL und ZPL II sind eingetragene Warenzeichen von Zebra Technologies Europe Limited. Alle Rechte vorbehalten. CG Triumvirate ist ein Warenzeichen der Agfa Division, Miles Inc. Centronics ist ein eingetragenes Warenzeichen der Centronics Data Computer Corporation. Alle andere Warenzeichen sind im Besitz der jeweiligen Eigentümer.



## R2844-Z

## RFID auf Ihrem Schreibtisch

Der R2844-Z verfügt über eine programmierbare Druckposition zur flexiblen Platzierung der Transponder. Mit seiner kompakten Stellfläche und dem leistungsfähigen Prozessor bietet er eine wirtschaftliche und effiziente Schreibtisch-Lösung für RFID-Anwendungen, bei denen nur geringe Druckmengen anfallen. Da der R2844-Z mit Flash erweiterbar ist, können jederzeit neue RFID-Protokolle hinzugefügt werden.

## 10.4 Beschreibung des Hand Held

### HF PSION Teklogix RFID Workabout PRO Gen2 -Typ S

MB-010/003-00



Der WORKABOUT PRO GEN 2 Handheld Computer bietet die Performance, Robustheit und Ausdauer bei einer äußerst benutzerfreundlichen Ergonomie, die für die mobile Datenerfassung in rauen Umgebungen erforderlich ist. Aufbauend auf Industriestandards stellt unser Design die einfache Integration in Ihre vorhandene oder geplante Infrastruktur sicher. Einmalige Möglichkeiten zur Erweiterung und Anbindung bieten ein hohes Niveau an Flexibilität und kundenspezifischer Anpassung, sodass Sie den WORKABOUT PRO individuell auf Ihre Anwendung abstimmen können.

**In diesem Angebot sind folgende Features integriert:**

- PXA270 520 MHz, 32 bit RISC CPU
- 128 MB flash, 128 MB RAM
- Colour touch screen display 9.144cm (3.6in) diagonal
- Integriertes Bluetooth
- Integrierter Stifthalter
- Tastatur – 2 Ausführungen
- IP54
- Integrierte 13.56MHz Multi ISO RFID Read/Write Elektronik
- Abdeckkappe Extended CAP lang
- 3000mAh Battery

**Betriebssystem:**

Microsoft Windows CE .NET oder Windows Mobile 2003 SE, Microsoft Windows Mobile 6 Classic

**Optionen**

- Barcode Imager 1D/ 2D,
- Laser Scanner
- WLAN
- GSM/GPRS
- Pistolengriff
- Separater Bluetooth Drucker
- Schutzhülle
- Gerätetasche
- Microsoft Windows Mobile 6 Professional
- 4000 mAh Batterie
- und vieles mehr

Umfangreiches Zubehör auf Anfrage!

## 10.4.1 Datenblatt des Hand Held



TAGnology RFID GmbH | Grazer Vorstadt 142 | 8570 Voitsberg | AUSTRIA

phone: +43 (0)3142/28 9 28-10 | fax: +43 (0)3142/28 9 28-20 | office@tagnology.com | www.tagnology.com



### WORKABOUT PRO Second Generation Hand-Held Computer



## The Power To Adapt

The WORKABOUT PRO product line is built on the concept of providing an industrial tool that doesn't need to be replaced or thrown away the minute new requirements emerge. Our customers operate in tough environments, with ever changing requirements and new technology always around the corner. The WORKABOUT PRO adapts quickly and easily to your evolving business needs. The WORKABOUT PRO represents the most flexible yet rugged handheld computer. Its "do-it-yourself" upgradeability makes it an ideal choice for customers in dynamic mobile markets. Due to its superior flexibility and durability, the WORKABOUT PRO has proven successful in a variety of market applications including Field Service, Courier / Delivery, Asset Tracking, Meter Reading, Ticketing, Retail, Livestock Tracking, Warehousing, and Manufacturing; and the list continues to grow.



