

# Master-Thesis

Erstellung eines Fragebogens zur Ermittlung aktueller Trends im Werkzeugmanagement



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
D,  
**PMW**  
TU DARMSTADT

Bearbeiter: cand. -Ing. Victor Sebastian Padros

Matr. Nr.: 242719

Betreuer: Dipl.-Ing. Eva Schaupp

Abgabe: Darmstadt, den 18.05.2016

---

**Master Thesis**  
**für**  
**Victor Sebastian Padros | 2472199**



Institut für Produktionsmanagement,  
Technologie und Werkzeugmaschinen

Fachbereich Maschinenbau  
Otto-Berndt-Str. 2  
(vormalige Straßenbezeichnung  
Petersenstr. 30)  
64287 Darmstadt

Telefon: +49 6151 16-2156  
Telefax: +49 6151 16-3358

Thema:

„Erstellung eines Fragebogens zur Ermittlung aktueller Trends im  
Werkzeugmanagement“

Topic:

„Developing a questionnaire for determining current trends in tool  
management“

Die wachsende Dynamik im industriellen Umfeld, kürzere Lieferzeiten sowie zunehmend individualisierte Produkte stellen auch das Werkzeugmanagement vor neue Herausforderungen. Es muss dafür Sorge tragen, dass auch bei steigenden Anforderungen die richtigen Werkzeuge zur Verfügung stehen. Hierfür stehen verschiedene Ansätze zur Verfügung. So sollen beispielsweise Tool Management Systeme das Unternehmen unterstützen. Weiterhin besteht die Möglichkeit im Rahmen von Industrie 4.0 die Werkzeuge intelligent zu machen und so ihren Weg zu verfolgen.

Neben diesen Ansätzen gibt es weitere Entwicklungen im Werkzeugmanagement. Um diese zu identifizieren, soll im Rahmen dieser Arbeit ein Fragebogen entwickelt werden, der Ermittlung aktueller Trends im Werkzeugmanagement dient. Dieser soll so konzipiert werden, dass alle relevanten Teilbereiche des Werkzeugmanagements – von der Werkzeugplanung über die Werkzeugbewirtschaftung, die Werkzeugdisposition, die Werkzeugversorgung bis zum Werkzeugeinsatz – abgedeckt werden.

Folgende Kernaspekte sollen durch diese wissenschaftliche Arbeit bearbeitet werden:

- Theoretische Aufarbeitung der Grundbestandteile des Werkzeugmanagements
- Identifikation neuester/aktueller Entwicklungen im Werkzeugmanagement
- Entwicklung eines Fragebogens zur Ermittlung aktueller Trends
- Anwendung/Validierung des Fragebogens in einem Unternehmen

Informationsbasis für die Arbeit sind aktuelle Forschung und Literatur. Eine detaillierte Literaturrecherche zu allen relevanten Themen wird vorausgesetzt.

Umfang: 6 Monate  
Betreuer: Eva Schaupp, M.Sc.

Prof. Dr.-Ing. E. Abele

---

---

## Erklärungen

---

1. Hiermit erkläre ich, die vorliegende **Diplomarbeit** ohne die Hilfe Dritter, nur mit den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln angefertigt zu haben. Alle Stellen, die den Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht worden. Diese Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegen.

---

(Ort, Datum)

---

(Unterschrift)

2. Folgende Einverständniserklärung ist unabhängig vom Prüfungsverfahren zur Diplomprüfung (ein Exemplar verbleibt bei den Prüfungsakten) und ohne Einfluss auf die Bewertung der Diplomarbeit. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass Sie mit der Aufnahme in die Bibliothek nicht einverstanden sind [siehe Ziffer 2b].
  - a. Mir ist bekannt, dass ein Exemplar der **Diplomarbeit** Bestandteil der Prüfungsakte wird und bei der TU Darmstadt verbleibt [§19 Abs. 7 Diplomprüfungsordnung / Allgemeiner Teil (DPO/AT) vom 15. Juli 1991 (Amtsblatt 1992, S.23) in der Fassung der zweiten Änderung vom 7. Februar 1994 (Amtsblatt S. 441)].
  - b. Ich bin damit **einverstanden** / **nicht einverstanden** (bitte nicht entsprechendes streichen), dass die Diplomarbeit in den Bibliotheksbestand der TU Darmstadt aufgenommen wird und öffentlich zugänglich gemacht wird.

---

(Ort, Datum)

---

(Unterschrift)

3. Die TU Darmstadt bittet Sie im Interesse eines freien Informationsaustausches, ihr Urheberrecht an der Arbeit zu wissenschaftlichen Zwecken nutzen zu dürfen. Sie können die Nutzung Ihres Urheberrechts durch die TU Darmstadt ohne Angabe von Gründen und ohne nachteilige Folgen für die Bewertung der Arbeit verweigern. Ich bin damit **einverstanden** / **nicht einverstanden** (bitte nicht entsprechendes streichen), dass die TU Darmstadt das Urheberrecht an meiner **Diplomarbeit** zu wissenschaftlichen Zwecken nutzen kann.

---

(Ort, Datum)

---

(Unterschrift)

---

---

## **Kurzfassung / Abstract**

---

Das Hauptziel dieser Arbeit ist es, einen Fragebogen zur Verfügung zu stellen. Dieser Fragebogen sollte ein Unternehmen liefern aktuelle Trends zu bestimmen, so dass die Trends das Werkzeugmanagement des Unternehmens verbessert. Um diese Trends zu identifizieren sollte der Fragebogen alle Grundbestandteile des Werkzeugmanagements abdecken. Daher wird die Arbeit wie folgt strukturiert.

Zuerst wird das Werkzeugmanagement und ihre Grundbestandteile theoretisch aufarbeitet. Diese Aufarbeitung ermöglicht die Arbeit besser zu verstehen, da die unterschiedliche Funktionen des Werkzeugmanagements in diesem Kapitel erklärt werden.

Die aktuelle Trends und die nicht so aktuelle Tools des Werkzeugmanagements werden im dritten und vierten Kapitel dargestellt. Außerdem wird die Relevanz, die jeder Trend im Werkzeugmanagement besitzt, erklärt.

Die Entwicklung des Fragebogens wird im nächsten Kapitel auseinandergesetzt. Dieser Fragebogen wird in unterschiedliche Teile gegliedert. Jeder Teil entspricht ein wichtiges Grundbestandteil des Werkzeugmanagement, um damit das Verständnis des Fragebogens zu erleichtern.

Der letzte Kapitel entspricht die Verwendung des Fragebogens in einem Unternehmen und deren Schlussfolgerungen. Dabei wird zuerst das Unternehmen vorgestellt und das Werk beschrieben. Danach wird der Fragebogen von einem Mitarbeiter beantwortet und zuletzt werden die Schlussfolgerungen und die Zusammenfassung dargestellt.

3 Stichwörter: Werkzeuge, Metaldyne, Grundbestandteile

---

---

## Inhaltsverzeichnis

---

Erklärungen.....	i
Kurzfassung / Abstract.....	i
Inhaltsverzeichnis .....	i
Abbildungsverzeichnis .....	iii
Tabellenverzeichnis.....	iv
Abkürzungsverzeichnis .....	v
<b>1 Einleitung zum Werkzeugmanagement.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundbestandteile des Werkzeugmanagements.....</b>	<b>2</b>
2.1 Einteilung der Grundbestandteile des Werkzeugmanagements.....	2
2.2 Werkzeugstammdatenverwaltung.....	3
2.3 Planungsebene.....	4
2.3.1 Primärbedarfsplanung .....	4
2.3.2 Produktentwurf und Konstruktion.....	4
2.3.3 Arbeitsplanung .....	5
2.3.4 Bedarfsplanung.....	5
2.3.5 Zeit- und Kapazitätsplanung.....	6
2.3.6 Beschaffung.....	6
2.3.7 Auftragsfreigabe.....	6
2.4 Realisierungsebene.....	7
2.4.1 Fertigungssteuerung.....	7
2.4.2 Lagerung.....	7
2.4.3 Versorgung.....	8
2.4.4 Fertigung .....	9
<b>3 Tools, die noch im Werkzeugmanagement verwendet werden .....</b>	<b>10</b>
3.1 Einleitung.....	10
3.2 ABC-Analyse mit der Anwendung des Pareto-Konzepts.....	10
3.2.1 Relevanz im Werkzeugmanagement .....	12
3.3 Enterprise Resource Planung (ERP).....	12
3.3.1 Merkmale von ERP-Systeme.....	13
3.3.2 Vorteile und Beschränkungen von ERP .....	13
3.3.3 Relevanz im Werkzeugmanagement .....	14
3.4 Entity-Relationship-Modell (ERM) für Datenmodelle.....	14
3.4.1 Grundelemente des ERM .....	14
3.4.2 Qualitäten des Entity-Relationship-Modell.....	18
3.4.3 Lesen eines Entity-Relationship-Diagramm.....	20
3.4.4 Relevanz im Werkzeugmanagement .....	21
<b>4 Aktuelle Trends im Werkzeugmanagement .....</b>	<b>22</b>
4.1 Einleitung.....	22
4.2 RFID (Radio-frequency identification).....	22
4.2.1 Wie funktioniert die RFID-Technologie? .....	23
4.2.2 Tags.....	24



4.2.3	Hauptvorteile im Werkzeugmanagement.....	25
4.2.4	Nachteile von der RFID-Technologie.....	26
4.2.5	Die Zukunft in der RFID-Technologie.....	26
4.3	Barcode.....	26
4.3.1	Komponente eines Barcode-System.....	27
4.3.2	Relevanz im Werkzeugmanagement .....	28
4.4	Vergleich zwischen Barcode und RFID.....	29
4.5	Simulationssoftwares .....	30
4.5.1	Software WITNESS.....	31
4.5.2	Relevanz im Werkzeugmanagement .....	33
4.6	Automated Guided Vehicles (AGV) oder fahrerloses Transportfahrzeug .....	33
4.6.1	Zielsetzung einer AGV.....	35
4.6.2	Relevanz im Werkzeugmanagement .....	35
4.7	CNC-Technologie.....	35
4.7.1	Was ist die CNC-Technologie?.....	36
4.7.2	Relevanz im Werkzeugmanagement .....	37
4.8	CAD/CAM Softwares .....	37
4.9	ERP aus der Cloud .....	38
4.9.1	Cloud Computing (Datenverarbeitung in der Wolke).....	38
4.9.2	ERP aus der Cloud .....	39
4.9.3	Vorteile .....	39
<b>5</b>	<b>Fragebogen .....</b>	<b>41</b>
5.1	Einleitung.....	41
5.2	Entwicklung des Fragebogens.....	41
<b>6</b>	<b>Anwendung des Fragebogens in einem Unternehmen .....</b>	<b>47</b>
6.1	Metaldyne.....	47
6.2	Metaldyne International Deutschland .....	48
6.3	Anwendung des Fragebogens .....	51
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>57</b>
7.1	Werkzeugstammdatenverwaltung.....	57
7.2	Produktentwurf und Konstruktion .....	57
7.3	Werkzeugtransport.....	57
7.4	Werkzeugbestandsführung und Bedarfsplanung .....	58
7.5	Werkzeugplanung.....	58
7.6	Werkzeugeinsatz .....	58
7.7	Zusammenfassung.....	58
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>60</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Aufgegliederte Teilprozesse des geschäftsprozessorientierten Werkzeugmanagements. .....	2
Abbildung 2: Werkzeugklassifizierungsbaum.....	3
Abbildung 3: Materialien Liste in Form einer Zusammenfassung.....	10
Abbildung 4: Pareto-Konzept.....	11
Abbildung 5: Entität-Beziehung Beispiel (Adaptiert von Batini; Ceri; Nacathe S. 33).....	15
Abbildung 6: Ring Beispiel (Adaptiert von Batini; Ceri; Nacathe S. 32).....	15
Abbildung 7: Darstellung der Verallgemeinerung in dem ER-Modell(Adaptiert von Batini; Ceri; Nacathe S. 36).....	16
Abbildung 8: Generalisierung Hierarchie für die Entität Person (Adaptiert von Batini; Ceri; Nacathe S. 36).....	16
Abbildung 9: Verbundene Attribute.....	17
Abbildung 10: ERM zur Werkzeugklassifizierung.....	21
Abbildung 11: RFID Beispiel (Abbildung von EPC RFID).....	23
Abbildung 12: RFID-Tag Beispiele .....	24
Abbildung 13: Das Aussehen des gemeinsamen Barcode .....	26
Abbildung 14: Komponenten eines Barcode-System .....	27
Abbildung 15: Beispiel Witness .....	31
Abbildung 16: Beispiel Design Elemente.....	32
Abbildung 17: Beispiel Graphische Darstellung.....	32
Abbildung 18: Beispiele von zwei AGVs .....	34
Abbildung 19: Beispiel einer CNC-Maschine .....	37
Abbildung 20: Metaldyne Produkte.....	47
Abbildung 21: Werk Metaldyne Dieburg 1 .....	50
Abbildung 22: Werk Metaldyne Dieburg 2 .....	50

---

---

## **Tabellenverzeichnis**

---

Tabelle 1: Grobes Beispiel .....	11
Tabelle 2: Zusammenfassung von den Elementen .....	18
Tabelle 3: Vergleich zwischen Barcode und RFID .....	29



---

## Abkürzungsverzeichnis

---

usw.	und so weiter
ERP	Enterprise Ressource Planung
z.B.	zum Beispiel
ERM	Entity-Relationship-Modell
EPK	ereignisgesteuerte Prozesskette
CAD	Computer Aided Planning
CAM	Computer Aided Manufacturing
S.	Seite
Vgl.	Vergleich
CNC	Computer Numerical Control
NC	Numerical Control
RFID	radio-frequency identification
bzw.	beziehungsweise
AGV	Automated guided vehicles

---

## **1 Einleitung zum Werkzeugmanagement**

---

Das Werkzeugmanagement wird für die Herstellung von Produkten benötigt, denn der hohe Wettbewerb zwischen den Unternehmen macht, dass heutzutage ein gutes Werkzeugmanagement unerlässlich ist. Das Werkzeugmanagement lässt sich in die Funktionen der Werkzeugplanung oder Werkzeugstammdatenverwaltung und Werkzeuglogistik gliedern. (Vgl. Röschinger; Stockenberger; Günthner (2014) S. 52)

Die Aufgabe der Werkzeugplanung ist die Daten über die angewendeten Werkzeuge zu organisieren und sie sinnvoll im Umfeld zu integrieren. Diese Stammdaten beschreiben die geometrische Eigenschaften der Werkzeuge und die Anwendungsvorschriften. Mit einer ERP Software entwickelt man eine Datenbank um die ganzen Information zu speichern und zu verwenden. Diese Daten werden dann für einen optimalen Fertigungsprozess benötigt. (Vgl. Röschinger; Stockenberger; Günthner (2014) S. 52)

Die Logistik umfasst alle Grundbestandteile des Werkzeugmanagements, wie die Bedarfsplanung, Produktentwicklung, Planung von den Arbeitsgängen der Werkzeuge, Beschaffung, Fertigungssteuerung, Lagerung, Versorgung usw. (Vgl. Röschinger; Stockenberger; Günthner (2014) S. 52)

## 2 Grundbestandteile des Werkzeugmanagements

### 2.1 Einteilung der Grundbestandteile des Werkzeugmanagements

Die Einteilung der Grundbestandteile des Werkzeugmanagements wird in unterschiedliche Funktionen gegliedert, wie in der Abbildung 1 gezeigt wird. Dieses Referenzmodell besteht aus zwei Ebenen. Zum einen einer Planungsebene und zum anderen einer Realisierungsebene (Vgl. Geib (1997) S. 73).

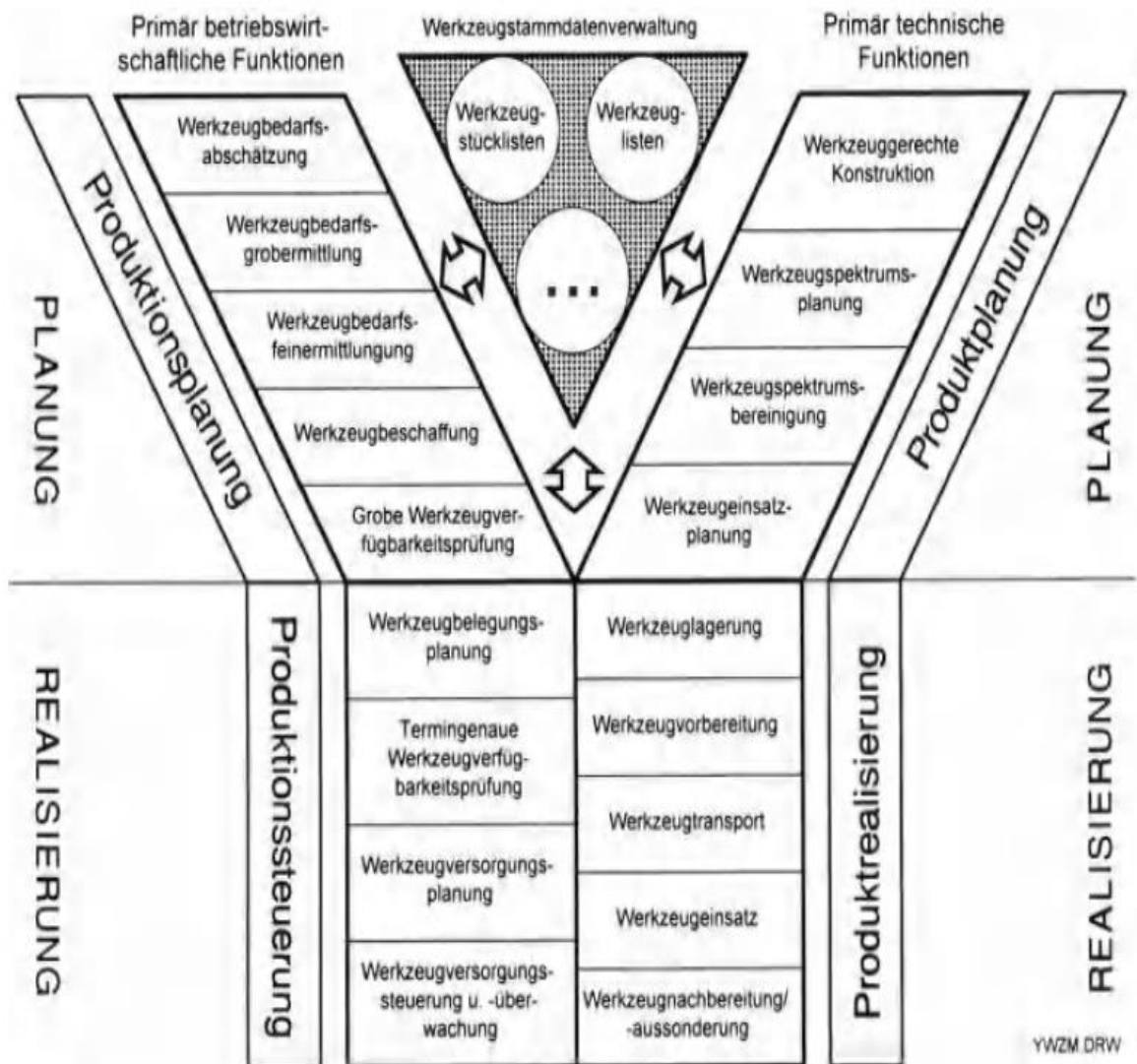


Abbildung 1: Aufgegliederte Teilprozesse des geschäftsprozessorientierten Werkzeugmanagements.

(Adaptiert von Geib (1997) S.73)

## 2.2 Werkzeugstammdatenverwaltung

Eine zentrale Funktion des Werkzeugmanagements ist die Werkzeugstammdatenverwaltung. Ihre Aufgabe ist es die Werkzeuge mit einer konstanten Zuteilung und Pflege von Daten zu aller relevanten Werkzeuge zu klassifizieren. Diese Klassifizierung hilft für die Suche und Auswahl von Werkzeugen für einen bestimmten Arbeitsgang, wie auch für die Verwendung gleicher Werkzeuge für ähnliche Einsatzfälle und für innerbetriebliche Standardisierung. Nach der Klassifizierung wird jedes Werkzeug mit einer Identifikationsnummer gekennzeichnet und mit einer Sachmerkmaleiste beschrieben. Die Sachmerkmaleiste hilft zur Detaillierung des Werkzeuges, denn in dieser Liste kann man geometrische (z.B. Länge, Durchmesser), technologische (z.B. Werkstoff, Schnittgeschwindigkeit) und organisatorische (z.B. Hersteller, Preis) Sachmerkmale unterscheiden. (Vgl. Geib (1997) S. 81)

Die Trends, die man in der Vergangenheit für diese Werkzeugklassifizierung benutzte, waren die ER-Modelle und die Funktionsbäume. Heutzutage werden ERP-Systeme benutzt. (Vgl. Schuh (2006) S. 71)

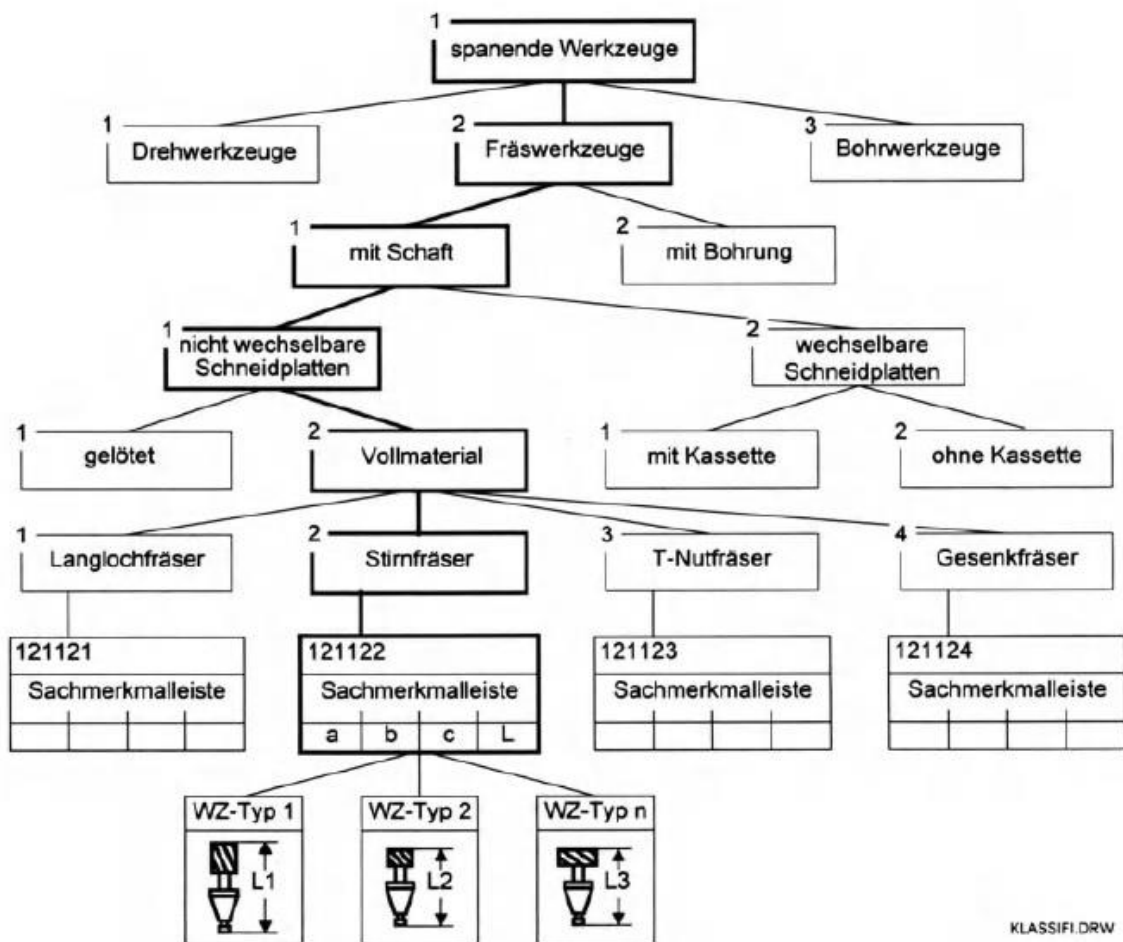


Abbildung 2: Werkzeugklassifizierungsbaum

(Abb. 30 Geschäftsprozessorientiertes Werkzeugmanagement von Thomas Geib S.80)

Diese Abbildung ist ein Beispiel eines Funktionsbaums, der die Klassifizierung der Werkzeuge vereinfacht.

---

## 2.3 Planungsebene

Die Planungsebene eines Unternehmens greift die Planung des Produkts und der Produktion an. In dieser Ebene wird dann eine mittel- bis lang-fristige Präparation von allen Produktionsaktivitäten hergestellt, wie auch die Anfertigung der Leitlinien für die zukünftige Fertigung. (Vgl. Dangelmeier (2009) S. 5)

Nach Geib (1997), lässt sich die Planungsebene durch die folgenden Funktionen unterteilen:

- Primärbedarfsplanung
- Produktentwurf und Konstruktion,
- Arbeitsplanung mit NC-Programmierung,
- Bedarfsplanung,
- Zeit- und Kapazitätsplanung,
- Beschaffung und
- Auftragsfreigabe.

### 2.3.1 Primärbedarfsplanung

Der Primärbedarf ist die Festlegung eines Termins für die Herstellung einer bestimmten Menge von einem bestimmten Produkt (Vgl. Siepermann (2015)). Diese Planung basiert sich normalerweise auf die Kundenaufträge und wird praktisch das ganze Produktionsprogramm nach Art und Menge bestimmen (Vgl. Schotten (1998) S. 36). Um eine sinnvolle Primärbedarfsplanung zu durchführen, werden auch unterschiedliche Trends benutzt, wie die ereignisgesteuerten Prozessketten (Vgl. Geib (1997) S. 93). Mit den EPKs kann man jeden Schritt grafisch darstellen, um diese Planung sorgfältig zu durchführen (Vgl. Geib (1997) S. 93).

### 2.3.2 Produktentwurf und Konstruktion

Der Entwurf und die fertigungs- und kostengerechte Gestaltung von Produkten werden in diesem Bereich bearbeitet. Die Fertigungsmenge, die bei der Primärbedarfsplanung bestimmt wird, ist in diesem Bereich nicht notwendig. Dennoch ist es sinnvoll diese Menge zu berücksichtigen, da die Kosten der Konstruktion sehr hoch sind. Diese Funktion lässt sich in vier Teile unterscheiden:

die Planung, die Konzipierung, die Gestaltung und die Detaillierung. In der Planung werden die Bedingungen des Produktes bei der Konstruktion definiert, wie auch sein Entwicklungsauftrag. In der Konzipierung werden die entsprechenden Bedingungen analysiert und danach werden zu den nicht erfüllbaren Bedingungen Lösungen gefunden und bewertet. In der dritten und vierten Phase, die Gestaltung und die Detaillierung, werden die Entwürfe konkretisiert und dabei werden die Materialien und die Geometrie des Produktes berücksichtigt um einen hohen Kostenaufwand zu vermeiden. (Vgl. Geib (1997) S. 96)

---

### 2.3.3 Arbeitsplanung

In dieser Phase werden die Informationen, die man benötigt, gesammelt, um die Herstellung von den entworfenen Produkten zu garantieren. Somit besitzt die Fertigung der Produkte eine optimale Qualität. Die Arbeitsplanung beschreibt die Umwandlung eines Produktes von dem Ausgangszustand bis zum Endzustand. Diese Umwandlung wird mit einer CAD/CAM Software (Computer Aided Planning/Computer Aided Manufacturing) vorbereitet, um eine detailgenaue Arbeitsplanung zu bekommen. (Vgl. Mertens (2013) S. 61)

In der Arbeitsplanung kann man drei Unterteile unterscheiden:

die Werkzeugeinsatzplanung, die Werkzeugspektrumsplanung und die Werkzeugspektrumsbereinigung (Vgl. Geib (1997) S. 106). In der Werkzeugeinsatzplanung wird der Werkzeugteilspektrum eingeeengt, indem man einige Festlegungen trifft. Diese können zum Beispiel sein: das Material des Produkts oder die entsprechenden Einsatzparameter, wie zum Beispiel die Schnittgeschwindigkeit (Vgl. Geib (1997) S. 107). Außerdem werden zu den Bearbeitungsaufgaben die richtigen Werkzeugtypen zugeordnet (Vgl. Geib (1997) S. 107). Die Aufgabe der Werkzeugspektrumsplanung ist die Definierung und die Planung von der Fertigung potentiell zum Einsatz kommende Werkzeugspektrum (Vgl. Geib (1997) S. 108). Bei der Werkzeugbereinigung wird eine Werkzeugspektrumsanalyse durchgeführt, um eine Beseitigung von den veralteten oder unnötigen Werkzeugtypen zu erzeugen (Vgl. Geib (1997) S. 114).

### 2.3.4 Bedarfsplanung

Unter der Berücksichtigung des Primärbedarfs, die Hauptaufgabe der Bedarfsplanung, ist die Verwaltung der Läger, die Übernahme von Fremdteilen und die Bestimmung von den selbst gefertigten und fremdbezogenen Teilen, die man für die Realisierung des Produktionsplan benötigt. Diese letzte Aufgabe, die Bestimmung von den selbst gefertigten und fremdbezogenen Teilen, wird durch eine Brutto-Netto-Rechnung entschlossen, wobei die Einzelbedarfe mit den vorhandenen Lagerbeständen abgeglichen werden. (Vgl. Geib (1997) S. 144)

Die Bruttobedarfsermittlung wird ohne die Berücksichtigung der Lagerbestände ermittelt. Um die Einflussgröße der Bedarfe zu analysieren, werden Trends benutzt, wie eine ABC-Analyse. Dabei wird eine Liste von den gebrauchten Teilen ermittelt, die von Vorlaufzeiten, Art, Menge und Termin berücksichtigt werden. (Vgl. Schuh (2006) S. 43)

Aus dem Bruttobedarf errechnet sich der Nettobedarf unter Berücksichtigung der Lagerbestände. Man subtrahiert von dem Bruttobedarf die Teile, die man in den Lagerbeständen schon besitzt und dabei erhält man den Nettobedarf. (Vgl. Schuh (2006) S. 45)

---

### **2.3.5 Zeit- und Kapazitätsplanung**

Die Hauptaufgabe von der Zeit- und Kapazitätsplanung ist die Prüfung jeder notwendigen Ressource und jedes notwendigen Material zu jedem Zeitpunkt. Dabei wird geprüft, ob die Kapazitätsnachfrage das verfügbare Kapazitätsangebot überschreitet und somit ein unzulässiger Produktionsablaufplan vorliegt. Wenn dies in einem Zeitpunkt der Fall ist, dann muss man geeignete und kurzfristige Maßnahmen ergreifen, um die Kapazitätsnachfrage zu vermindern oder um das Kapazitätsangebot zu erhöhen. (Vgl. Dyckhof; Spindler (2007), S. 248)

### **2.3.6 Beschaffung**

Das Ziel der Beschaffung ist die Vorbereitung aller fremdbezogenen Güter, die man für den Erstellungsprozess braucht. Bei dieser Vorbereitung handelt es sich um die Erreichung fremdbezogener Gütern in der erforderlichen Qualität und Menge, ebenfalls darum sie zu der richtigen Zeit und am richtigen Ort zu bekommen. Die Beschaffung bringt für alle Unternehmen eine sehr hohe Verantwortung, denn sie sind von den verfügbaren Gütern und deren rechtzeitiger Verfügbarkeit sehr abhängig. Aus diesem Grund liegen die materiellen Kosten bei etwa 40% bis 60% der Gesamtkosten. (Vgl. Geib (1997) S. 167)

### **2.3.7 Auftragsfreigabe**

Die letzte Funktion der Planungsebene ist die Auftragsfreigabe, denn sie gilt als Brücke zwischen der Planungs- und der Realisierungsebene. Bei der Auftragsfreigabe werden die Fertigungsaufträge ermittelt, so dass man sie in eine kürzere Periode aufführen kann. Die Verfügbarkeit der benötigten Ressourcen für die Auftragsführung wird dann überprüft (Vgl. Hahn; Laßmann (1999) S. 553). Diese Überprüfung wird in allen vorherigen Planungsstufen durchgeführt. Dabei überprüft man in jeder Stufe die Menge und die Termine von den Ressourcen (Vgl. Hahn; Laßmann (1999) S. 553). Wenn man die Verfügbarkeit nicht gewährleisten kann, sucht man nach einer Lösung, wie Eilbestellungen, um die geplanten Fertigungstermine zu sichern. Ansonsten muss man den Fertigungsauftrag erneut planen (Vgl. Geib (1997) S. 188).

---

## 2.4 Realisierungsebene

In dieser Ebene wird die Produktion gesteuert, ausgeführt und kontrolliert (Vgl. Geib (1997) S. ). Die Fertigungsaufträge, die in der Planungsebene ermittelt wurden, sind in der Realisierungsebene nun umsetzbar. Nach Geib (1997) kann man die Realisierungsebene in vier Produktionsaufgaben teilen:

- Fertigungssteuerung,
- Lagerung,
- Versorgung und
- Fertigung.

### 2.4.1 Fertigungssteuerung

In der Zeit- und Kapazitätsplanung wurden die Arbeitspläne, Fertigungsaufträge und Arbeitsgänge zu den geeigneten Maschinenarten zugeordnet. In dieser ersten Phase der Realisierungsebene werden die Zielvorgaben der Zeit- und Kapazitätsplanung in spezifischen Anweisungen für die Produktion umgesetzt. (Vgl. Loos (2012))

Nach Geib (1997) lassen sich die Hauptaufgaben der Fertigungssteuerung in vier werkzeugspezifische Funktionen unterteilen:

- Feinterminierung,
- Termingenaue Verfügbarkeitsprüfung,
- Versorgungsplanung,
- Ablaufsteuerung und -überwachung.

In der Feinterminierung werden die Arbeitsgänge von den Maschinen geplant und die Werkzeugbelegung ermittelt (Vgl. Dyckhof; Spindler (2007), S. 253). Die Gewährleistung in Zeit und Menge des Vorhandenseins der benötigten Ressourcen wird an der betroffenen Maschine in der termingenaue Verfügbarkeitsprüfung überprüft (Vgl. Kistner; Steven (1993) S. 9).

Alle Maßnahmen, die mit der Vor- und Nachbereitung der Werkzeuge zu tun haben, wie zum Beispiel, die Werkzeugmontage und die Werkzeugprüfung, werden in der Versorgungsplanung bearbeitet. Der Transport von Ressourcen ist auch ein Teilprozess dieser Phase. In der letzten Funktion werden die Arbeitsgänge ausgeführt und überwacht. (Vgl. Geib (1997) S. 201).

### 2.4.2 Lagerung

In der Lagerung werden die Bestände von den End- oder Zwischenprodukten und von den Fremtteilen aufbewahrt und verwaltet. Eine flüssige Einlagerung und Auslagerung ist das Ziel dieser Funktion. Dabei ist es wichtig eine sorgfältige Bestandführung zu vollziehen. (Vgl. Geib (1997) S. 248)



---

### **2.4.3 Versorgung**

In der Versorgung wird die Versorgungsplanung, die in der Fertigungssteuerung realisiert ist, implementiert. Die Werkzeugversorgung umfasst alle Funktionen, die vor dem Einsatz und nach dem Einsatz teilnehmen. Die Werkzeugversorgung ist ein wichtiger Teilprozeß von dieser Phase und deswegen ist es auch notwendig, sie ausführlich zu bearbeiten. Dabei wird die Werkzeugversorgung in neun Unterteile unterschieden (Vgl. Geib (1997) S.259):

- Werkzeugkommissionierung,
- Werkzeugtransport,
- Werkzeugmontage,
- Werkzeugvoreinstellung,
- Werkzeugaustausch,
- Werkzeugprüfung,
- Werkzeugdemonage,
- Werkzeuginstandsetzung und
- Werkzeugwiedereinlagerung.

#### **1.2.3.1 Werkzeugkommissionierung**

In dieser Phase werden die Komplettwerkzeuge als auch die Werkzeugkomponenten aus dem Lager entnommen und zu ihren Werkzeuglosen zusammengestellt. Die Werkzeuge, die man aus dem Lager nimmt, sind die auftragsbezogene Werkzeuge, die man in der Fertigungssteuerung behandelte. (Vgl. Geib (1997) S. 263)

#### **1.2.3.2 Werkzeugtransport**

Alle Werkzeuge werden in diesem Abschnitt zu den im Versorgungsplan vereinbarten Orten transportiert, um eine materiallogistische Verkettung zu haben (Vgl. Geib (1997) S. 267).