#### ADVANTAGES

- Flexibility & Integration:** Psion Teklogix is leveraging existing expansion modules from our first generation WORKABOUT PRO, which are fully compatible with the second generation, providing our customers and partners additional investment protection. The new WORKABOUT PRO supports a variety of field installable expansion modules including scanners, imagers, RFID modules, Wireless LAN (WLAN) Wireless WAN (WWAN) radios, and more. Psion Teklogix takes flexibility to the next level by offering a Hardware Developer's Kit (HDK) that allows you to develop your own custom expansion modules to address your unique business needs. Some recent developments include expansion modules that take fingerprints, read cattle ear tags, and scan passports. The WORKABOUT PRO can function as your data capture device and your cellular phone, allowing your mobile workers to call customers, upload route maps, and send data back to office headquarters – all with only one mobile device. A choice of Microsoft Embedded CE 5.0, or Windows Mobile 6 offers the ultimate in flexibility to meet the specific needs of your software solution.
- Ruggedness:** The WORKABOUT PRO withstands 26 drops from five feet to polished concrete, and shock & vibration consistent with mounting in a truck or a forklift. It includes an IP65 rating, protecting it against dust and water sprayed from all directions.
- Ergonomics:** The ease of use and portability of the WORKABOUT PRO combine to deliver exceptional ergonomics. Numeric and Full Alpha-numeric keyboard layouts are available, with a standard backlight feature, enabling your workers to operate the device in dark basement areas or in vehicle cabs at night time. The full VGA color-touch display provides improved graphics capability, allowing your field workers to see finer details in maps or schematics in most lighting conditions, including direct sunlight.

**WORKABOUT PRO**

**PSION TEKLOGIX**  
information in motion



# WORKABOUT PRO Second Generation Hand-Held Computer



**WORKABOUT PRO C**  
Hand-held Computer



**WORKABOUT PRO S**  
Hand-held Computer



## Specifications\*

### MODEL VARIANTS

- WORKABOUT PRO C – Model 7527C-G2
- WORKABOUT PRO S – Model 7527S-G2

### PLATFORM

- PXA270 520 MHz, 32 bit RISC CPU
- 128 MB flash, 128 MB RAM

### OPERATING SYSTEM

- Microsoft® Windows® CE 5.0
- Microsoft® Windows® Mobile® 6 Classic
- Microsoft® Windows® Mobile® 6 Professional

### WIRELESS COMMUNICATIONS

- Optional expansion modules for: 802.11b/g (via Compact Flash) operating in the 2.4GHz band:
  - Supports IEEE 802.11g data rates of 1, 2, 5.5 and 11Mbps using Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS).
  - Supports IEEE 802.11g data rates of 6, 9, 12, 24, 36, 48 and 54 Mbps, using Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) baseband modulation
- GSM/GPRS EDGE (via expansion interface)
  - Quad-Band – 850/900/1800/1900 Voice and Data
  - GPRS Class B, Multi-Slot Class 12
  - EGPRS Class B, Multi-Slot Class 12

- Integrated Bluetooth class II, ver 1.2
  - Working Range: 5m to 10m (16.4 ft. to 32.81 ft.)
- Note: 802.11b/g, GSM, and Bluetooth are available simultaneously

### BARCODE APPLICATIONS

- Optional 1D imager expansion module
- Optional 2D imager expansion module
- Optional 1D SE955 laser scanner expansion module
- Optional 1D SE1223 High Performance laser scanner expansion module
- Optional bolt-on pistol grip
- Note: All are user upgradeable

### RFID MODULE OPTIONS

- HF Module
  - Frequency: 13.56 MHz
  - Tags supported: ISO 15693, Philips iCode™, TI Taglit™; Tagsys (C210, C220, C240, C270)
  - Read/write range up to: 80 mm (3.15 in.)
- MIFARE module
  - Frequency: 13.56 MHz
  - Tags supported: ISO 14443 A&B, Mifare
  - Read/write range up to: 50 mm (1.97 in.)
- LF module
  - Frequency: 125 KHz, 134.2 KHz
  - Tags supported: EM 4x0x, EM 4x50; Hitag 1 & 2; ISO HDXA & FDXB
  - Read/write range up to: 70 mm (2.756 in.)
- UHF module
  - Frequency: 868 MHz or 915 MHz
  - Read range: up to 150 cm (4.92 ft.) [915 MHz] and up to 80 cm (2.62 ft.) [868 MHz]
  - Tag supported: EPC Class 1 Gen 2, other protocols depending on regions

### USER INTERFACE

- Color Touch Screen Display
  - 9.144 cm (3.6 in.) diagonal
  - Full VGA 480x640 resolution
  - Transflective, portrait mode TFT
  - Adjustable Backlight
  - Sunlight readable (for outdoor use)
  - High reliability LED backlight
  - Easily replaceable and customizable bezel

Psion Teklogix™ is a trademark of Psion Teklogix Inc. Other product names mentioned in this document may be trademarks of Psion Teklogix Inc., or trademarks or registered trademarks of other hardware, software, or service providers and are used herein for identification purposes only.

Windows and the Windows Logo are trademarks or registered trademarks of Microsoft Corporation in the United States and/or other countries.