#### **1.2.3.3 Werkzeugmontage**

Die Montage von den Komplettwerkzeugen zu den Werkzeugkomponenten ist die Aufgabe der Werkzeugmontage (Vgl. Geib (1997) S. 272).

#### **1.2.3.4 Werkzeugvoreinstellung**

Die genauen Einstellungen, die in der Planungsebene konkretisiert waren, werden jetzt auf den Werkzeugen eingetragen (Vgl. Geib (1997) S. 277).

---

### **1.2.3.5 Werkzeugaustausch**

Die Aufgabe des Werkzeugaustausches ist die Anpassung der maschinenspezifischen Werkzeugspeicherbelegung, indem man die nicht mehr benötigte Werkzeuge entnimmt, um sie durch die erforderlichen Werkzeuge auszutauschen (Vgl. Geib (1997) S. 280).

### **1.2.3.6 Werkzeugprüfung**

In der Werkzeugprüfung werden, während der Durchführung der Produktion, die Werkzeuge kontrolliert und in Abhängigkeit der Prüfungsergebnisse weiter benutzt, ersetzt oder nicht ersetzt und beseitigt (Vgl. Kistner; Steven (1993) S. 9).

### **1.2.3.7 Werkzeugdemonontage**

Wie der Name es schon sagt werden die Komplettwerkzeuge in diesem Abschnitt in ihre eigene Komponenten demontiert. Die Demontage ist immer eine Folge von Funktionen. Man muss nicht alle Werkzeuge zerlegen, sondern nur die Werkzeuge die man nach der Werkzeugprüfung beseitigen sollte und die, die man nachher nicht mehr als Komplettwerkzeug benutzen wird. (Vgl. Kahmeyer (1995) S. 18)

### **1.2.3.8 Werkzeuginstandsetzung**

Die Werkzeuge, die man nach der Werkzeugprüfung beseitigen sollte, werden in dieser Phase vorbereitet, damit sie wieder verwendbar sind (Vgl. Geib (1997) S. 298).

### **1.2.3.9 Werkzeugwiedereinlagerung**

Die Aufgabe des letzten Unterteils ist die Wiedereinlagerung von den Werkzeugen (Vgl. Geib (1997) S. 300).

## **2.4.4 Fertigung**

Das Ziel der Fertigung ist die operative Umsetzung von den Design-Spezifikationen zu der Herstellung von den bestimmten Produkten. Dabei werden verschiedenen Tools verwendet, wie zum Beispiel die CNC-Maschinen. (Vgl. Geib (1997) S. 307)

---

### 3 Tools, die noch im Werkzeugmanagement verwendet werden

---

#### 3.1 Einleitung

Im Werkzeugmanagement werden auch Tools benötigt, obwohl sie nicht aktuelle Trends sind. Trotzdem können für manche Funktionen des Werkzeugmanagements sehr hilfreich sein. Deswegen werden in diesem Kapitel einige wichtigen Tools dargestellt.

#### 3.2 ABC-Analyse mit der Anwendung des Pareto-Konzepts

Obwohl es kein aktuelles Trend ist, die ABC-Analyse wird noch im Werkzeugmanagement häufig benutzt. Die ABC-Analyse ist eine einfache, aber sehr wichtige Technik, um unterschiedliche Kategorien von Materialien zu identifizieren (Vgl. Ultsch (2001) S. 2). Ab und an wird es als das Pareto-Konzept bezeichnet, da die 80/20 Regel des Paretos gilt (Vgl. Ultsch (2001) S. 2). Mit anderen Worten: 80 % des Wertes der Materialien entspricht 20% des Volumens der Materialien (Vgl. Hines (2004) S. 265).

Dies sind in der Tat die 'A' Artikel des Inventars. 'B' Artikel repräsentieren 10 Prozent des Wertes und 30 Prozent des Volumens, während die übrigen 'C' Artikel die restlichen 10 Prozent des Wertes repräsentieren. Dennoch machen sie 50 Prozent des Volumens aus. (Vgl. Hines (2004) S. 265)

Ein einfaches Beispiel veranschaulicht das Konzept. Betrachtet man einen Automobilhersteller, der viele verschiedene Teile benötigt, die ein Auto bilden sollten. Die Analyse der Rechnungsliste für die Fahrzeugmaterialien wird eine Hierarchie von Teilen offenbaren. Die nächste Abbildung zeigt eine gekürzte Zusammenfassung der Fahrzeugteile, die das Fahrzeug bilden. (Vgl. Hines (2004) S. 265)

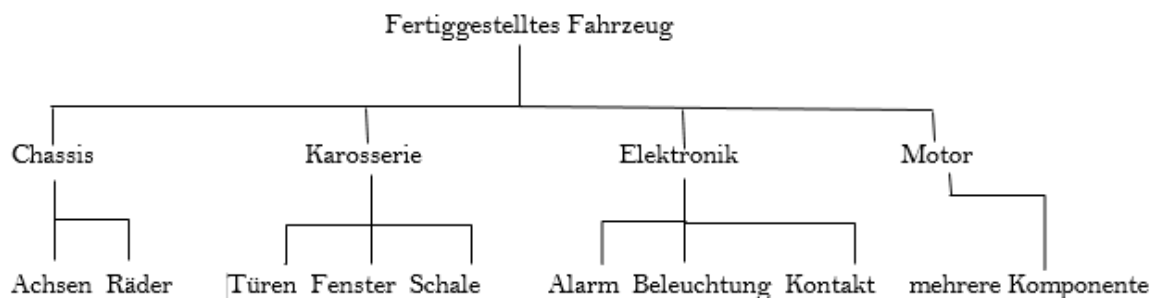


Abbildung 3: Materialien Liste in Form einer Zusammenfassung

(Adaptiert von Hines (2004) S. 265)

Hochwertige Güter werden als "A" kategorisiert, mittlerwertige als "B" und niedrigwertige als "C" (Vgl. Eichhorn; Merck (2016) S. 401). Die Regel kann auf jedem Inventar angewendet werden (Vgl. Hines (2004) S. 265). Die Mehrheit der Bestandsposten werden immer von geringem Wert sein und die kleinste Kategorie wird immer hochwertig sein (Vgl. Ultsch (2001) S. 2).

Im Beispiel der Abbildung 7 würden die fertigen Güter (das Fahrzeug selbst, Motoren und die unmittelbaren Unterbaugruppen) des Fahrzeuges wahrscheinlich die 'A' Kategorie darstellen. Zu der 'B' Kategorie gehören die Elemente, die zur Baugruppe dazu gehören. In der 'C' Kategorie würden alle

Muttern, Bolzen, Nieten, Platten, Verkabelung, usw. sein. Das Beispiel in Tabelle 2 zeigt, wie die tatsächlichen Prozentwerte und Volumen in der Realität abweichen können. (Vgl. Hines (2004) S. 266)

In dieser Situation wird es für den Manager eine höhere Belohnung geben, wenn er sich auf hochwertige Einzelteile in den ursprünglichen Gruppen A und B und nicht auf C-Artikel fokussiert (Vgl. Eichhorn; Merck (2016) S. 401). Die Abbildung 8 illustriert die ABC Kategorie, indem man in der X-Achse den Prozentsatz von Gütern repräsentiert und in der Y-Achse den Wert (Vgl. Hines (2004) S. 266). Die Daten aus der Tabelle wurden aufgetragen, um eine Summenkurve zu erzeugen und diese auch graphisch zu erstellen (Vgl. Hines (2004) S. 266).

Tabelle 1: Grobes Beispiel

Kategorie	Anzahl von Gütern	Prozentsatz von Gütern	Jahreskaufwert	Prozentsatz des Werts
A	2325	18.78 %	28 500 000 €	79.61 %
B	3232	26.10 %	4 100 000 €	11.45 %
C	6825	55.12 %	3 200 000 €	8.94 %
Summe	12328	100.00 %	35 800 000 €	100%

(Adaptiert von Hines (2004) S. 266)

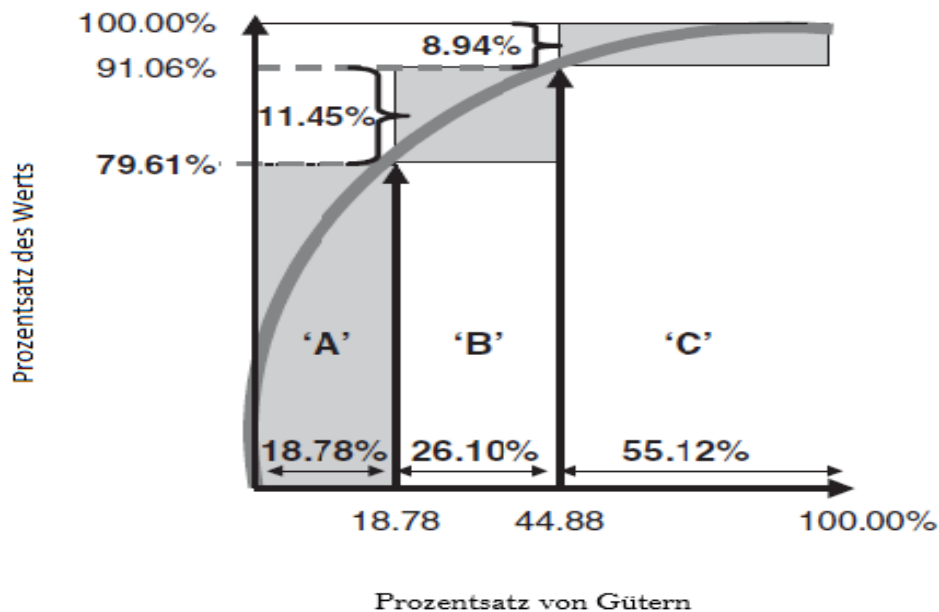


Abbildung 4: Pareto-Konzept

(adaptiert von Hines (2004) S. 267)

---

### **3.2.1 Relevanz im Werkzeugmanagement**

Dies ist ein nützliches Konzept für die Bedarfsplanung des Werkzeugmanagement, denn ein Unternehmen kann sich nun viel mehr auf die Verwaltung ihrer Beziehungen mit einer kleineren Anzahl von Anbietern konzentrieren und es vereinfacht dabei die Kaufentscheidung der Teile, die man für die Realisierung des Produktionsplan benötigt (Vgl. Eichhorn; Merck (2016) S. 401). Es wird helfen, die Manager auf das konzentrieren, was in Bezug auf die Aufteilung ihrer Zeit und Mühe wichtig ist (Vgl. Eichhorn; Merck (2016) S. 401).

Das Pareto-Konzept wird oft als ein Inventar-Management-Tool des Werkzeugmanagement wahrgenommen. Es kann jedoch in verschiedenen Zusammenhängen angewendet werden. Die ABC-Analyse ist ein Mittel, welches die Aufmerksamkeit des Managements priorisiert. Es ist natürlich sehr wichtig für die Manager die Aufmerksamkeit auf die Bedürfnisse der 20 Prozent der Kunden, die in der A-Kategorie identifiziert sind, zu widmen, da sie einen so hohen Anteil an Verkaufswert repräsentieren (80 Prozent). (Vgl. Hines (2004) S. 267)

### **3.3 Enterprise Ressource Planung (ERP)**

Heutzutage ist die Wirtschaft sehr wettbewerbsfähig: das globale Umfeld, indem sich ein Unternehmen entwickelt, ruft hervor, dass nur die effizientesten Unternehmen den Erfolg erreichen. Es ist üblich, dass viele Unternehmen nicht in der Lage sind, die Vorteile der Umwelt zu übernehmen und eine falsche Handhabung von Informationen führt sie zu erheblichen Verluste in Ihrer Organisation. (Vgl. Gómez; Suárez (2010) S. 10)

Eine mögliche Lösung für eine bessere Kontrolle der Vorgänge in einem Unternehmen ist die Implementierung eines Enterprise Ressource Planung Systems. Die ERP Systeme sind diejenigen, die viele der Geschäftsprozesse im Zusammenhang mit Betriebs- und Produktionsaspekte eines Unternehmens automatisieren (Vgl. Pérez; Octavio; Racet (2013) S.156).

Normalerweise besteht diese Art von System aus Modulen, wie Human Resources, Vertrieb, Buchhaltung und Finanzen, Einkauf, Produktion, die unter anderem die Informationen über alle Geschäftsprozesse bereitstellen. Diese Software muss konfiguriert und auf die spezifischen Bedürfnisse der jeweiligen Organisation angepasst werden. Nach der Implementierung eines ERP wird den Mitarbeitern eines Unternehmens ermöglicht die Ressourcen in allen Bereichen zu verwalten, verschiedene Szenarien zu simulieren und konsolidierte Informationen in Echtzeit zu erhalten. (Vgl. Chiesa (2004) S.1)

Der Zweck des ERP ist es, alle Geschäftsaktivitäten des Unternehmens zu koordinieren. Dabei verwendet das ERP eine zentrale Datenbank, die den Informationsfluss zwischen den verschiedenen Abteilungen des Unternehmens verbessert. Mit einem integrierten System, wie das ERP, werden die

---

Informationsbarrieren zwischen verschiedenen Systemen und Abteilungen verschwinden. (Vgl. Lazo (2010) S.1)

Nach Chahal (2003) sind die offensichtlichsten Veränderungen, die ein ERP-System einem Unternehmen bietet, die erhöhte Zuverlässigkeit der Daten, die in Echtzeit überwacht werden und die Reduzierung der Arbeit der Mitarbeiter.

Es gibt eine Vielzahl von ERPs auf dem Markt, die flexibel und anpassungsfähig an alle Arbeitssituationen des Unternehmens sind. Man soll eine ausführliche Untersuchung machen, um zu erfahren, welches ERP besser zu der Situation des Unternehmens passt. Obwohl sie sehr ähnlich sind, gibt es Unterschiede bei den Kosten und sie sind in verschiedenen Marktsätze ausgerichtet. (Vgl. Uwizeyemungu; Raymond (2009))

### **3.3.1 Merkmale von ERP-Systeme**

- Es ist eine zentrale Datenbank.
- ERP-Komponenten interagieren miteinander bei der Konsolidierung von allen Operationen.
- Unternehmen, die das System benutzen, müssen einige ihrer Prozesse ändern um sie mit dem ERP-System in Einklang zu bringen.
- Das System enthält eine Reihe von ERP-Anwendungen oder Modulen.
- Der aktuelle Trend ist die Anbietung von Spezialanwendungen für bestimmte Branchen.

### **3.3.2 Vorteile und Beschränkungen von ERP**

Die Implementierung eines ERP-Systems ist für die Organisation sehr vorteilhaft, da sie Möglichkeiten mitbringt, Prozesse, die unter vorherigen festgelegten Regeln oder Richtlinien verwaltet sind, zu automatisieren, so dass man menschliche Eingriffe vermeidet (Vgl. Lazo (2010) S. 4). Außerdem führt der einfache Zugang zu den Informationen, die Eliminierung von redundanten Daten und Operationen und die Verringerung der Zykluszeiten zu einer Effizienzsteigerung und einer Kostensenkung (Vgl. Martín (2005) S. 17).

Andererseits ist ein ERP-System ein System mit sehr hohen Implementierungskosten (Vgl. Grabski; Leech; Lu (2001) S.51). Um herauszufinden, ob ein Unternehmen in der Lage ist mit einem ERP zu arbeiten, ist es wichtig, Hilfe von Spezialisten in diesem Bereich warzunehmen, vor allem von Beratern (Vgl. Chiesa (2004) S.1).

---

### **3.3.3 Relevanz im Werkzeugmanagement**

Heutzutage ist ein ERP-System im Werkzeugmanagement unerlässlich, vor allem für die Werkzeugstammdatenverwaltung. In diesem Bereich bringt diese Software die Möglichkeit alle Werkzeuge zu klassifizieren und sie zu beschreiben. Außerdem kann man diese Beschreibung ständig und einfach modifizieren. Man kann zu jedem Werkzeug Daten über ihren Arbeitsgang notieren, so wie auch ihre Position im Lager erfassen, um keine Zeit in die Suche des Werkzeugs zu verlieren. Zusammenfassend ermöglicht ein ERP-System eine Sammlung von Daten der Werkzeuge, die man schnell und einfach modifizieren kann.

Ein ERP System ist nicht nur in der Werkzeugstammdatenverwaltung nützlich. So eine zentrale Datenbank, in der man alle Daten des Unternehmens verwaltet und speichert, ist auch in anderen Bereichen wichtig. Zu dem ist es sehr hilfreich in der Bedarfsplanung. Das Programm liefert den aktuellen Bestand der Materialien und Werkzeuge, die gelagert sind, so dass man keine Zeit in der Aktualisierung des Inventars verliert und die Bedarfsplanung wird dabei schneller verrichtet.

### **3.4 Entity-Relationship-Modell (ERM) für Datenmodelle**

Wenn man eine ERP-Software nicht implementieren kann, gibt es andere Datenmodelle, die man verwenden kann, wie das ER-Modell. Dieses wurde mehr in der Vergangenheit benutzt.

Das Modell wurde von Peter Chen im Jahr 1976 eingeführt und wurde immer mehr populär. Ursprünglich umfasste das ER-Modell nur die Konzepte der Entity (Entitäten), Beziehung und Attribute. Später wurden andere Konzepte, wie verbundene Attribute und Generalisierungen als Komponenten des verstärkten ER-Modells hinzugefügt. (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 30)

#### **3.4.1 Grundelemente des ERM**

##### **I. Entitäten**

Entitäten repräsentieren die physischen oder abstrakten Objekte, die in einem Realitätsausschnitt relevant sind. Die Werkzeugtypen oder Werkzeugklassen sind Beispiele für eine Personaldatenbank. Entitäten werden grafisch durch Rechtecke dargestellt. (Vgl. Schütte (1998) S. 93)

##### **II. Beziehungen**

Beziehungen stellen Aggregationen zwischen zwei oder mehreren Entitäten dar und werden durch Rauten repräsentiert. Ein Beispiel für eine binäre Beziehung in der Personaldatenbank ist die WERKZEUGTYPZUORDNUNG, welche den Werkzeugtyp eines Werkzeuges benennt. Beziehungen werden in Bezug auf die minimale und maximale Kardinalitäten gekennzeichnet. In dem unteren Beispiel wird deutlich, wie ein Werkzeug zu keinem oder mehreren Werkzeugtypen zugeordnet werden kann.

Deswegen ist die minimale Kardinalität 0 und die maximale n. Doch ein Werkzeugtyp gehört nur zu einem bestimmten Werkzeug. Deshalb ist die minimale und maximale Kardinalität 1. (Vgl. Rodríguez S. 2-3)

$\text{Min-Kard}(\text{Werkzeug, Werkzeugtypzuordnung}) = 0,$

$\text{Max-Kard}(\text{Werkzeug, Werkzeugtypzuordnung}) = n,$

$\text{Min-Kard}(\text{Werkzeugtyp, Werkzeugtypzuordnung}) = 1,$

$\text{Max-Kard}(\text{Werkzeugtyp, Werkzeugtypzuordnung}) = 1.$



Abbildung 5: Entität-Beziehung Beispiel (Adaptiert von Batini; Ceri; Nacathe S. 33)

### III. Ringe

Ringe sind binare Beziehungen, die zwei Entitäten zueinander verbindet. Sie sind auch als rekursive Beziehungen bekannt. In der nächsten Abbildung, zum Beispiel, verbindet die Beziehung VERWALTEN den Manager mit den Untergebenen. Dabei werden beide Entitäten durch die Entität Angestellte repräsentiert. Um sie zu unterscheiden, muss man zwei Etiketten zu der Entität assoziieren. Diese Etiketten sind in diesem Fall Manager\_von und Untergegeben\_zu. (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 31)

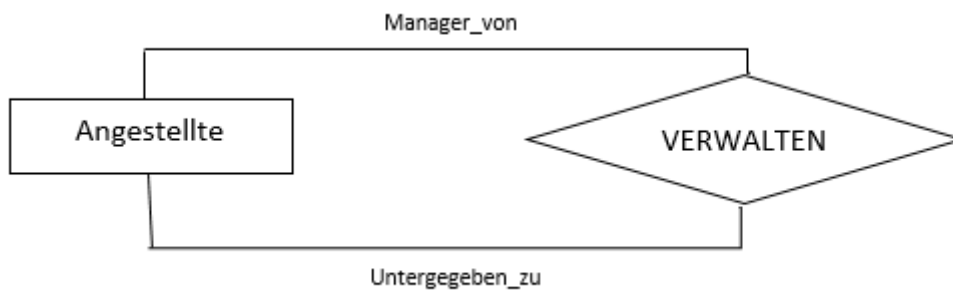


Abbildung 6: Ring Beispiel (Adaptiert von Batini; Ceri; Nacathe S. 32)

### IV. Attribute

Attribute stellen elementare Eigenschaften von Entitäten und Beziehungen dar.

Alle benötigten Informationen oder Eigenschaften werden von Attributen durchgeführt. Wie Beziehungen werden die Attribute durch minimale und maximale Kardinalität gekennzeichnet. Ein



Attribut kann vielfältig sein. Diese Kardinalität (min-Kard,max-Kard) wird neben dem Attribut aufgeführt. (Vgl. Scheer (1995) S. 32)

## V. Generalisierung

Im ER-Modell ist es möglich hierarchischen Generalisierungen zwischen Entitäten zu etablieren. Eine Entität E ist eine Verallgemeinerung einer Gruppe von Einheiten E1, E2,... En, wenn jedes Objekt der Klassen E1, E2, ... En auch ein Objekt der Klasse E ist. Jede Entität kann in mehreren Generalisierungen einbezogen sein, möglicherweise in der Rolle der Übergeordneten Entität in Bezug auf eine Verallgemeinerung und in der Rolle der Untergeordnete Entität in Bezug an eine andere Verallgemeinerung. Das Gegenteil von Generalisierung wird als Spezialisierung bezeichnet.

Die schematische Darstellung der Generalisierung ist in der nächsten Abbildung dargestellt. Der Pfeil zeigt in Richtung der verallgemeinerten Entität. (Vgl. Geib (1997) S. 57)

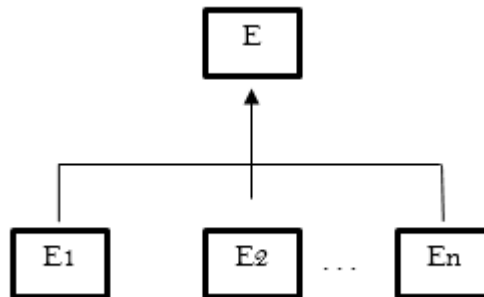


Abbildung 7: Darstellung der Verallgemeinerung in dem ER-Modell (Adaptiert von Batini; Ceri; Nacathe S. 36)

Wir erinnern daran, dass jede Generalisierung total (t) oder partiell (p) sein kann und exklusiv (e) oder sich überlappend (ü). Das Paar, welches am häufigsten auftritt, ist (t, e). Es wird als Standardwert angenommen und bei Figuren weggelassen. Man kann es leicht mit Hilfe der unteren Abbildung erklären. (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 36)

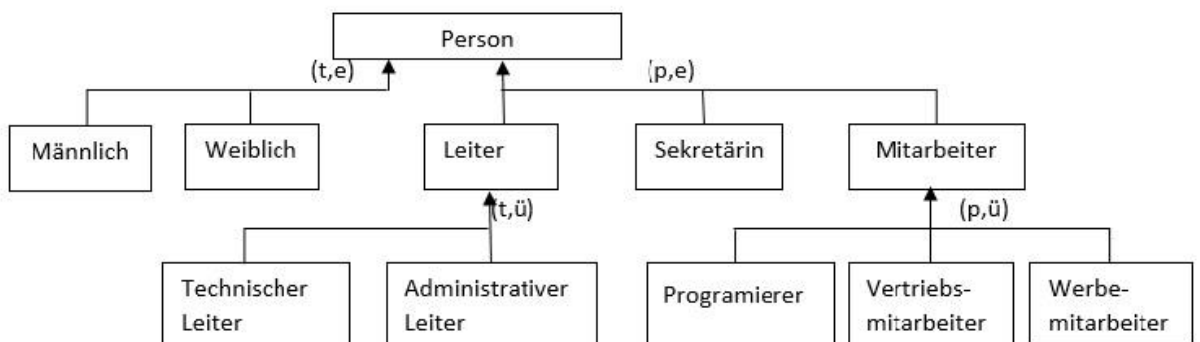


Abbildung 8: Generalisierung Hierarchie für die Entität Person (Adaptiert von Batini; Ceri; Nacathe S. 36)

1. Die Generalisierung aufgrund des Geschlechts ist total und exklusiv, denn es gibt nur zwei Geschlechter und man kann nicht beide Geschlechter haben (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 36).
2. Unter der Annahme, dass die Anwendungsdomäne Personen, die keine Mitarbeiter oder Sekretärinnen oder Managern sind, umfasst, ist die Verallgemeinerung basierend auf der Rolle der Person partiell und exklusiv (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 36).
3. Unter der Annahme, dass die Mitarbeiter mehr als ein Job-Typ aufweisen und dass einige Mitarbeiter einen Job machen, der nicht explizit dargestellt ist, dann ist die Generalisierung basierend auf der Art der Tätigkeit partiell und überlappend (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 36).
4. Unter der Annahme, dass es nur zwei Führungsrollen für den Leiter gibt und dass einige Leiter sowohl technische und administrative Rollen haben können, ist die Verallgemeinerung auf Basis der Führungsrolle total und überlappend (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 36).

In Betreff zu den Eigenschaften muss man sagen, dass alle Eigenschaften der generischen Entitäten durch die Teilentitäten vererbt werden. In Bezug auf das ER-Modell bedeutet dies, dass jedes Attribut, jede Beziehung und Generalisierung, die die generische Entität definiert, automatisch von allen untermengenden Entitäten in der Verallgemeinerung vererbt wird. (Vgl. Elmasri; Shamkant (2004) S. 92)

#### VI. Verbundene Attribute:

Verbundene Attribute sind Gruppen von Attributen, die eine Affinität in der Bedeutung oder in der Verwendung haben. Zum Beispiel zeigt das verbundene Attribut Geometrie die Gruppe von Attributen Durchmesser, Länge, Breite, Höhe und Volumen an. Man verwendet verbundene Attribute mit einer ovalen Figur, wie es in der unteren Abbildung dargestellt wird. Minimale und maximale Kardinalitäten gelten für verbundene Attribute in der gleichen Weise wie für Grund Attribute. (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 37)

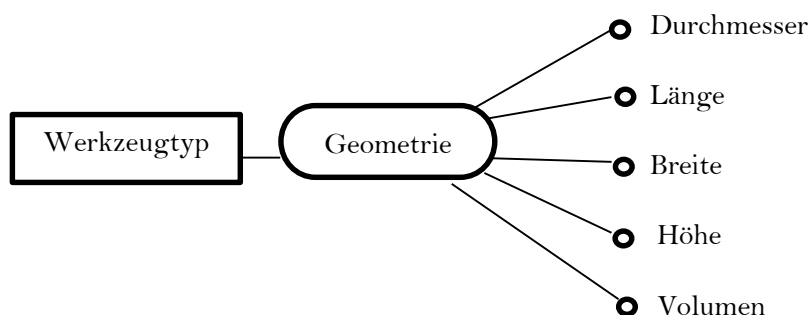

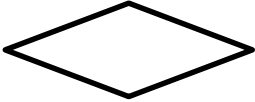
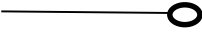
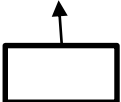



Abbildung 9: Verbundene Attribute

(Adaptiert von Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 39)

## VII. Zusammenfassung von den Elementen

Tabelle 2: Zusammenfassung von den Elementen

Element	Graphische Darstellung
Entity	
Beziehung	
Attribut	
Generalisierung	
Verbundene Attribute	

### 3.4.2 Qualitäten des Entity-Relationship-Modell

Das ER-Modell hat viele Fans, aber auch viele Kritiker. Fans mögen seinen Reichtum von Konzepten, wodurch es als wirklich leistungsfähiges Modell für die Beschreibung der Wirklichkeit bezeichnet wird. Kritiker mögen diesen Reichtum der Konzepte nicht, weil es ihre Einfachheit und ihren Minimalismus kompromittieren. In diesem Abschnitt werden die Qualitäten des ER-Modell diskutiert und bewertet. (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 45)

Die Ausdruckskraft des ER-Modell ist recht gut. Es ist wahr, dass das ER-Modell nicht sehr simpel ist und manchmal ist es auch schwer zu verstehen und zu bedienen. Jedoch ist es ein gutes Modell für das Verständnis der strukturellen Eigenschaften von Datenbankschemas. Daher ist am Ende die Anstrengung des Lesers hoch belohnt. (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 45)

Die Unterstützung für n-stellige Beziehungen wird oft von den Anhängern der sogenannten binären Modelle befürwortet, kritisiert wird, dass Beziehungen nur binär sein sollten. Es stimmt, dass viele

---

große Datenbank-Schemas mit Hunderten von Entitäten und Beziehungen keine n-stellige Beziehungen enthalten. Nun aber sind n-stellige Beziehungen für manche Situationen sehr nützlich und die Zerlegung von n-stelligen Beziehungen zu mehreren binären Beziehungen verschlechtert das originale Schema. (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 45)

Trotz der Erscheinungen, die ER-Modelle sind minimal. Kein Konzept kann von einer andere Kombination von Konzepten ersetzt werden, mit der einzigen Ausnahme von verbundenen Attributen. Verbundene Attribute können durch angemessene Dosierungen von Entitäten und Beziehungen modelliert werden. Die Anwendung vom verbundenen Attribute ist beim Abbau von komplexen Entitäten, deren Anzahl von Attributen sehr groß ist, sehr nützlich, denn die Entitäten können hunderte Attribute enthalten. (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 45)

Das ER-Modell wird formal definiert, wie es in diesem Abschnitt dargestellt wird. Es ist auch graphisch komplett: alle Konzepte, die in diesem Abschnitt präsentiert sind, können in einem Schema gezeichnet sein. (Vgl. Teorey; Lightstone; Nadeau (2006) S.13)

Die ER-Modell-Diagramme sind einfach zu lesen, vor allem wenn man sich nur an den Haupt grafische Symbole konzentriert (Rechtecke für Entitäten, Kreise für Attribute, Diamanten für Beziehungen, Pfeile zur Verallgemeinerung Hierarchien und Ovale für verbundene Attribute). Lesbarkeit verringert wenn man Kardinalität in den Beziehungen und in den Generalisierungen einschließen. (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 45)

Zusammenfassend kann man feststellen, dass das ER-Modell ein guter Kompromiss zwischen Ausdrucks Leistung, Simplizität und Minimalismus ist. Viele Kritiker des ER-Modells argumentieren, dass dieses Modell ihre Eigenschaften schlecht präsentiert. In die folgenden Kapitel wird erwiesen, wie die verschiedenen Merkmale des ER-Modell bei dem Datenbank-Design nützlich sind. (Vgl. Batini; Ceri; Nacathe (1992) S. 45)

---

### 3.4.3 Lesen eines Entity-Relationship-Diagramm

Ein konzeptionelles Schema zu entwerfen ist eine komplexe Tätigkeit, die man im Folgenden Kapitel untersucht wird. In der unteren Abbildung kann man ein Schema zur Werkzeugklassifizierung betrachten. Das Schema beschreibt die Entitäten Werkzeugklasse, Werkzeugtyp und Werkzeugindividuum. Man beginnt mit der Aufmerksamkeit auf Generalisierungen und danach mit ihren Untergruppen. Die Entität WERKZEUGKLASSE ist die generische Entität und sie repräsentiert eine Gruppe von Werkzeugen, die ähnliche Sachmerkmale haben, wie zum Beispiel: Schnittgeschwindigkeit, Durchmesser... Eine Werkzeugklasse kann 1 bis n Sachmerkmale besitzen und ein Sachmerkmal kann von 1 bis n Werkzeugklassen verwendet werden. Die Beziehung zwischen die WERKZEUGKLASSE und die SACHMERKMALE wird SACHMERKMALLEISTE genannt, denn sie alle Sachmerkmale, die für eine detaillierte Beschreibung von den Eigenschaften der Werkzeugklasse nötig sind, enthält. Die Entität WERKZEUGTYP wird dann in der zweiten Ebene dargestellt, indem man sie mit bestimmten Sachmerkmale der Sachmerkmalleiste zuordnet. Der WERKZEUGTYP wird durch die Beziehung WZ-TYPZUORDNUNG zugewiesen. Dabei muss die SACHMERKMALLEISTE kein Werkzeugtyp zuordnen, aber kann bis n Werkzeugtypen zuordnen. Ein Werkzeugtyp besitzt jedoch nur eine Sachmerkmalleiste. Ein Werkzeugtyp kann ein Komplettes Werkzeugtyp sein, das aus mehrere Werkzeugkomponententypen gebildet ist, oder nur ein Komponente des kompletten Werkzeugtyps. Beide Typ Arten sind in der Entität Werkzeugtyp zusammengefasst. Um die Werkzeugtypkomponenten eines kompletten Werkzeugtyps zu unterscheiden, wird die Entität WERKZEUGTYPKOMPLEMENT, die alle Werkzeugtypkomponenten enthält, mit der Entität WERKZEUGTYP durch die Beziehung TYPSTRUKTUR verbunden. Ein Werkzeugtyp kann 1 bis n Werkzeugtypkomponenten haben, aber ein Werkzeugkomponente kann in 0 bis n Werkzeugtypen erscheinen. In der untersten Ebene erscheint die Entität WERKZEUGTYPINDIVIDUUM, der nur ein einzelnes, physisches und konkretes Werkzeug repräsentiert. Von einem Werkzeugtyp kann 0 bis n Werkzeugtypindividuum vorliegen, aber ein Werkzeugtypindividuum muss genau zu einem Werkzeugtyp zugeordnet sein. Diese zwei Entitäten werden durch die Beziehung TYPINDIVIDUUMZUORDNUNG verbunden. (Vgl. Geib (1997) S. 81-82)

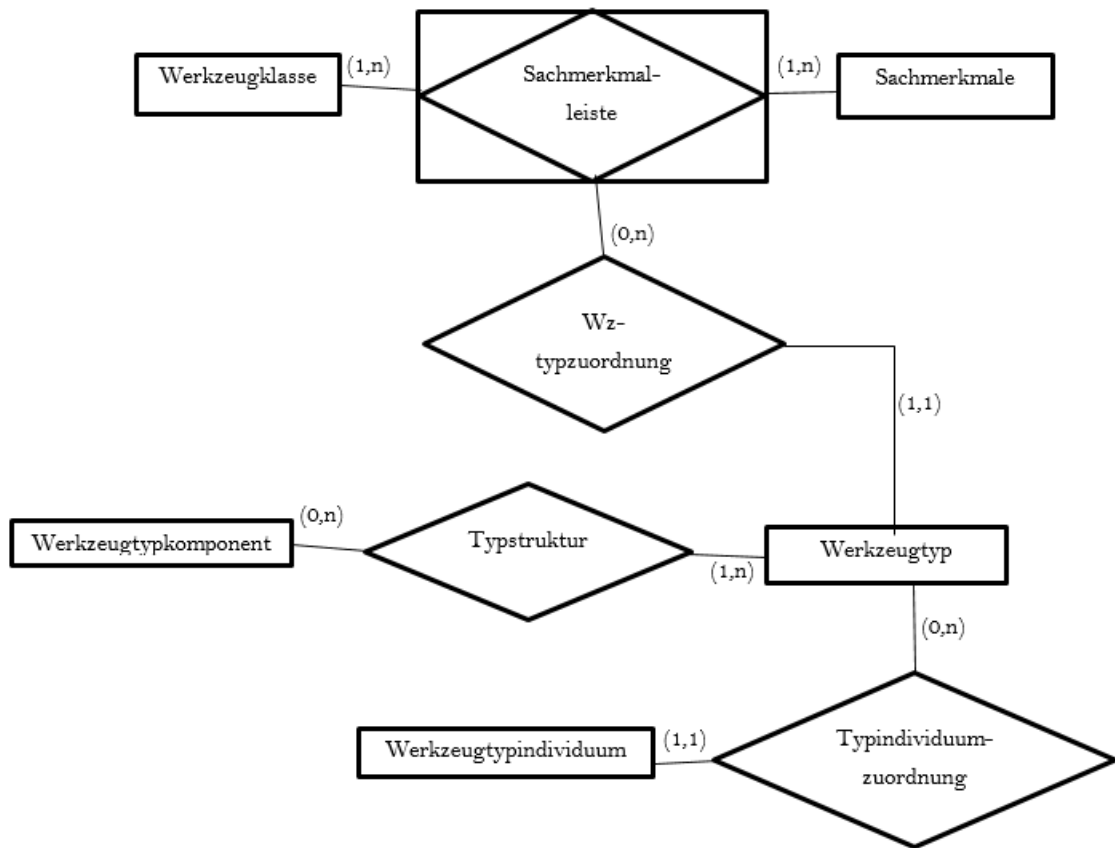


Abbildung 10: ERM zur Werkzeugklassifizierung

(Adaptiert von Geib 1997 S. 79)

#### 3.4.4 Relevanz im Werkzeugmanagement

Das Entity-Relationship-Modell wird heutzutage im Werkzeugmanagement nur benutzt, wenn man ein ERP-System nicht implementieren kann. Dieses Modell ist ein Werkzeug für die Datenmodellierung, die die relevanten Entitäten eines Informationssystems und deren Beziehungen und Eigenschaften darstellen können. Im Werkzeugmanagement ist es wichtig für die Stammdatenverwaltung. Dadurch kann man eine sinnvolle Werkzeugklassifizierung darstellen. Obwohl es häufiger für die Stammdatenverwaltung verwendet wird, kann man das Datenmodell in allen Funktionen des Werkzeugmanagement anwenden. Damit wird das Verständnis der Funktion durch die graphische Darstellung vereinfacht.