WAPRO 05/07 A4 UK

- Touchscreen (standard)
- Passive stylus or finger operation
- Signature capture
- Keyboards
  - Full Alpha-Numeric (C model)
  - Numeric (S model)
- Ergonomically enhanced for ambidextrous one-hand operation
- Backlit, high durability hard-capped keys
- Indicators & Controls
  - LED indicates battery charge status
- Audio
  - Mono speaker
  - Mono microphone
  - High volume 92 db beeper

### PROGRAMMING ENVIRONMENT

- HTML, XML
- Psion Teklogix Mobile Devices SDK
- Hardware Development Kit (HDK)
- .NET and C++ programming using Microsoft® Visual Studio® 2005
- Java programming supporting JDK 1.2.2 or higher
- Standard Protocol APIs
  - Windows sockets (CE.net)
- APPLICATION SOFTWARE
  - Internet Explorer 6.0 incl. with Windows CE 5.0
  - Internet Explorer® Mobile incl. with Windows® Mobile® 6
  - Windows Mobile Device Center
  - Voice dialer and Personal Information Manager (PIM) incl. with Windows Mobile 6 Professional
  - Unique Psion Teklogix Voice Dialer and Contacts Manager incl. Windows CE 5.0
  - PTX Connect VoIP
  - Optional OpenTekTerm terminal emulation software, supports IBM 5250, IBM 3270, HP2392, ANSI and TESS
  - Mobile Control Center (MCC) device management

### EXPANSION SLOTS

- One SD/MMC memory card slot – user accessible
- End-cap USB Interface supports GPS expansion module.
- 100-PIN expansion interface: supports PCMCIA (type II), GSM/GPRS EDGE and other third-party expansion modules developed using Psion Teklogix WORKABOUT PRO Hardware Developer's Kit.
- Flex cable interface with robust connector: supports scanner (serial) and imager (USB) modules
- One Type II CF Card Slot

### EXTERNAL CONNECTORS

- One Tether connection with full RS232 and USB On-The-Go (USB 1.1) functionality
- One Low-Insertion Force (LIF) docking connector
- DC Power Jack

### POWER MANAGEMENT

- Optional 3.7V, 3000 mAh High Capacity Battery Pack
- Optional 3.7V, 4000 mAh Super High Capacity Battery Pack
- Advanced Smart Battery with gas gauge
- 3 power source options: Runs off battery, AC power, or automotive power supplies
- Built in charger
- Rechargeable, user replaceable backup battery pack

### ENVIRONMENTAL

- Withstands 26 drops (on 12 edges, 8 corners, 6 faces) at 1.5 meters (5 ft.) to polished concrete while powered on and configured with accessories such as CF radio, scanner/imager, and pistol grip.
- Rain/Dust: IP65, IEC 60529
- Operating Temperature: -10°C to +50°C (-14°F to 122°F)
- 5%-95% RH non-condensing
- Storage Temperature: -40°C to +60°C (-40°F to 140°F)

### PHYSICAL DIMENSIONS AND WEIGHT

- WORKABOUT PRO C: 223 mm x 75/100 mm x 31/42 mm (8.775" x 2.95"/3.94" x 1.22"/1.65")
- WORKABOUT PRO S: 200 mm x 75/100 mm x 31/42 mm (7.87" x 2.95"/3.94" x 1.22"/1.65")
- Weight (w/o battery pack):
  - WORKABOUT PRO C: 455 g (1 lbs)
  - WORKABOUT PRO S: 390g (.859 lbs)

### POWER ACCESSORIES

- AC power supply (charge & operate hand-held)
- Automotive power supply (charge & operate hand-held)
- Single and Quad slot battery pack chargers
- Powered cradle for vehicle mount applications

### COMMUNICATION ACCESSORIES

- Quad Dock (4-site) with 10/100 BaseT Ethernet and charge functions
- Desktop Docking Station (charges hand-held & spare battery) provides USB 1.1 host and device ports and supports optional plug-on expansion modules supporting 10/100 Base T Ethernet or RS232 connections.
- USB On-The-Go cable supports Active Sync without requiring a docking station
- Optional End Caps supporting RS232, TTL, and IrDA

### CARRYING ACCESSORIES

- Hand-strap, pistol grip w trigger, holster, various protective carrying cases and pouches

### APPROVALS

- Safety: CSA/UL 60950-1, IEC 60950-1, EN60950-1
- EMC:
  - FCC Part 15 Class B
  - EN 55022
  - EN 55024
  - EN301 489
- Laser:
  - IEC 60825-1, Class 2
  - FDA 21 CFR 1040.10, 1040.11 Class II
- Bluetooth: 1.2
- RF: Bluetooth and 802.11b/g: EN300 328, Part 15.247
- GSM/GPRS: EN301 511; EN50360/361, NAPRD03; 3GPP51.010; FCC Parts 22 & 24; Industry Canada: RSS-132 & 133
- In Vehicle Cradle: e Mark

\* Specifications are subject to change without notice

www.pSIONteklogix.com

## 10.5 Erklärung von verwendeten Fachbegriffen der Arbeit

### ERP

Enterprise Resource Planning (ERP, „Planung [des Einsatzes/der Verwendung] der Unternehmensressourcen“) bezeichnet die unternehmerische Aufgabe, die in einem Unternehmen vorhandenen Ressourcen (Kapital, Betriebsmittel oder Personal) möglichst effizient für den betrieblichen Ablauf einzusetzen und somit die Steuerung von Geschäftsprozessen zu optimieren.