---

## 4 Aktuelle Trends im Werkzeugmanagement

---

### 4.1 Einleitung

Es versteht sich, dass die Trends im Werkzeugmanagement alle Systeme, Anwendungen, Tools usw. sind, die helfen, ein Unternehmen zu verwalten. Ein ständiger Kampf gegen die Kosten der Unternehmen, die dringende Notwendigkeit, immer mehr und mehr zu verkaufen und die Wichtigkeit, das Produkt herzustellen, wie man will und wann man will, macht, dass dieser Bereich in den letzten Jahren eine enorme Entwicklung erlebte.

Also, heutzutage, haben die Trends für die Verwaltung, Überwachung, Leitung, Planung, Organisierung usw. von den Bestandteilen des Werkzeugmanagement eine entscheidende Bedeutung.

In diesem Abschnitt werden Trends, die man im Werkzeugmanagement verwendet, auseinandergesetzt.

### 4.2 RFID (Radio-frequency identification)

Die RFID ist eine der am schnellsten wachsenden Technologien, die ein Unternehmen haben kann, um sein Nutzen zu verbessern. RFID ist im Grunde eine einfache und automatisierte Methode, die die Daten des Objekts (Identifizierung, Standort, Status, Datum, Uhrzeit, usw.) schneller und leichter sammelt. Außerdem braucht die RFID das Eingreifen von Menschen nicht, so dass man die menschlichen Fehler vermeidet. Im Werkzeugmanagement wird es immer mehr benutzt, nicht nur um die Werkzeuge zu identifizieren, sondern auch um Daten über ihre Arbeitsgänge, so wie ihren Status und alle mögliche Eigenschaften zu sammeln. (Vgl. Montenegro; Marchesin (2007) S. 11)

"RFID" bezieht sich auf einen drahtlosen Austausch von Daten. Lesen und Aufzeichnen von Daten wird mittels einen Chips, der mit einer Antenne verbunden ist (auch Tag oder Transponder genannt), durchgeführt. Dieser Chip empfängt die Hochfrequenzsignale von einem Erfassungs- bzw. Lesegerät. Der Datenaustausch erfolgt dann automatisch, ohne die Notwendigkeit, dass ein Facharbeiter den RFID-Leser aktiviert. Die Daten werden dann vom Lesegerät zu einem Computer übertragen. (Vgl. Montenegro; Marchesin (2007) S. 13)

RFID-Technologie bietet eine Reihe von wichtigen Vorteilen in Vergleich mit anderen Formen der Datenerfassung:

- RFID ermöglicht die Steuerung und Datenerfassung in Umgebungen, die für die Betreiber ungeeignet sind, da das Lesen der Tags keine Arbeit benötigt (Vgl. Myerson (2007), S. 1).
- Diese Technologie ermöglicht mehr als tausend Lesungen pro Sekunde, wodurch eine hohe Geschwindigkeit und Genauigkeit vorausgesetzt wird.
- Daten aus einem RFID-Tag können immer wieder geändert werden (Vgl. Myerson (2007), S. 2).

- Die RFID-Technologie erfordert keine direkte Sichtverbindung zwischen dem Tag und Leser (Vgl. Correa; Álvarez;Gómez (2010), S. 123).
- Tausende von Unternehmen in vielen Produktionsbereichen haben die Vorteile von RFID ausbeutet, um Operationen zu entwickeln, die die Prozesse steuern, genaue Daten in Echtzeit zur Verfügung stellen, den Arbeitsaufwand reduzieren und einen Asset-Tracking führen (Vgl. Hines (2004) S. 211).

#### 4.2.1 Wie funktioniert die RFID-Technologie?

RFID-Systeme bestehen aus Etiketten oder Tags, Erfassungs- bzw. Lesegeräte und Softwares, um die Daten zu verarbeiten. Die Tags werden in der Regel an den Artikeln oder Werkzeugindividuum angewendet und oft werden sie mit einer Aufklebeetikette bestückt. Im Werkzeugmanagement werden sie an den Werkzeugen anbracht, so dass man die Daten des Werkzeuges einfach lesen und modifizieren kann. (Vgl. Wolff; Schätzel (2010) S.8)

Der Leser sendet ein Funksignal, das von allen Tags empfangen wird, die in den Hochfrequenzfeld präsent sind und mit der abgestimmten Frequenz eingestellt sind. Die Tags werden angetrieben durch ihre Antennen und reagieren, indem sie ihre gespeicherten Daten übertragen. (Vgl. Montenegro; Marchesin (2007) S. 14)

Der Tag kann viele Arten von Daten speichern, wie die Identifikationsnummer, Konfigurationsanweisungen, Aktivitätsverlauf und sogar die Temperatur und andere Daten, die von den Sensoren geliefert werden. Das Leser- oder Schreibgerät empfängt das Signal über die Antenne, dann wird sie dekodiert und die Daten werden an das Computersystem über eine verdrahtete oder drahtlose Verbindung übertragen. (Vgl. Montenegro; Marchesin (2007) S. 14)

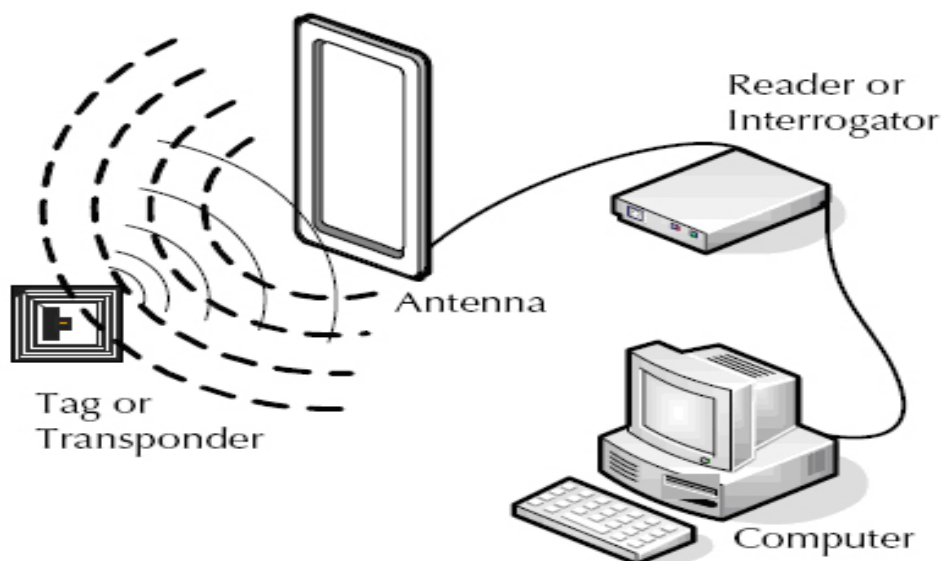


Abbildung 11: RFID Beispiel (Abbildung von EPC RFID)



#### 4.2.2 Tags

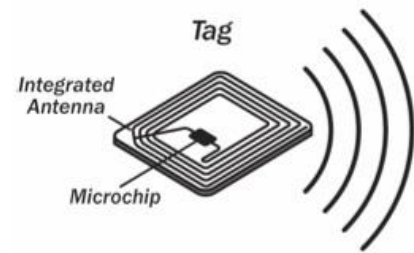
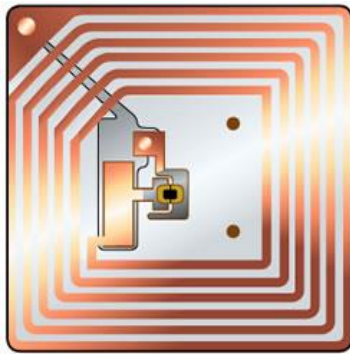


Abbildung 12: RFID-Tag Beispiele

Wie man in diesen zwei Abbildungen sehen kann, bestehen die RFID-Tags aus zwei grundlegenden Elementen: einem Chip und einer Antenne (Vgl. Wolff; Schätzel (2010) S.9).

Es gibt verschiedene Typen von Tags für verschiedene Arbeitsbedingungen. Wir können Tags nach ihrer Art klassifizieren (aktiv, passiv und semi-aktiv), nach ihrer Art von Speicher, nach der Speicherkapazität, Stromquelle, Arbeitsfrequenzen und mit vielen weiteren Eigenschaften (Vgl. Montenegro; Marchesin (2007) S. 16). Die Tags können so klein wie ein Reiskorn sein, so groß wie ein Ziegel oder sie können dünn und flexibel genug sein, um in einem Aufkleber zu passen (Vgl. Myerson (2007), S. 28). Die Tags nach allen diesen Eigenschaften zu sortieren, ermöglicht für jede der Anwendungen oder Projekte einen Leitfaden zur Suche nach der besten Art von Tag (Vgl. Montenegro; Marchesin (2007) S. 16).

##### **Passive-Tags:**

Passive Tags haben keine interne Stromversorgung. Sie erhalten Strom aus dem Lesegerät durch die Sendung eines Signals von elektromagnetischen Wellen, die den Strom zu der Tag-Antenne induziert (Vgl. Bartneck; Klaas; Schönherr (2008) S. 32). Da sie von elektromagnetischer Hochfrequenzenergie zur Stromversorgung und für die Kommunikation abhängen, können passive-Tags Beschränkungen im Bereich des Lesens und Schreibens haben. Die Lesereichweite (ca. 10m) von passive-Tags ist wesentlich geringer im Vergleich zu den aktive-Tags. Andererseits bieten die passive-Tags eine Menge Vorteile:

- Der Tag kann sehr klein sein (Vgl. Bartneck; Klaas; Schönherr (2008) S. 32).
- Der Tag hat keine Batterie. Deswegen ist die Lebensdauer unbegrenzt (Vgl. Bartneck; Klaas; Schönherr (2008) S. 32).
- Die Produktion des Tags ist sehr einfach, da es sich nur um eine Antenne und ein Chip handelt (Vgl. Bartneck; Klaas; Schönherr (2008) S. 32).
- Geringere Kosten (Vgl. Bartneck; Klaas; Schönherr (2008) S. 32).

---

### **Semipassive-Tags:**

Die semi-passive Tags werden auch batteriegestützte Tags genannt. Sie verwenden eine Batterie, um die Mikrochip -Schaltung zu speichern, aber der Datenaustausch funktioniert durch die Energie des Lesers (Vgl. Bartneck; Klaas; Schönherr (2008) S. 36). Semipassive-Tags werden benutzt, wenn man eine höhere Reichweite benötigt. Andererseits sind diese Tags teurer als die passiven Tags und besitzen wegen der Batterie auch keine unbegrenzte Lebensdauer (Vgl. Bartneck; Klaas; Schönherr (2008) S. 36). Einige Tags haben integrierte Temperatursensoren, Bewegungssensoren usw. um mehr Funktionalitäten zu bieten (Vgl. Montenegro; Marchesin (2007) S. 20).

### **Aktive-Tags:**

Es hat seine eigene Batterie für die Stromversorgung. Diese Energie wird verwendet, um die Schaltung des Mikrochips zu aktivieren und das Signal an die Antenne zu senden. Diese Tags sind die weitreichendste von den Dreien. Damit ist gemeint, dass die Lesedistanz die höchste ist. Typischerweise haben sie außerdem eine größere Kapazität zum Speichern von Informationen. Sie können auch zusätzliche Sensoren tragen, wie Temperatursensoren, Geschwindigkeit Sensoren oder Bewegungssensoren, die das Speichern von wichtigen Daten oder die Kontrolle von einigen Anwendungen erlauben. Diese Tags sind die teuersten von den Dreien, aber sie haben einen Return on Investment in vielen Anwendungen. (Vgl. Montenegro; Marchesin (2007) S. 21)

Zum Beispiel werden sie häufig für die Ortungssysteme (RTLS) benutzt, denn ihre Aufgabe ist nicht nur die Identifikation, sondern auch die Ermittlung des Standorts eines Objektes (Vgl. Bartneck; Klaas; Schönherr (2008) S. 38).

### **4.2.3 Hauptvorteile im Werkzeugmanagement**

RFID besitzen viele Vorteile, die seine Verwendung in verschiedenen Bereichen förderten. Das erste, was zu sagen ist, dass es eine Vielzahl von Etiketten gibt und viele von ihnen für eine spezielle Verwendung ausgelegt sind. Jedoch innerhalb dieser Vielzahl, haben diese Etiketten ihren meisten Nutzen im Werkzeugmanagement. Seine Verwendung kann die Zahl der Verluste und Diebstähle reduzieren, die Bestandsplanung optimieren, die Organisation von Bestellungen verbessern und kurz gesagt, mehr Effizienz und Geschwindigkeit der Arbeit erreichen. Unternehmen können im Detail alle ihre Produkte und Werkzeuge steuern und wissen nicht nur wo sie sind, sondern auch unter welchen Bedingungen sie sind. (Vgl. Montenegro; Marchesin (2007) S. 41)

---

#### 4.2.4 Nachteile von der RFID-Technologie

Die RFID-Technologie besitzt drei Hauptnachteile:

- Eines der Hauptprobleme der RFID-Technologie ist das Fehlen eines Internationalen Standard für die Nutzung von Frequenzen, oft inkompatibel von einem Land in ein anderes (Vgl. García; Corchado; Bajo (2007) S. 8).
- Das Fehlen eines Sicherheitsmechanismus, welcher in der Lage ist, die Daten von potenziellen Gefahren zu schützen, ist ein weiterer Nachteil dieser Technologie. Solche Mechanismen sollten verhindern, dass externe Mittel, wie Hackers, die Informationen abfangen und lesen (Vgl. García; Corchado; Bajo (2007) S. 8).
- Die Kosten der Erwerbung, Installierung und Erhaltung des RFID-System ist im Vergleich mit anderen Systemen der Hauptbegrenzungsfaktor für ihre Implementierung (Vgl. García; Corchado; Bajo (2007) S. 8 zitiert in U.S. Department of Commerce, (2005))

#### 4.2.5 Die Zukunft in der RFID-Technologie

In der Zukunft werden immer mehr Unternehmen dieses System annehmen. Es gibt noch viel Arbeit zu tun, vor allem in dem Punkt der Standardisierung, Sicherheit und Effizienz. Aber die RFID-Technologie hat einiges an Potenzial gezeigt, so dass ihr Erfolg gesichert scheint. (Vgl. García; Corchado; Bajo (2007) S. 9)

#### 4.3 Barcode



Abbildung 13: Das Aussehen des gemeinsamen Barcode

(Adaptiert von Müller (2003) S. 93)

Der Barcode ist eine lesbare elektronische Etikette, die an den Produkten oder Werkzeugen angeklebt ist um Information und Schlüsselaspekte des Produktes oder des Werkzeuges bei zubringen. Man kann versichern, dass der Barcode, in der Regel, einer der am meisten verwendeten Systeme für die Produktidentifikation und Datenerfassung in den Logistikprozessen ist. Dies liegt an der einfachen Implementierung, niedrige Kosten und die Vielfalt von Anwendungen. (Vgl. Correa; Álvarez; Gòmez (2010) S. 119)

Dieses System wird in den nächsten Ebenen verwendet:

- In der Lagerverwaltung ist es in der Regel in der Produktidentifikation und Standorten eingesetzt (Vgl. Correa; Álvarez; Gòmez (2010) S. 119, zitiert in Lambert (2008)).
- Im Produktionsprozess kann es verwendet werden, um Produkte zu identifizieren und zu verfolgen und um Daten über die Arbeitsgänge der Herstellung des Produktes zu erfassen (Vgl. Correa; Álvarez; Gòmez (2010) S. 119, zitiert in Müller (2003)).
- In der Beschaffung wird es benutzt für die elektronische Erfassung von Informationen von den Bestellungen, um die Geschwindigkeit und die Genauigkeit der Operationen zu verbessern (Vgl. Correa; Álvarez; Gòmez (2010) S. 119, zitiert in Ballou (2004)).

#### 4.3.1 Komponente eines Barcode-System

Ein Barcode -System wird in der Regel aus einem Software (S) und Hardware (H) zusammengesetzt, die für den richtigen Betrieb notwendig sind. Das Barcode - System besteht aus vier Elementen, diese funktionieren wie folgt: zuerst wird das Etikett ausgewählt, gedruckt und an den Produkten oder Objekten, die man identifizieren will, geklebt. Danach, wenn man die Systeme benutzen will, wird das Etikett mit dem Lesegerät gelesen, welches das Informationssystem aktiviert, um die Informationen abzurufen und aufzuzeichnen. (Vgl. Correa; Álvarez; Gòmez (2010) S. 121)

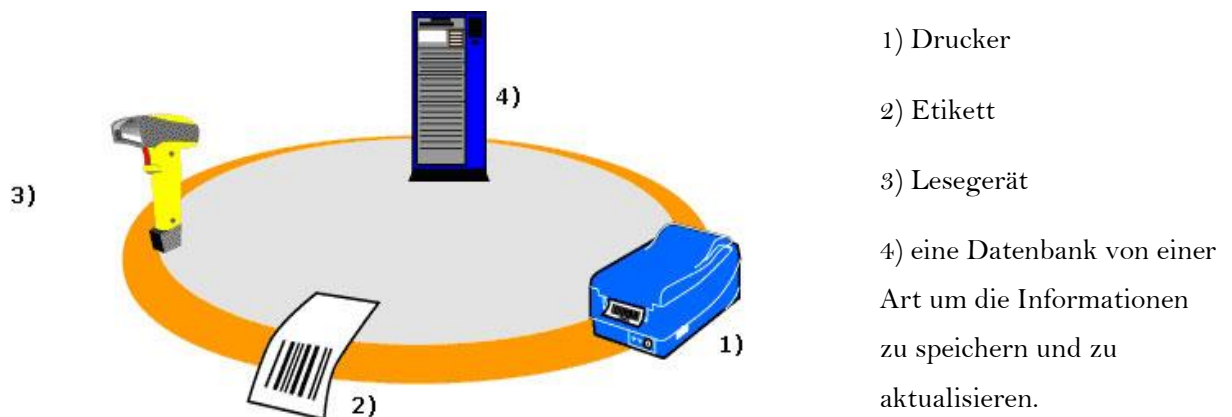


Abbildung 14: Komponenten eines Barcode-System

(Abbildung von Identiflex)

---

Das Lesegerät ist eine elektrooptische Vorrichtung, die die Codezeichen und Leerzeichen liest. Es muss sichergestellt sein, dass dieser Strahl nicht breiter als die Zeichen ist, weil sie mehrere Fehler gleichzeitig lesen könnten und Fehler verursachen. (Vgl. Müller (2004) S. 102)

In Betreff zu dem Etikettendruck, gibt es verschiedene Arten von Druckern für verschieden Arten von Etiketten: thermischen, gestrickt, Tinte und Laser. (Vgl Müller (2004) S. 105)

Informationssysteme werden von den in dem Barcodecode enthaltenen Daten zugeführt, die von dem Lesegerät erfasst wurden und dabei die Tippfehler minimieren (Vgl. Correa; Álvarez; Gómez (2010) S. 122).

Kurz gesagt, der Barcode ist ein Tool, welcher die Identifizierung von Produkten und verschiedenen Anwendungen in der Lieferkette ermöglicht, indem man sich auf Software und Hardware wie Etiketten, Drucker, Leser und Informationssysteme unterstützt (Vgl. Correa; Álvarez; Gómez (2010) S. 122).

#### **4.3.2 Relevanz im Werkzeugmanagement**

Der Barcode wird im Werkzeugmanagement angewendet, um die Werkzeuge zu identifizieren. Dieses System ermöglicht es, ein Werkzeug mit jeder Art von Informationen zu beschreiben, die dann für die folgenden Werkzeugmanagementprozesse nützlich sein werden. Zuerst kann man wissen, wo das Werkzeug gelagert ist, denn der Lagerort der Werkzeuge wird notiert, so dass die Suchzeit der Werkzeuge minimal ist. Es gibt noch sehr viele andere Aufgaben im Werkzeugmanagement, die ein Barcode-System vereinfachen kann. Ein weiteres Beispiel wäre die Ablaufsteuerung, denn der Arbeitsgang von den Werkzeugen wird in den Barcodes gespeichert, so dass man schnell die Arbeitsgänge von allen Werkzeugen wissen kann. (Vgl. Correa; Álvarez; Gómez (2010) S. 119)

## 4.4 Vergleich zwischen Barcode und RFID

Tabelle 3: Vergleich zwischen Barcode und RFID

	Barcode	RFID
Definition	Es ist ein Werkzeug zur Datenerfassung und Identifizierung von Produkten.	Es ist eine Technologie, die Radiowellen nutzt, um automatisch Produkte zu identifizieren anhand von Tags
Vorteile	Derzeit hat es mehr Zuverlässigkeit bei der Produktidentifikation als RFID.	Höhere Datenspeicherkapazität in Vergleich mit dem Barcode.
		Die Tag-Information kann variabel sein und wiederverwendbar.
		Gleichzeitige Identifikation von Produkten.
	Niedrigere Implementationskosten in Bezug auf die RFID.	Es erfordert kein Arbeiter für das Lesen von der Information
		Aktualisierungen von Inventar und Standorte werden in Echtzeit gemacht.
		Kostenreduzierung und eine höhere Genauigkeit und Effizienz in den Produktidentifizierungsmaßnahmen.
Nachteile	Benötigung eines Arbeiters für das Lesen von den Codes.	Höhere Implementationskosten in Bezug auf den Barcode.
	Begrenzte Lesereichweite (braucht ein elektrooptisches Lesegerät)	Fehlt ein internationaler Standard für die Nutzung von Frequenzen. (Vgl. García; Corchado; Bajo (2007) S. 8)
	Invarianz der in dem Barcode-Etikett enthaltenen Informationen.	Fehlt ein Sicherheitsmechanismus der in der Lage ist, die Daten von potenziellen Gefahren zu schützen. (Vgl. García; Corchado; Bajo (2007) S. 8)

Tabelle 3 Vergleich zwischen Barcode und RFID

---

Zuletzt kann man andeuten, dass ein aktueller Trend zwischen den beiden Systemen, Barcode und RFID, herrscht. Dazu zählen die Überfüllung und die Reife des Barcode-Systems im aktuellen Markt und die betriebliche Vorteile und Informationen, die das RFID-System anbietet. Dieses Hybrid-System dient zu einer Steigerung der Produktivität und der Wettbewerbsfähigkeit und bringt zwischen diesen zwei Systemen eher eine Ergänzung als eine Rivalität. (Vgl. García; Corchado; Bajo (2007) S. 9)

Es gibt viele Unternehmen, die Zeit brauchen, um die RFID-Technologie anzupassen. Hybrid-Systeme können diesen Übergang erleichtern.

#### **4.5 Simulationssoftwares**

Der Einsatz von Computern in der Gestaltung und Steuerung von Fertigungssystemen hat in den letzten Jahren zugenommen (Vgl. Barcia (2005) S. 1). Die Simulation ist die Entwicklung eines mathematischen Modells von einem logischen System, so dass man eine Nachahmung eines Betriebsprozesses des wirklichen Lebens erhält (Vgl. Azarang; García (1998) S. 63). Die Simulation ermöglicht es uns mit Modellen unseres Systems zu experimentieren und dadurch könnte man in wenigen Minuten oder Stunden eine Analyse erstellen, welche Möglichkeiten es gibt, Entscheidungen zu treffen und Probleme zu lösen, die unter anderen Bedingungen der Analyse schwierig zu beobachten wären (Vgl. Barcia (2005) S. 1). Da man mit einem Simulationsmodell arbeitet, werden keine Fehler im realen Prozess auftreten. Es erlaubt uns sogar an das Ergebnis zu antizipieren (Vgl. Puche (2005) S. 17). Darüber hinaus bringen verschiedene Alternativen, die bewertet werden, keine zusätzlichen Kosten mit sich. Man benötigt keine zusätzlichen Investitionen, um das Ergebnis zu überprüfen (Vgl. Puche (2005) S. 17).

Dank dieser Simulationssoftware ist es möglich verschiedene Szenarien zu beurteilen und man kann Fragen beantworten, wie: was passiert, wenn man eine zusätzliche Maschine im System benutzt? Mit einer Simulationssoftware kann man diese Frage schnell beantworten, indem man das Simulationsmodell leicht modifiziert und beim Durchlaufen des Systems die Ergebnisse analysiert. Dieses Verfahren ist kostengünstiger und schneller als das reale System. Außerdem ermöglicht es uns die Berücksichtigung einer Reihe von Variablen in einem komplexen System und ebenfalls eine rasante Beseitigung von Optionen, die keine Verbesserung des Systems erzeugen (Vgl. Barcia (2005) S. 2).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass man mit Simulationsmodellen die Freiheit besitzt einen befindlichen Prozess zu verstehen mittels Modifizierung. Aber man kann sogar visualisieren, wie ein völlig neues System oder ein neuer Prozess sich verhalten wird, bevor es funktioniert (Vgl. Puche (2005) S. 17). Deswegen sind die Simulationssoftwares ein wichtiger Tool für die Arbeitsplanung des Werkzeugmanagement. Es ist sehr hilfreich, um einen optimalen Arbeitsgang zur Fertigung von Produkten herzustellen.

### 4.5.1 Software WITNESS

Eine der meist benutzten Simulationssoftware ist der WITNESS.

WITNESS bietet die neueste Technologie für die Simulation von Fertigungsprozessen. Es ist eines der führenden Simulationsprogrammen von dynamischen Prozessen. Deren Wirksamkeit ist von mehreren hundert Unternehmen gewährleistet. (Vgl. Pantoja (2010) S. 1)

WITNESS hat eine grafische Benutzeroberfläche, die uns ermöglicht Prozesse zu verstehen und zu verbessern. Es ist ein Programm für die Bewertung von Alternativen, über die Setzung von wichtigen strategischen Initiativen und kontinuierlicher Verbesserung. (Vgl. Pucho (2005) S. 50)

Ziel dieser Software ist die beste Lösung für ein Prozess zu erhalten, bevor man eine Investition oder Modifizierung im realen Prozess eingeht (Vgl. Pantoja (2010) S. 1). Dabei erlaubt diese Software viele Analysen eines Prozesses mit immer schnelleren Änderungen zu machen, um die unterschiedlichen Ergebnisse zu vergleichen, damit man die beste Lösung wählen kann (Vgl. Barcía (2005) S. 2).

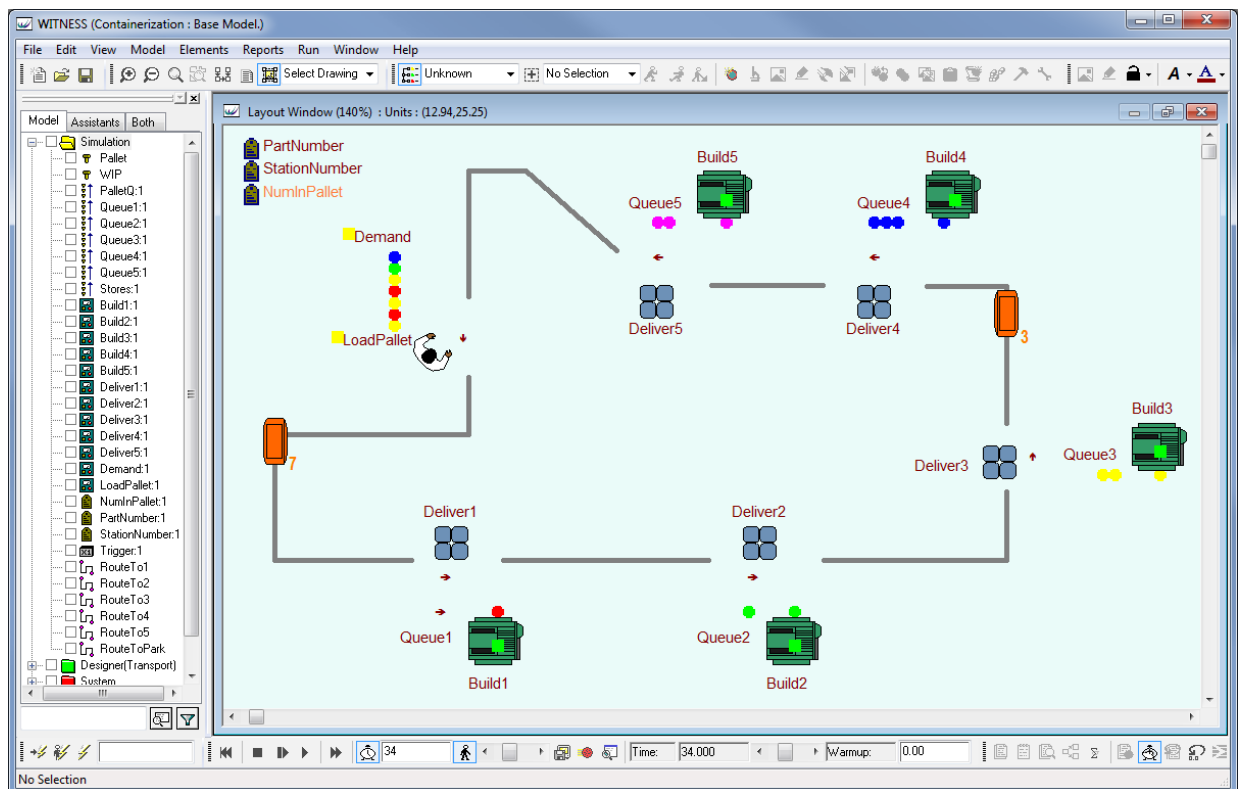


Abbildung 15: Beispiel Witness

(Abbildung von Lanner process modelling and predictive simulation technology)

Die wichtigsten Funktionen des Simulators sind folgende (Vgl. Barcía (2005) S. 2):

1. Es ist eine Software, die sich stark an den Maschinen orientiert.
2. Es nutzt mehrere Elemente, um die Simulierung von Herstellungssystemen zu gewähren.
3. Es ermöglicht Elemente zu kombinieren um sie in verschiedenen Modellen zu verwenden.



4. Die Software ermöglicht es, das Programm mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten laufen zu lassen mit der Option zu jedem Zeitpunkt zu stoppen.
5. Das Verhalten jedes Elementes ist im Detail beschrieben, so dass es eine Benutzerinteraktion ermöglicht.

### 3.8.1.1 Kurze Erläuterung ihre Arbeitsweise

Die Modelle sind in WITNESS gebaut unter der Verwendung der angezeigten Elementen in den vielen Registerkarten des Designer-Elemente Fenster (Vgl. Waller (2012) S. 2).



Abbildung 16: Beispiel Design Elemente

(Waller 2012 S.2)

Die grafische Darstellung des Modells wird erstellt mit dem Ziel es intuitiver zu machen.

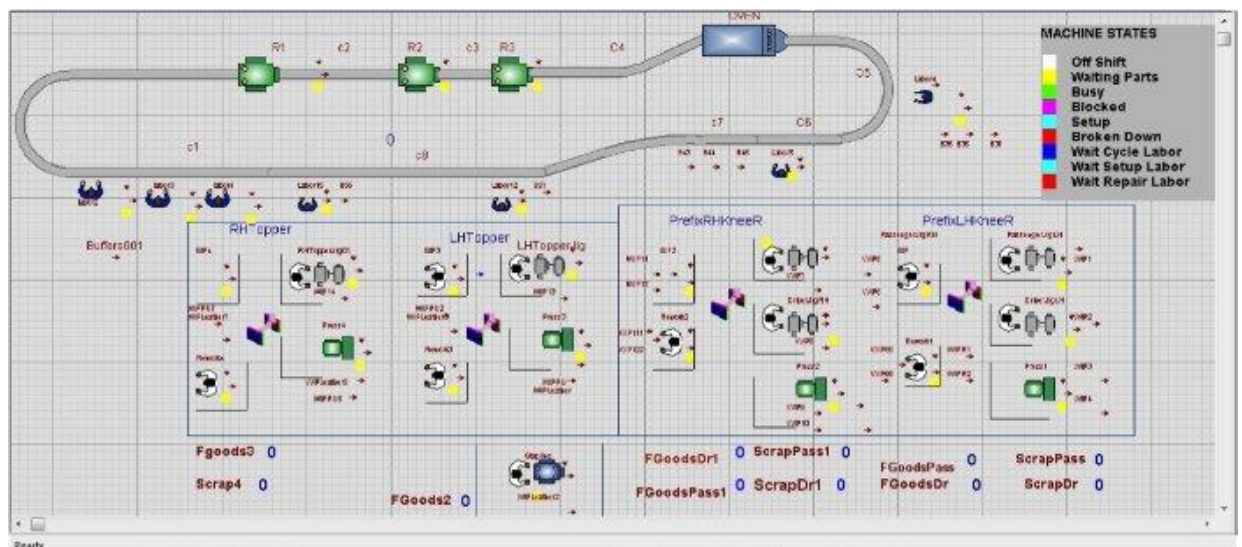


Abbildung 17: Beispiel Graphische Darstellung

(Abbildung von Elsevier, ein Anbieter von wissenschaftlichen, technischen und medizinischen Informationsprodukten und Dienstleistungen)

---

Dann werden alle Eigenschaften von den Elementen, die logischen Regeln, die die Interaktion mit den anderen Elementen ermöglichen und die Aktionen, die man simulieren soll, wenn ein bestimmtes Ereignis in dem Element (Aktionen) auftritt, detailliert. Danach wird die Simulation durchgelaufen und die Ergebnisse analysiert. (Waller 2012 S.2).

#### **4.5.2 Relevanz im Werkzeugmanagement**

Diese Softwares werden im Werkzeugmanagement immerzu benutzt, so dass man die Arbeitspläne von der Herstellung eines Produkts ständig optimieren kann. Man simuliert Szenarien, indem man kleine Modifizierung vom Hauptszenario beibringt. Somit kann das Ergebnis schnell analysiert werden. Wenn man behauptet, dass die Produktivität, Qualität, Herstellungszeit usw. eines Produkts verbessert werden kann, indem man eine oder mehrere Varianten im Arbeitsgang durch führt, wird die Situation zuerst mit dem Programm durchgeführt und analysiert. Wenn das Ergebnis des neuen Szenarios das älteste verbessert, dann kann man es schon in dem realen Fall vollbringen. (Vgl. Puche (2005 )S.17)

Eine Modifizierung könnte zum Beispiel in dem Werkzeugtransport liegen. Vielleicht kann man die Herstellungszeit verringern, indem man den Plan des Werkzeugtransports ändert. Andererseits ist es möglich, dass man die Qualität des Produkts verbessert, indem man eine extra Maschine bei der Herstellung des Produkts hinzufügt. Dabei könnte es auch die Produktivität abnehmen, denn eine extra Maschine kann mehr Kosten bedeuten. Alle diese Annahmen können mit Hilfe der Simulationssoftwares schnell gelöst werden.

#### **4.6 Automated Guided Vehicles (AGV) oder fahrerloses Transportfahrzeug**

AGV wurden im Jahr 1955 eingeführt und es ist ein unbemanntes Materialhandhabungssystem für die horizontale Bewegung der verwendeten Materialien (Vgl. Falzollahtabar; Saidi-Mehrabad (2015) S. 1). Sie sind im Allgemeinen Gabelstaplerwaagen mit Rädern, die mit der Nutzung der Softwares die Bewegung durch die Fabriken mit Hilfe von Magnetstreifen oder Laser navigieren (Vgl. Lagorio-Chafkin (2014)). Die Verwendung von AGVs ist seit ihrer Einführung enorm gewachsen und es wird in vielen Bereichen verwendet, wie bei dem internen Transport des Werkzeugmanagements (Vgl. Falzollahtabar; Saidi-Mehrabad (2015) S. 1). Tsumura (1995) merkt an, dass die verschiedenen Fahrzeuge in Fabriken, wie Kräne, Fahrzeuge, die mittels Schienen gelenkt werden, Plattformen und Hebefahrzeuge durch verschiedene AGVs Entwürfe ersetzt werden, da ihre Arbeitsflexibilität dazu führte, dass die Unternehmer sich für diese Art von Robotern entschieden haben.