Ein ERP-System ist eine komplexe Anwendungssoftware zur Unterstützung der Ressourcenplanung eines gesamten Unternehmens.

ERP-Systeme unterscheiden sich hauptsächlich in:

- der fachlichen Ausrichtung (Zielbranche)
- der Skalierbarkeit auf unterschiedliche Unternehmensgrößen (Anzahl benötigter Benutzer oder Unternehmensstandorte)
- dem angebotenen Funktionsumfang
- und den zum Einsatz kommenden Technologien (Datenbanken, Programmiersprachen, Schichtenarchitekturen, unterstützten Betriebssystemen, etc.)

Quelle Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/ERP-System>, 12.09.2011

### EDIFACT Subset

UN/EDIFACT ist die Abkürzung für United Nations Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport. EDIFACT ist ein branchenübergreifender internationaler Standard für das Format elektronischer Daten im Geschäftsverkehr. EDIFACT ist einer von mehreren internationalen EDI-Standards. Verantwortlich für den EDIFACT-Standard ist eine UN-Einrichtung namens CEFACT, die der UNECE angegliedert ist.

#### EDIFACT-Aufbau

Jede Nachricht besteht aus einem Umschlag (engl. envelope), den man sich als ein Briefkuvert vorstellen kann. Dieser Umschlag besteht aus den Segmenten UNB und UNZ. In diesem Umschlag stehen jeweils vereinbarte Codenummern für Absender und Empfänger, sowie Nachrichteninhalt, Zeiten zur Rückverfolgung, sowie Prüfelemente. Eine Nachricht selbst besteht aus Segmenten, Datenelementgruppen und Datenelementen.

Quelle Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/EDIFACT-Subset#EDIFACT-Subsets>, 12.09.2011



### SC Größe des EAN-Codes

**WELSMANN *id***  
 Identification Systems & Quality

WELSMANN  
 Otto-Brenner-Strasse 203  
 D-33604 Bielefeld

**WELSMANN *id***  
 Identification Systems & Quality  
 Otto-Brenner-Strasse 203  
 Germany - 33604 Bielefeld  
 Fon 0521 - 2706021 Fax 0521 - 2706622  
 www.welsmannid.de

276188  
 949992  
 @aol.com  
 welsmannid.de

<p>SC0 = 0.82          30,50x21,48 mm          ±0.042 mm</p> <p>4 012345 678901</p>	<p>SC1 = 0.90          33,56x23,63 mm          ±0.068 mm</p> <p>4 012345 678918</p>	<p>SC2 = 1.00          37,29x26,26 mm          ±0.101 mm</p> <p>4 012345 678925</p>	<p>SC0 = 0.82          21,87x17,70 mm          ±0.042 mm</p> <p>4012 3400</p>	<p>SC1 = 0.90          24,06x19,48 mm          ±0.068 mm</p> <p>4012 3417</p>
<p>SC3 = 1.10          41,02x28,89 mm          ±0.115 mm</p> <p>4 012345 678932</p>	<p>SC8 = 1.85          68,99x48,58 mm          ±0.233 mm</p> <p>4 012345 678987</p>	<p>SC2 = 1.00          26,73x21,64 mm          ±0.101 mm</p> <p>4012 3424</p>	<p>SC3 = 1.10          29,40x23,80 mm          ±0.115 mm</p> <p>4012 3431</p>	
<p>SC4 = 1.20          44,75x31,51 mm          ±0.131 mm</p> <p>4 012345 678949</p>	<p>SC9 = 2.00          74,58x52,52 mm          ±0.255 mm</p> <p>4 012345 678994</p>	<p>SC4 = 1.20          32,08x25,97 mm          ±0.131 mm</p> <p>4012 3448</p>	<p>SC5 = 1.35          50,34x35,45 mm          ±0.156 mm</p> <p>4 012345 678956</p>	<p>SC5 = 1.35          36,09x29,21 mm          ±0.156 mm</p> <p>4012 3455</p>
<p>SC6 = 1.50          55,94x39,39 mm          ±0.178 mm</p> <p>4 012345 678963</p>	<p>SC8 = 1.85          49,45x40,03 mm          ±0.233 mm</p> <p>4012 3486</p>	<p>SC6 = 1.50          40,10x32,46 mm          ±0.178 mm</p> <p>4012 3462</p>	<p>SC7 = 1.65          61,53x43,33 mm          ±0.200 mm</p> <p>4 012345 678970</p>	<p>SC9 = 2.00          53,46x43,28 mm          ±0.255 mm</p> <p>4012 3493</p>
		<p>SC7 = 1.65          44,10x35,71 mm          ±0.200 mm</p> <p>4012 3479</p>		