Abbildung 18: Beispiele von zwei AGVs

(Adaptiert von SYSTEMS. Ein Unternehmen, das AGV produziert)

Ein Automated Guided Vehicle-System ist eine definierte Anzahl von fahrlosen Transportfahrzeugen mit der Kapazität ihren Zielpunkt, Zielpfad Auswahl und Positionierung zu programmieren (Vgl. Echeverri; Escobar (2012) S. 17).

Iris (2003) bestätigt, dass die wichtigsten Aspekte, die in einem Entwurf eines AGV-System in Betracht gezogen werden sollten, wie folgt sind:

- Die Pfade.
- Verkehrsmanagement von den AGVs.
- Die Anzahl der Stationen zum Beladen und Entladen von Materialien.
- Die Anforderungen von den Fahrzeugen.
- Fahrzeugplanung.
- Die idealen Positionen für die Fahrzeuge.

Die Pfade geben an, wo sich das AGV bewegen soll. Das Verkehrsmanagement gliedert alle Sicherheitsstrategien ein, die man haben muss, damit die Fahrzeuge nicht gegen ein anderes Fahrzeug, eine andere Person oder mit einem anderen Objekt kollidieren. Die Fahrzeuganforderungen bestimmen die Eigenschaften des Fahrzeuges (Größe, Form, Sensoren, Programmierung), damit es perfekt zu dem System passt. Die Fahrzeugplanung beschreibt die Aufgabe der Fahrzeuge jeden Moment. Zuletzt beziehen sich die idealen Positionen auf die sichersten Orte des Transits.

---

#### **4.6.1 Zielsetzung einer AGV**

Iris (2003) behauptet, dass die Hauptziele, die man nach der Implementierung eines AGV-System verfolgt, wie folgt sind:

- Die Systemgeschwindigkeit maximieren
- Die Zeit, um alle Arbeiten erforderlich abzuschließen, minimieren.
- Die Kosten der Bewegung minimieren.
- Die Wartezeiten zwischen den Ladungen minimieren.

#### **4.6.2 Relevanz im Werkzeugmanagement**

Die fahrerlosen geführten Transportfahrzeuge sind im Werkzeugmanagement wesentlich geworden. Sie haben eine entscheidende Bedeutung bei dem Transport von Werkzeugen und Werkzeugkomponenten zu ihren jeweiligen Maschinen und ihrer Wiedereinlagerung. Das heißt, die Funktion der automatischen geführten Fahrzeuge im Werkzeugmanagement ist der Transport von Werkzeugen vom Lager zu ihren jeweiligen Maschinen für eine korrekte Herstellung von den Produkten und die Wiedereinlagerung von den entsprechenden Werkzeugen. (Vgl. Echeverri; Escobar (2012) S. 19)

Der Hauptvorteil des fahrerlosen geführten Transportfahrzeugs ist die die Fähigkeit, 24h / 7 Tage ohne Personal intensiv zu arbeiten. Dies maximiert nicht nur die Produktivität, sondern es reduziert auch die Kosten von dem Personal. (Vgl. System Logistics)

Da der Werkzeugtransport von einer Maschine durchgeführt wird, wird der menschliche Fehler eliminiert, denn seine Programmierung wird in der Arbeitsplanung durchgeführt und danach durch Simulationsprogramme überprüft, um die Abwesenheit von Fehlern zu gewährleisten (Vgl. Asti (2010))

#### **4.7 CNC-Technologie**

CNC steht für Computer Numerical Control und gibt es schon seit den frühen 1970er Jahren. Vor dieser Zeit wurde es NC genannt, was für die numerische Steuerung (numerical control) steht. Computer wurden erst im Jahr 1970 auf diese Kontrollen eingeführt, daher wurde der Name geändert. (Vgl. Lynch (2007)).

Heutzutage kann man CNC-Maschinen fast überall vorfinden, nicht nur in großen Industrieanlagen, sondern auch in Workshops aller Art, sowohl in kleinen und mittleren. Es gibt praktisch kein

---

Herstellungsverfahren, welches nicht von diesen leistungsfähigen und vielseitigen Maschinen abhängig ist. (Vgl. de maquinas y herramientas (2015) )

#### **4.7.1 Was ist die CNC-Technologie?**

Die CNC-Technologie, im folgenden CNC, ist ein System, welches die Position eines physischen Elements steuert. In der Regel ist es ein Werkzeug, das jederzeit auf einer Maschine montiert ist. Dies bedeutet, dass durch eine Software und einem Satz von Befehlen die Positionskordinaten eines Punkts (Werkzeug) in Bezug auf einen Ursprung (0,0,0-Maschine) gesteuert werden. Das heißt, es ist eine Art von GPS, aber viel genauer. Somit steuert die CNC alle Bewegungen des Werkzeugs, während der Fertigung eines Objekts. Sogar die Koordinaten des Werkzeugs werden gesteuert, sowie auch die Bewegung zwischen ihnen, ihre Geschwindigkeit und einige weitere Parameter. (Vgl. Israel (2007))

Der Einsatz von CNC-Technik geht davon aus, dass die Bearbeitungsmaschinen automatisch arbeiten. So kann der Bediener ohne direkte Aufsicht andere Aufgaben während der Maschinenarbeit durchführen. Dies ist einer der wesentlichen Gründe, warum die Produktivität der Industrie mit diesen Maschinen sich deutlich erhöht. (Vgl. Bolívar (2012) S. 11)

Wegen der folgenden Gründe ist die Bedeutung der CNC-Technik deutlich in den letzten Jahren gewachsen:

- Jedes Mal gibt es eine stärkere Betonung auf die Genauigkeit.
- Die Designs werden immer komplexer.
- Die Herstellungskosten der Formteile erhöhen sich und es ist notwendig, um die Fehler zu minimieren.
- Die Lieferzeit der Produkte wird immer niedriger.
- Eine CNC-Maschine ermöglicht eine höhere Leistung, als eine manuell betriebene Maschine.
- Eine CNC-Maschine arbeitet bei höheren Geschwindigkeiten als manuelle Maschinen.
- Eine CNC-Maschine ermöglicht den Betrieb ohne Eingriff und Pflege des Bedieners, so dass ein einziger Bediener den Betrieb mehrerer Maschinen überwachen kann.

(Vgl. Bolívar (2012) S.12)

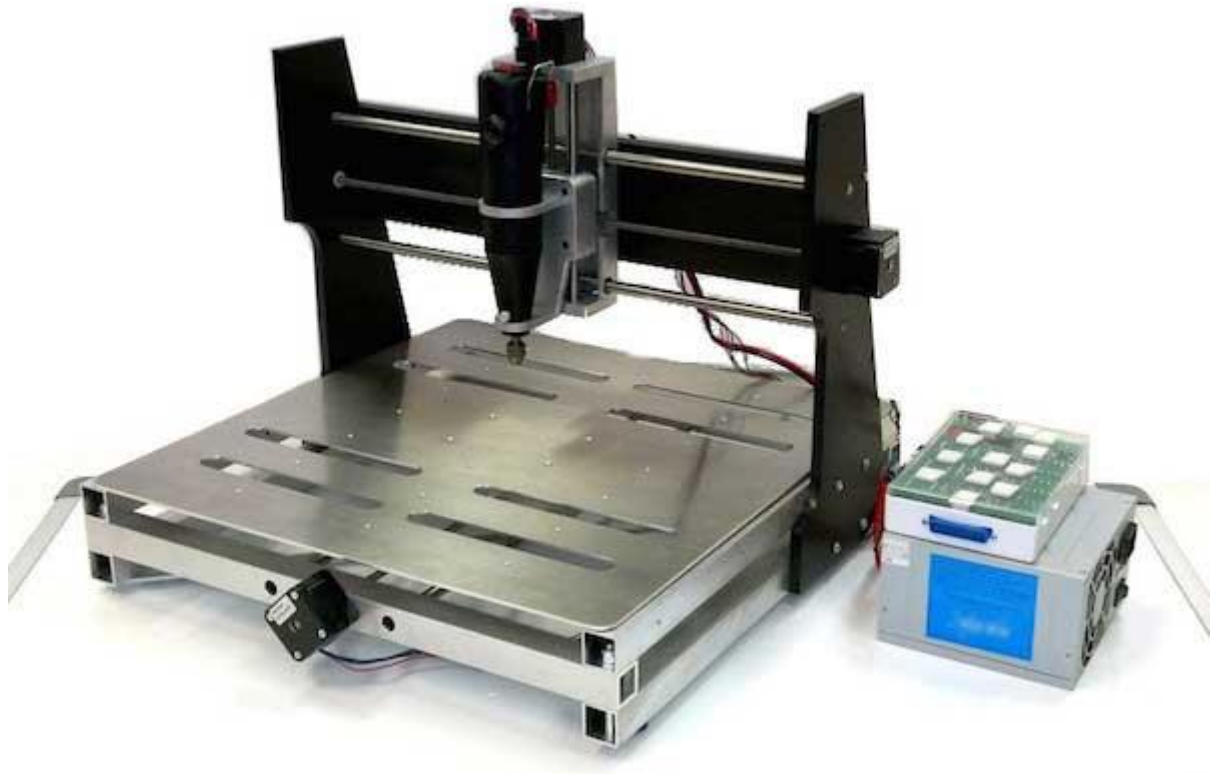


Abbildung 19: Beispiel einer CNC-Maschine  
(Abbildung von dem Unternehmen Netzkonstrukteur)

#### **4.7.2 Relevanz im Werkzeugmanagement**

Mit der Verwendung von der CNC-Technologie verläuft die Fertigung von den bestimmten Produkten vollautomatisiert. Dabei wird in der Arbeitsplanung die Maschine mittels einer CAM Software programmiert. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die CNC-Technologie in dem Fertigungsbestandteil verwendet wird, um die ganze Tätigkeit zu automatisieren, so dass die Qualität der Produkte sich verbessert, so wie auch die Herstellungszeit. Das liegt daran, dass die Präzision und Geschwindigkeit von einer CNC-Maschine viel höher als eine manuell betriebene Maschine ist. Mit diesen Maschinen werden die Produkte mit einer höheren Qualität hergestellt ohne den Angriff der Mitarbeiter. (Vgl. Bolívar (2012) S.12)

#### **4.8 CAD/CAM Softwares**

CAD / CAM ist ein Begriff, welcher Computer-Aided Design und Computer Aided Manufacturing bedeutet. Es ist die Technologie, die die digitalen Computer verwenden um bestimmte Funktionen in der Produktion durchzuführen. (Vgl. Groover; Zimmers (1984) S. 1)

---

Computer-Aided-Design (CAD) kann definiert werden als die Verwendung von Computersystemen für die Erstellung, Änderung, Analyse und Optimierung der Konstruktion. Die Computer Systeme bestehen aus einer Hardware und Software, die die Design-Funktionen eines Teiles durchführen. Die Hauptrolle dieser Werkzeuge ist die Definition der Geometrie für die Konstruktion (Architektur, elektronische Schaltung, usw.), da die Geometrie für nachfolgende Aktivitäten im Produktzyklus essentiell ist. Es besitzt auch den Vorteil das Design der Teile in 3D zu erstellen. Deswegen ist es ein sehr wichtiger Tool für den Produktentwurf. Dadurch können die traditionellen Werkzeuge des Designers, wie Zeichentische, Lineal, Bleistifte, Radiergummis, Kompass usw. für die Computer und andere Geräte ersetzt werden. Ein sehr benutztes CAD Programm ist Catia. (Vgl. Medland; Burnett (1986) S.29)

Computer-Aided Manufacturing (CAM) wird als die Verwendung von Computersystemen für die Planung, Verwaltung und Steuerung von den Prozessen eines Werks definiert. Die wichtigste Funktion im Werkzeugmanagement bei den Bearbeitungsvorgängen von einem CAM-System ist die Fähigkeit, den Werkzeugweg in einer CNC-Maschine für verschiedene Operationen, wie Drehen, Fräsen und Bohren mit numerischer Steuerung zu beschreiben, um einen Teil, der im CAD eingezeichnet ist, herzustellen. Die Anweisungen werden auf dem Computer erzeugt, und kann das Programmiergerät ändern, um die Werkzeugwege zu optimieren. Der Ingenieur oder Techniker kann dann zeigen und visuell überprüfen, ob die Bahn mögliche Kollisionen mit Pressen, Stützen oder andere Objekte haben wird. (Vgl. Israel (2007))

#### **4.9 ERP aus der Cloud**

In der heutigen hohen wettbewerbsfähige Fertigungsumgebung, benötigt man alle Kosteneinsparungen und Effizienzgewinn, die man finden kann. Ein aktueller Trend, der diese Vorteile sichert ist ein ERP aus der Cloud. Um zu verstehen, was ein ERP aus der Cloud ist, braucht man ein klares Konzept von Cloud Computing zu haben.

##### **4.9.1 Cloud Computing (Datenverarbeitung in der Wolke)**

Cloud Computing gehört zu den wichtigsten Trends in der Unternehmens-IT, denn Dank seiner großen Vorteile wurde dieses Modell für die Bereitstellung von Unternehmens- und Technologiedienste sehr gut angenommen (Vgl. Lisbeth; Anderson (2014) S.50).

Unter Cloud Computing versteht man, die Bereitstellung von IT-Infrastruktur und IT-Leistungen wie beispielsweise Speicherplatz, Rechenleistung oder Anwendungssoftware als Service über das Internet, ohne dass diese auf dem lokalen Rechner installiert sein müssen (Vgl. Rengifo (2013) S. 223). So muss der Nutzer die verschiedenen IT-Services (Software, Plattformleistungen, Infrastrukturleistungen) nicht mehr selbst kaufen, sondern man kann diese Services mieten (Vgl. Solano (2011) S.5). Somit werden die Kosten sinken, denn eines der wichtigsten Merkmale von Cloud Computing ist das

---

Abrechnungsmodell nach Verbrauch, das heißt, die Zahlung variiert von der Nutzung des eingestellten Cloud-Service (Vgl. Armbrust; Fox; Griffith; Joseph (2010) S. 51). Dies ist der Grund dafür, dass viele Unternehmen dieses System nutzen, da die Implementierung neuer Anwendungen bietet keine Investitionskosten. Stattdessen bezahlt man einfach eine monatliche Gebühr (Vgl. Günther (2011)). Ein weiterer Vorteil ist die Beseitigung von manchen Aufgaben, wie das Installieren von Patches und Upgrades (Vgl. Solano (2011) S.5). Diese Aufgaben werden von dem Betreiber der Cloud übernommen (Vgl. Solano (2011) S.5). Der Standortunabhängiger Zugriff ist vielleicht der wichtigste Vorsprung, da die Cloud-Anwendungen speziell für den sicheren und sowohl standort- als auch geräteunabhängigen Zugriff konzipiert wurden (Vgl. Singer (2010) S.1).

#### **4.9.2 ERP aus der Cloud**

ERP aus der Cloud bezieht sich auf ein ERP (S.12) mit Cloud-Technologie, so dass das System sich nicht in unserem Computer befindet, sondern es ist auf einem Web-Server irgendwo auf der Welt installiert und die Benutzer können sich jederzeit von jedem Computer oder intelligenten Geräten wie Tablets oder Smartphones aus einloggen (Vgl. Condori (2012)). Business-Anwender benötigen nur eine Internetverbindung um auf das ERP zugreifen (Vgl. Condori (2012)). Auf diese Weise hat das Unternehmen keine Pflege von Systemwartung zu nehmen (Vgl. Amaya (2014)). Der Verkäufer, der das System in der Cloud installiert, ist auch dafür verantwortlich, dass das System immer ordnungsgemäß funktioniert (Vgl. Amaya (2014)). Dies bedeutet, dass der Verkäufer auch verantwortlich für die Systemverfügbarkeit und Fehlerkorrektur ist. Die Datensicherheit und periodische Backups im Falle des Scheiterns sind auch die Verantwortung des Verkäufers zu erholen (Vgl. Lisbeth; Anderson (2014) S.48). Dank dieser Tatsache kann das Unternehmen seine wahre Funktion verfolgen und kann die technischen Details zum ERP Anbieter lassen (Vgl. Rüdiger (2013)). Aus allen diesen Gründen ist ein ERP aus der Cloud für viele Unternehmen eine interessante Wahl um alle Prozesse eines Unternehmens zu automatisieren.

#### **4.9.3 Vorteile**

- 1. Kosteneinsparungen und Flexibilität:** Dank der Pay-per-Use-Modell, die Kosten sind variabel und weniger als bei der Verwendung eines normalen ERP-System (Vgl. Córdova (2015) S.40).
- 2. Standortunabhängiger Zugriff:** Es ermöglicht dem Benutzer Anwendungen, Kontoauszüge, Vorräte, Dokumente und E-Mails von überall mit Internetzugang zuzugreifen (Vgl. Hufgard (2012) S. 3).
- 3. Beseitigung von technische Aufgaben:** Einer der wichtigsten Vorteile ist die Fähigkeit, den Lieferanten die Verantwortung und das Management von IT-Kompetenzen auszulagern. Auf



---

diese Weise kann das Unternehmen auf Ihr Geschäft konzentrieren, in der vorteilhaftesten Weise. (Vgl. Rüdiger (2013))

4. **Datensicherheit:** Die Anbieter haben Systeme, die die Möglichkeit von Datenverlust oder Ausscheiden aus dem Dienst reduzieren. So besitzt man einen größeren Widerstand zu einer Katastrophe und größere Kapazität für die Datenwiederherstellung (Vgl. Córdova (2015) S.40).
5. **Implementierungszeit** Ein Programm in der Cloud zu mieten ist viel schneller und effizienter als die notwendige Infrastruktur innerhalb des Unternehmens zu entwickeln, damit es richtig und sicher verwendet werden kann (Vgl. Amaya (2014)).

---

## 5 Fragebogen

---

### 5.1 Einleitung

In diesem Kapitel wird ein Fragebogen entwickelt, um aktuelle Trends im Werkzeugmanagement zu ermitteln. Dieser Fragebogen soll alle relevanten Bestandteile des Werkzeugmanagements abdecken: von der Werkzeugstammdatenverwaltung über die Arbeitsplanung der Werkzeuge, Werkzeugtransport bis zum Werkzeugeinsatz.