Produced by rgi Digitale Reproduktionen GmbH Dortmund

## Textformat XML

Die Extensible Markup Language (engl. für „erweiterbare Auszeichnungssprache“), abgekürzt XML, ist eine Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdaten. XML wird u. a. für den plattform- und implementationsunabhängigen Austausch von Daten zwischen Computersystemen eingesetzt, insbesondere über das Internet.

Namen der Strukturelemente [Bearbeiten]

Die Namen der Strukturelemente (XML-Elemente) für eine XML-Anwendung lassen sich frei wählen. Ein XML-Element kann ganz unterschiedliche Daten enthalten und beschreiben: meistens Text, aber auch Grafiken oder abstraktes Wissen. Ein Grundgedanke hinter XML ist es, Daten und ihre Repräsentation zu trennen, um Daten beispielsweise einmal als Tabelle und einmal als Grafik auszugeben, aber für beide Arten der Auswertung die gleiche Datenbasis im XML-Format zu nutzen.

Quelle Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/XML>, 12.09.2011

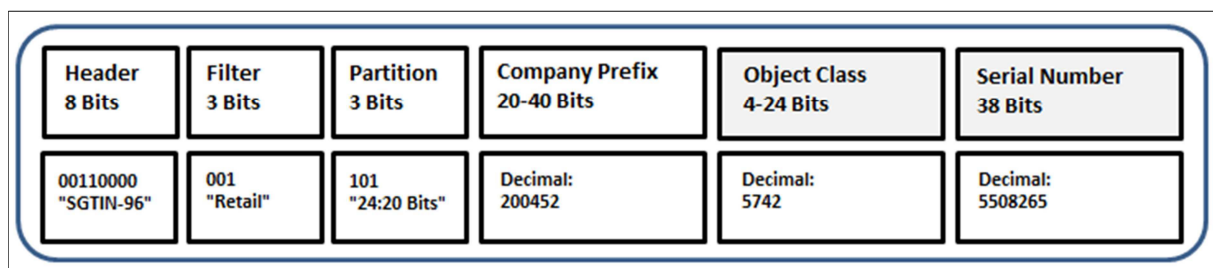
## EPC

Elektronischer Produktcode (EPC = Elektronischer Produkt Code)

Ein Ziel der RFID-Technologie liegt in der automatischen Identifizierung von Objekten. In dem Transponderdaten-Standard von EPCglobal wird eine Reihe von Kodierungsvorgaben für bestehende Identifikationsnummern gegeben, welche die eindeutige Identifizierung von physischen Objekten ermöglicht.

Bei diesen Objekten kann es sich um Produkte, um Versandeinheiten wie Pakete, um wiederverwendbare Verpackungen, um Transporthilfsmittel wie Container, aber auch um organisatorische sowie physische Geschäftseinheiten und Ortsangaben wie ein Wareneingangstor in einem Lager handeln. Die Kodierung der EPCs wurden dabei bewusst abwärtskompatibel zu den korrespondierenden und bereits bestehenden Identifikationsnummern von GS1 erstellt. Diese können in Abhängigkeit davon, ob sie auf Ebene der Instanzen Eindeutigkeit aufweisen, grundsätzlich in zwei Gruppen aufgeteilt werden.

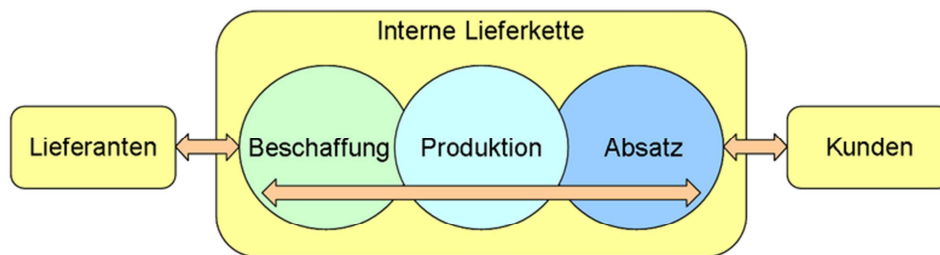
Die Nummer der Versandeinheit (NVE) – engl. Serial Shipping Container Code (SSCC) – identifiziert beispielsweise bereits die einzelnen Instanzen. Daher konnte diese Identifikation direkt in den als EPC kodierten SSCC-96 überführt werden. Im Gegensatz dazu identifiziert die Global Trade Item Number (GTIN) – ehemals Europäische Artikelnummer (EAN) – nur eine bestimmte Produktklasse. Alle Produkte aus dieser Produktklasse tragen den gleichen Strichcode. Aus diesem Grund muss für die EPC-kodierte serialisierte GTIN (SGTIN-96) eine Seriennummer für jedes einzelne Produkt hinzugefügt werden. Einen Überblick über den Aufbau des EPC in der Kodierung eines SGTIN-96 gibt nachfolgendes Beispiel:



Die Produktklasse (Object Class) und Seriennummer (Serial Number) eines EPC werden jeweils von der Organisation vergeben, die bei EPCglobal registriert ist und der dadurch eine EPC-Mitgliedsnummer (Company Prefix) zugeteilt wurde. Einer RFID-Studie aus dem Jahr 2008 zufolge setzen derzeit 46% der befragten Handelsunternehmen eine Identifikationsnummer in Form des EPC ein. Interessanterweise verwenden weitere 31% der Unternehmen zwar einen EPC-konformen, aber nicht lizenzierten EPC. Auf diese Art und Weise sparen die Unternehmen die Mitgliedsgebühren bei EPCglobal, sind aber gleichzeitig darauf vorbereitet, sobald ein Geschäftspartner derartige Voraussetzungen stellt, den vollwertigen EPC einzusetzen.

## Supply Chain

Mit Lieferkette (engl. supply chain) wird das Netzwerk von Organisationen bezeichnet, die über vor- und nachgelagerte Verbindungen an den verschiedenen Prozessen und Tätigkeiten der Wertschöpfung in Form von Produkten und Dienstleistungen für den Endkunden beteiligt sind. Das Konzept der Lieferkette gehört zum Standardrepertoire der Wirtschaftswissenschaften. Insbesondere ist es Gegenstand des Supply-Chain-Managements (Lieferkettenmanagement). Abzugrenzen ist die Lieferkette von der Wertkette und der Transportkette.



Quelle: Wikipedia, [http://de.wikipedia.org/wiki/Supply\\_Chain](http://de.wikipedia.org/wiki/Supply_Chain) , 12.09.2011

## Induktion

Das Vorhandensein der induzierten Spannung ist das wesentliche Kennzeichen von Induktion, denn in elektrischen Feldern ohne Induktion (z. B. in dem Feld unbewegter Ladungen) ergibt sich als Umlaufintegral des elektrischen Feldes immer null.

Die induzierte Spannung kommt dadurch zustande, dass eine während der Zeit  $dt$  konstant gehaltene Fläche mit einem sich ändernden Fluss  $d\Phi / dt$  immer von einem elektrischen Wirbelfeld mit in sich geschlossenen Feldlinien umgeben ist.

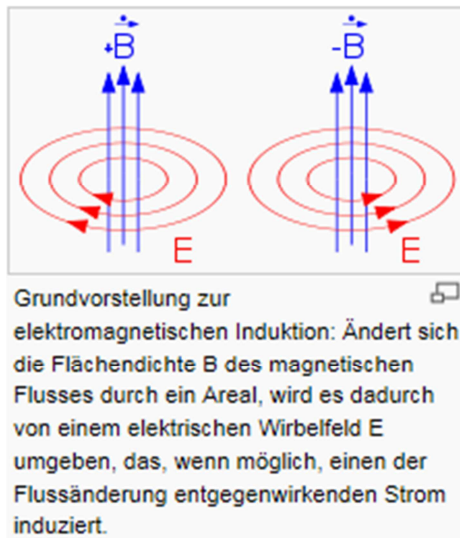
Da sich Flüsse nicht einzelnen Raumpunkten, sondern nur Flächen  $A$  zuordnen lassen, drückt man den magnetischen Fluss meist durch die entsprechende magnetische Flussdichte  $\vec{B}$  aus:

$$\Phi = \int \vec{B} \times d\vec{A}$$

Zur Kennzeichnung der Flussintegrale wird gelegentlich auch ein doppeltes Integralzeichen verwendet, da es sich bei der Integrationsvariablen um  $\vec{A}$  eine infinitesimale Fläche, also etwas Zweidimensionales handelt. Das Induktionsgesetz lässt sich mithilfe des magnetischen Flusses dann wie folgt schreiben:

$$U_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Bei der genannten Formulierung ist zu beachten, dass die Formulierung von ruhenden Leiterschleifen bzw. Umlaufwegen ausgeht, d. h. es findet während der Zeit  $dt$  keine Flächenänderung statt. Die Behandlung von bewegten oder teilweise bewegten Umlaufwegen erfordert eine gesonderte Betrachtung, da das magnetische Feld, vor allem aber auch das elektrische Feld, von verschiedenen bewegten Beobachtern unterschiedlich gemessen wird. Hinsichtlich der Vorzeichen ist zu beachten, dass die Kontour  $C$  die Fläche vereinbarungsgemäß im Sinne der Rechten Handregel umkreist.

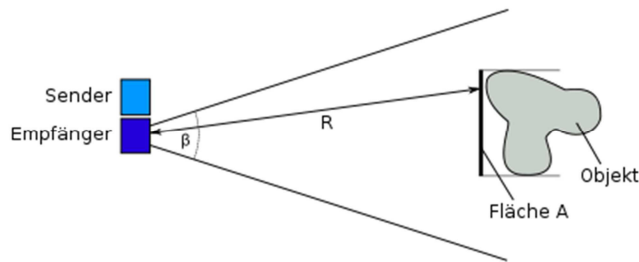


Quelle: Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Induktionsgesetz>, 12.09.2011

## Radargleichung

Mit der Radargleichung kann die Empfängerleistung  $P_D$  in Abhängigkeit von der Sendeleistung  $P_0$ , der Entfernung und den Eigenschaften des Objektes ermittelt werden. Damit kann abgeschätzt werden, ob unter den gegebenen Umständen das Objekt im Detektor ein ausreichend starkes Signal erzeugt, dass es "gesehen" wird.

$$P_D = \frac{P_0 \times A \times B \times \rho(\alpha)}{4\pi^2 \times R^4 (1 - \cos(\frac{\beta}{2}))}$$



$P_0$  ... Leistung des ausgestrahlten Signals am Ort des Senders

$P_D$  ... Leistung des empfangenen Signals am Ort des Empfängers

$A$  ... Fläche des angestrahlten Objektes

$B$  ... Detektorfläche des Empfängers

$\rho$  ... Reflexionsvermögen der Objektoberfläche

$\beta$  ... Öffnungswinkel am Sender

$R$  ... Entfernung zwischen Sender und dem angestrahlten Objekt

Die Formel setzt voraus, dass die Entfernung zwischen Objekt und Sender deutlich größer als die Wellenlänge des Radars ist. Das heißt, das Objekt muss sich im Fernfeld des Senders befinden.

Durch Umstellung der obigen Gleichung nach der Entfernung und durch die Verwendung von Antennenparametern anstelle der Winkelfunktion erhält man eine Form der Radargleichung, die oft in der Praxis verwendet wird, um die betriebliche Leistungsfähigkeit von Radaranlagen zu beurteilen:

$$R_{max} = \sqrt[4]{\frac{P_0 \times G^2 \times \lambda^2 \times \sigma}{P_D \times (4\pi)^3}}$$

$G$  ... Antennengewinn

$\lambda$  ... verwendete Wellenlänge

$\sigma$  ... effektive Reflexionsfläche des Zieles (Radarquerschnitt)

$R_{max}$  ... Maximale Reichweite des Radargerätes

Quelle: Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Radargleichung>, 12.09.2011

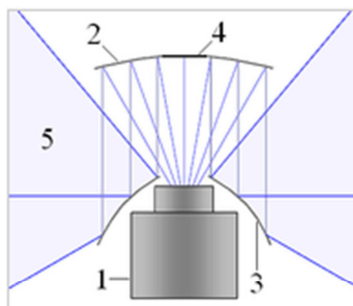
## Omnidirektionale Lesung

Omnidirektionale Kameras sind in der Lage, Bilder aus allen Richtungen in einem Bereich von 360 Grad horizontal als auch vertikal aufzunehmen.

### Aufbau

Omnidirektionale Kameras sind je nach System verschieden aufgebaut. Katadioptrische Sichtsysteme bestehen in ihrer Grundform aus einer Kamera mit Objektiv und einem dazugehörigen Spiegel.

Der Name dieses Systems erklärt sich durch die Verwendung von Linsen (Dioptrik – Optik brechender Systeme) im Objektiv und dem frontal zur Kameralinse befestigten Spiegel (Katoptrik – Optik reflektierender Systeme). Der Spiegel sollte dabei so beschaffen sein, dass er die Lichtstrahlen eines möglichst großen horizontalen und vertikalen Bereiches der Umgebung in Richtung Kameralinse reflektiert. Omnidirektionale Kamerasysteme können schnell recht groß ausfallen. Um dem entgegenzuwirken, besteht die Möglichkeit gefaltete omnidirektionale Kamerasysteme einzusetzen. Der Weg des Lichtes wird bei dieser Methode „gefaltet“, also mithilfe eines zweiten Spiegels so verändert, dass die Größe des Gesamtsystems verringert werden kann. Durch die unterschiedliche Kombination verschiedener Spiegeltypen entsteht eine sehr große Vielfalt verschiedener Systeme. Zur Aufnahme selbst werden entweder perspektivische oder orthografische Kameras verwendet.



Schematischer Aufbau einer omnidirektionalen Kamera mit zwei Spiegeln:

- 1: Kamera
- 2: oberer Spiegel
- 3: unterer Spiegel
- 4: „schwarzer Fleck“
- 5: Blickfeld (hellblau)

Quelle: Wikipedia, [http://de.wikipedia.org/wiki/Omnidirektionale\\_Kamera](http://de.wikipedia.org/wiki/Omnidirektionale_Kamera) , 12.09.2011

## Faraday'scher Käfig

Der Faradaysche Käfig (auch Faraday-Käfig) ist eine allseitig geschlossene Hülle aus einem elektrischen Leiter (z. B. Drahtgeflecht oder Blech), die als elektrische Abschirmung wirkt. Bei äußeren statischen oder quasistatischen elektrischen Feldern bleibt der innere Bereich zufolge der Influenz feldfrei. Bei zeitlich veränderlichen Vorgängen wie elektromagnetischen Wellen beruht die Abschirmwirkung auf den sich in der leitfähigen Hülle ausbildenden Wirbelströmen, die dem äußeren elektromagnetischen Feld entgegen wirken. Statische oder langsam variierende Magnetfelder (wie das Erdmagnetfeld) werden durch einen Faraday'schen Käfig nicht abgeschirmt, sodass ein Kompass auch innerhalb eines solchen Käfigs weiterhin funktioniert.

Quelle: Wikipedia, [http://de.wikipedia.org/wiki/Faradayscher\\_K%C3%A4fig](http://de.wikipedia.org/wiki/Faradayscher_K%C3%A4fig) , 12.09.2011

## Debugging von Programmen

Ein Debugger (von engl. bug im Sinne von Programmfehler) ist ein Werkzeug zum Diagnostizieren und Auffinden von Fehlern in Computersystemen, dabei vor allem in Programmen, aber auch in der für die Ausführung benötigten Hardware.

Funktionen eines Debuggers

- die Steuerung des Programmablaufs, insbesondere durch Haltepunkte und die Einzelschritt-Verarbeitung von Befehlen
- das Inspizieren von Daten, z. B. die Register, den aktuellen Programmcode als Assembler oder Hochsprachen Quelltext, den allgemeinen Daten in festen und flüchtigen Speichern, der Erzeugung von fortgeschrittenen Daten-Interpretationen etwa durch eine Callstack-Funktionalität oder das Anzeigen von Ein-/Ausgabe-Registern, Tabellen und Hochsprachen-Strukturen
- das Modifizieren von Speichern, z. B. des Hauptspeichers, der externen Ein-/Ausgabe-Zustände und der Register des Prozessorkerns

Je nach Debugger und Beschaffenheit der Hardware ist es auch möglich, Rückmeldungen und Fehlerzustände (Exceptions) des Zielsystems aufzufangen. Hier sind vor allem Speicherzugriffsfehler interessant, ungültige Opcodes und Befehlsfolgen, bei denen Eingangs- oder Ausgangsgrößen fraglich sind, etwa eine versuchte Division durch Null.

Quelle: Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Debugger>, 12.09.2011



## KANBAN

Kanban (jap. dt. „Karte“, „Tafel“, „Beleg“) ist eine Methode der Produktionsablaufsteuerung. Das auch Hol- oder Zurufprinzip genannte Pull-Prinzip orientiert sich ausschließlich am tatsächlichen Verbrauch von Materialien am Bereitstell- und Verbauort. Kanban ermöglicht eine Reduzierung der Bestände von Produkten, die für die Produktion benötigt werden. Ziel ist es die gesamte Wertschöpfungskette auf der ersten Fertigungs-/Produktionsstufe kostenoptimal zu steuern.

### Historische Entwicklung

Das ursprüngliche Kanban-System wurde 1947 von Taiichi Ohno in der japanischen Toyota Motor Corporation entwickelt. Ein Grund hierfür war die ungenügende Produktivität des Unternehmens im Vergleich zu amerikanischen Konkurrenten. Ohno beschrieb die Idee so: „Es müsste doch möglich sein, den Materialfluss in der Produktion nach dem Supermarkt-Prinzip zu organisieren, das heißt, ein Verbraucher entnimmt aus dem Regal eine Ware bestimmter Spezifikation und Menge; die Lücke wird bemerkt und wieder aufgefüllt“.

Quelle: Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Kanban>, 12.09.2011