### 5.2 Entwicklung des Fragebogens

#### I. Werkzeugstammdatenverwaltung

1. Welches System wird für die Werkzeugstammdatenverwaltung benutzt?					
2. Wie oft trifft eine Art von Datenverlust auf?	Einmal in der Woche	Einmal im Monat	Einmal im Semester	Einmal im Jahr	Es war noch nie passiert
3. Würde es helfen, fern das ERP-System zugreifen?	Nein	Ja, da das Unternehmen verschiedene Abteilungen durch die Welt besitzt.		Konnte hilfreich sein, aber es ist nicht notwendig	
4. wie viel Zeit wird bei technische Problemstellungen des ERP-Betriebs, Datensicherungen, Update- und Releasewechsel, Wartungsanforderungen oder Ausfallsicherheit verschwendet?	20 Stunden pro Woche	15 Stunden pro Woche	10 Stunden pro Woche	5 Stunden pro Woche	Weniger als 5 Stunden pro Woche
5. Wie lange dauert die Lokalisierung von den Werkzeugen?	Es ist augenblicklich	5 Minuten	15 Minuten	30 Minuten	Eine Stunde oder mehr
6. Wie ist die Pflege und Modifizierung von Daten?	Sehr Schnell und einfach	einfach	Konnte besser sein	langsam	Langsam und verzwick

7. Welches System wird für die Werkzeugidentifizierung benutzt?	RFID-Technologie	Barcode	Hybrid-System	Einfache Etiketten	anderes
8. In wie fern ist es wichtig zu wissen wo sich die Werkzeuge in jeden Moment befinden?	Man soll jederzeit wissen, wo sie sich befinden	Es ist nur notwendig, zu wissen, wo sie sich im Lager befinden		Es ist nicht wichtig zu wissen, wo sie sich in jeden Moment befinden	
9. Wie viel Bedeutung beinhaltet das Problem des Verlustes oder des Diebstahls von Werkzeugen	Jeden Tag verschwindet mindestens ein Werkzeug	Jede Woche verschwindet mindestens ein Werkzeug	Jeden Monat verschwindet mindestens ein Werkzeug	Es sind keine Werkzeuge verloren gegangen	
10. Wie ist die Steuerung und Datenerfassung von den Werkzeugen?	Die Steuerung und Datenerfassung von den Werkzeugen soll in ungeeigneten Umgebungen funktionieren		Man benötigt die Steuerung und Datenerfassung von den Werkzeugen in ungeeigneten Umgebungen nicht		

## II. Produktentwurf und Konstruktion

1. Welches Programm wird für das Design der Produkte verwendet?					
2. Wie soll die Genauigkeit der Design-Spezifikationen der Teile sein?	Die Fehlerspanne der Design-Spezifikationen muss von einem Nanometer sein	Die Fehlerspanne der Design-Spezifikationen muss von einem Pikometer sein	Die Fehlerspanne der Design-Spezifikationen muss von einem Milimeter sein	Die Fehlerspanne der Design-Spezifikationen muss von einem Centimeter sein	Das Unternehmen ist nicht durch die Entwicklung von qualitativ hochwertigen Produkten bekannt

### III. Werkzeugtransport

1. Mit welcher Technologie werden die Werkzeuge vom Lager zum Zielpunkt transportiert?	AGV	Paletten	Andere		
2. In wie fern ist der menschliche Fehler beim Werkzeugtransport ein Problem?	Jeden Tag treten menschliche Fehler auf	Zwei bis drei mal in der Woche treten menschliche Fehler auf	Einmal in der Woche tritt ein menschlicher Fehler auf	Einmal im Monat tritt ein menschlicher Fehler auf	Menschliche Fehler sind im Werkzeugtransport kein Problem
3. Wie ist der Werkzeugtransport in dem Werk?	Pausenlos	gemäßigt			gering
4. Wie viele Transportfahrzeugen gibt es im Werk?	40 oder mehr	Ungefähr 30	Ungefähr 20	Ungefähr 10	Weniger als 5
5. Gibt es Verzögerungen auf Grund des Fahrzeugverkehrs?	Jeden Tag gibt es eine oder mehrere Verzögerungen	Es gibt zwei bis drei Verzögerungen in der Woche	Einmal in der Woche gibt es eine gewisse Verzögerung	Einmal im Monat gibt es eine gewisse Verzögerung	Es gibt kein Fahrzeugverkehr
6. Gibt es Kollisionen zwischen zwei Transportfahrzeugen auf Grund des Fahrzeugverkehrs?	Jeden Tag gibt es eine oder mehrere Kollisionen	Ungefähr einmal im Tag	Ungefähr einmal in der Woche	Ungefähr einmal im Monat	Es gibt kein Fahrzeugverkehr

7. Wie wirkt sich die Transportzeit auf die Fertigungszeit der Produkte?	Die Reduktion der Transportzeit würde die Fertigungszeit exponentiell reduzieren	Die Reduktion der Transportzeit würde die Fertigungszeit proportional reduzieren	Die Reduktion der Transportzeit würde die Fertigungszeit logarithmisch reduzieren	Die Reduktion der Transportzeit würde die Fertigungszeit fast nicht verändern
--	--	--	---	---

#### IV. Werkzeugbestandsführung und Bedarfsplanung

1. Wie häufig wird das Inventar aktualisiert?	kontinuierlich	Jeden Tag	Jede Woche	Jede zwei Wochen	Einmal im Monat
2. Wie viel Zeit wird gebraucht für die Aktualisierung des Inventars?	Es ist augenblicklich	Eine Stunde	Vier Stunden	Ein Tag	Drei Tage oder mehr
3. Würde die Reduzierung dieser Zeit wesentlich für die Produktivität des Unternehmens sein?	Ja	Es würde das ganze Produktionsprozess ein bisschen schneller machen, aber die Produktivität würde sich nur ein bisschen verbessern			Nein
4. Wie viel Zeit wird gebraucht für die Auserarbeitung der Bedarfsplanung?	Es ist augenblicklich	Eine Stunde	Zwei Stunden	Vier Stunden	Ein Tag
5. Würde die Reduzierung dieser Zeit wesentlich für die Produktivität des Unternehmens sein?	Ja	Es würde das ganze Produktionsprozess ein bisschen schneller machen, aber die Produktivität würde sich nur ein bisschen verbessern			Nein

## V. Werkzeugplanung

1. Ist es sicher bekannt, ob die Arbeitsgänge der Werkzeuge optimal sind?	Nein	Mehr oder weniger	Ja	
2. In wie fern werden Modifizierung in den Arbeitsgänge gemacht, um zu sehen, ob man die Arbeitsgänge verbessern kann?	Man probiert immer neue Arbeitsgänge	Für jede Bestellung werden mehrere Tests durchgeführt, um die Arbeitsgänge zu optimieren	Außnahmsweise werden Modifizierung in den Arbeitsgänge von einigen Serien von Produkten durchgeführt.	Die Arbeitsgänge sind schon so offensichtlich, dass man keine Modifizierung machen soll, um die optimale Arbeitsgänge zu erkennen.
3. Wie wichtig ist es optimale Arbeitsgänge zu erkennen in Bezug auf die Qualität der gefertigten Produkte und dabei zum Wohle des Unternehmens?	Es ist entscheidend	Die Qualität der Produkten verschlechtert sich stark, wenn die Arbeitsgänge nicht optimal sind	Die Qualität der Produkten verschlechtert sich wenig, wenn die Arbeitsgänge nicht optimal sind.	Die Qualität der Produkten sind nicht von den Arbeitsgänge abhängig.
4. Sind die Arbeitsgänge der Werkzeuge so offensichtlich, dass man sie ohne eine Simulationssoftware optimieren kann?	Man kann optimale Arbeitsgänge ohne eine Simulationssoftware nicht erkennen	Man kann gute Arbeitsgänge ohne eine Simulationssoftware leicht erkenne, aber man weist nicht, ob sie die optimale sind	Sie sind sehr offensichtlich	

---

## VI. Werkzeugeinsatz

1. Wie sollen die Produkte in Bezug auf die Qualität gefertigt werden?	Die Qualität der Produkte ist entscheidend	Produktqualität ist wichtig, aber nicht unbedingt erforderlich	Das Unternehmen ist nicht durch die Entwicklung von qualitativ hochwertigen Produkten gekennzeichnet
2. Kann man die Produkte herstellen ohne die Notwendigkeit einer CNC-Maschine zu verwenden?	Ja		Nein
3. Zahlt es sich aus diese Maschinen zu besitzen, trotz ihrer hohen Implementierungs- und Wartungskosten?	Ja		Nein

## 6 Anwendung des Fragebogens in einem Unternehmen

In diesem Abschnitt wird der Fragebogen in einem Unternehmen validiert. Der Zweck dieser Validierung ist es, aktuelle Trends zu erkennen, die dem Werkzeugmanagements des Unternehmens helfen könnten. Das gewählte Unternehmen für eine solche Anwendung ist Metaldyne, die eine Fabrik in Dieburg besitzt.

### 6.1 Metaldyne

Metaldyne ist ein weltweit führender Entwickler und Lieferant von Metallkomponenten und Baugruppen für den Antriebsstrang, einschließlich Motor Pleuelstangen, Getriebeventilkörper, geschmiedete und gefertigte Zahnräder und Ritzel vom Differential, Differentialanordnungen, Ausgleichswellenmodule, Kurbelwelle Dämpfer und Kurbelwellenriemenscheiben. Mit einer Kernkompetenz in der Metallverarbeitung, einschließlich Kaltschmieden, Warmschmieden, Metallpulver und Aluminium-Druckguss, baut Metaldyne auf dieser Grundlage mit Präzisionsbearbeitung und Montage um bessere Produkte seiner Klasse zu liefern. Unterstützt durch flexible, High-Volume-Produktionsmöglichkeiten, bietet Metaldyne Design-to-Launch-Lösungen, die die Kosten, das Gewicht, Zykluszeit und die Komplexität reduzieren und gleichzeitig die Fahrzeugleistungen verbessern. Mit einer Beschäftigung von mehr als 4.000 Mitarbeitern in 26 Einrichtungen in 13 Ländern liegt der jährliche Umsatz bei mehr als \$ 1 Milliarde. (Interne Information von Metaldyne)

Für eine allgemeine Ansicht werden in der nächsten Abbildung die verschiedenen Produkte, die Metaldyne produziert, vorgestellt. Grün markiert sind diejenigen, die innerhalb der VCS-Gruppe (Vibration Control System → VCS) auftreten. Diese Produkte werden in dem Werk in Dieburg hergestellt.

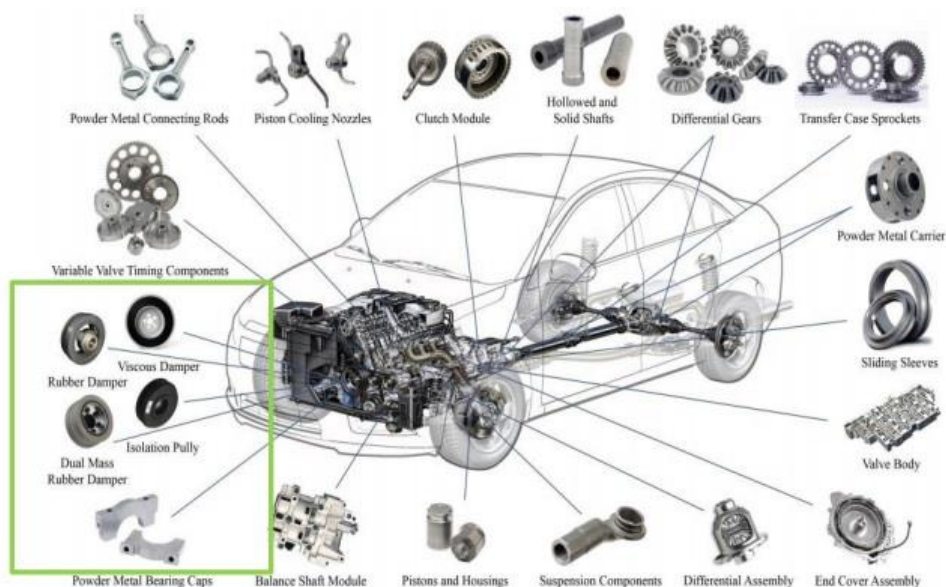


Abbildung 20: Metaldyne Produkte



---

## 6.2 Metaldyne International Deutschland

Innerhalb der Gruppe Metaldyne Vibration Control System (VCS) spielt Metaldyne Dieburg eine sehr wichtige Rolle. In dieser Anlage befindet sich das Zentrum der Innovation, Entwicklung und Prototyping. Neben der Anlage in Dieburg wird nur in einer kleinen Abteilung in Lyon diese Rolle auch innerhalb des Unternehmens übernommen.

Metaldyne Dieburg macht sich innerhalb der VCS-Gruppe des Vertriebs und dem Marketing verantwortlich für das Design und der Produktentwicklung und die laufende Unterstützung bei der Herstellung der Serie.

Die verschiedenen Werke der Gruppe in Dieburg konzentrieren sich auf die Entwicklung von Design und Produkt für Gummi und viskosen Komponenten, Prozessentwicklung und die Unterstützung während der verschiedenen Phasen der Produktion.

Bei einer neuen Anfrage von einem Client mit neuen oder nicht neuen Technologien und neuen Motoren wird in Dieburg eine Untersuchung gemacht, um zu erkennen, welche Stücke besser passen könnten. Dabei wird das Design für jede Art von Motortechnik durchgeführt und danach werden die Berechnungen und Simulationen durchgeführt und schließlich werden die Prototypen hergestellt. Wenn alles in Ordnung ist, wird in großen Serien in verschiedenen Fabriken der Gruppe die Produkte hergestellt. Dabei werden einzelne Standorte ausgewählt: entweder in Barcelona, Halifax, Lyon, usw.

Parallel dazu übernimmt Dieburg auch die Entwicklung und Produktion von kleinen Serien für Ferrari, Aston Martin, McLaren, usw.

Metaldyne Dieburg ist ein Werk von gemäßigten Dimensionen, welches wie folgt aufgeteilt ist:

- 288 m<sup>2</sup> für die Herstellung von Gummidämpfern und Lagerfläche der Werkzeuge für die Herstellung solcher Dämpfer,
- 296 m<sup>2</sup> für die Herstellung von Viskodämpfer,
- 82 m<sup>2</sup> für die Lagerfläche von Komponenten und fertigten Produkten,
- 31,4 m<sup>2</sup> sind für Teste der Mess- und Prüftechnik gewidmet,
- Ein Lager von 131,4 m<sup>2</sup> für Verpackung befindet sich auf der Oberseite des Werks und wird für die Messung und Prüfung von Teststücken verwendet,
- 35 m<sup>2</sup> für die Lagerung von Gummi.
- 144 m<sup>2</sup> für die Herstellung von speziellen Phasen der Prototypen, die nicht spezifisch oder gemeinsam für den Produktionsprozess sind.
- 278,4 m<sup>2</sup> für Büro.

---

Es verfügt über 22 Mitarbeiter, von denen die Aufteilung wie folgt ist:

- sechs Anlagenbetreiber,
- drei zum Messen und Prüfen von den Prüfstücken,
- einer für die interne Qualität von Lieferanten und Kunden,
- ein Prozessentwicklungsingenieur,
- drei Ingenieure für die Entwicklung und Innovation von neuen Projekten,
- zwei Produktdesigner,
- ein Ingenieur von Simulationen,
- einer für Vertrieb,
- zwei für die Logistik, Finanzen und Beschaffung,
- einer für Verwaltung und Humanressourcen,
- ein Manager.

Wie man es in der Verteilung sehen kann, sind nur 27% der Mitarbeiter der Anlage Dieburg in der Herstellung von Teilen beschäftigt. Der Rest konzentriert sich auf die Entwicklung, Innovation, Validierung neuer Projekte usw. Dies ist eines der herausragenden Merkmale dieser Anlage, weil es keine Anlage ist, die in großen Serien arbeitet aber auch nicht an der Produktion eines großen Volumens von Teilen.

(Interne Information von Metaldyne)



Abbildung 21: Werk Metaldyne Dieburg 1



Abbildung 22: Werk Metaldyne Dieburg 2

### 6.3 Anwendung des Fragebogens

Der Fragebogen ist von Judith Vazquez beantwortet. Sie ist eine Mitarbeiterin von Metaldyne International Deutschland.

#### I. Werkzeugstammdatenverwaltung

1. Welches System wird für die Werkzeugstammdatenverwaltung benutzt?	Ein ERP-System				
2. Wie oft trifft eine Art von Datenverlust auf?	Einmal in der Woche	Einmal im Monat	Einmal im Semester	Einmal im Jahr	Es war noch nie passiert
3. Würde es helfen, fern das ERP-System zugreifen?	Nein	Ja, da das Unternehmen verschiedene Abteilungen durch die Welt besitzt.		Konnte hilfreich sein, aber es ist nicht notwendig	
4. wie viel Zeit wird bei technische Problemstellungen des ERP-Betriebs, Datensicherungen, Update- und Releasewechsel, Wartungsanforderungen oder Ausfallsicherheit verschwendet?	20 Stunden pro Woche	15 Stunden pro Woche	10 Stunden pro Woche	5 Stunden pro Woche	Weniger als 5 Stunden pro Woche
5. Wie lange dauert die Lokalisierung von den Werkzeugen?	Es ist augenblicklich	5 Minuten	15 Minuten	30 Minuten	Eine Stunde oder mehr
6. Wie ist die Pflege und Modifizierung von Daten?	Sehr Schnell und einfach	einfach	Konnte besser sein	langsam	Langsam und verzwick
7. Welches System wird für die Werkzeugidentifizierung benutzt?	RFID-Technologie	Barcode	Hybrid-System	Einfache Etiketten	anderes
8. In wie fern ist es wichtig zu wissen wo sich die Werkzeuge in jeden Moment befinden?	Man soll jederzeit wissen, wo sie sich befinden	Es ist nur notwendig, zu wissen, wo sie sich im Lager befinden		Es ist nicht wichtig zu wissen, wo sie sich in jeden Moment befinden	

9. Wie viel Bedeutung beinhaltet das Problem des Verlustes oder des Diebstahls von Werkzeugen	Jeden Tag verschwindet mindestens ein Werkzeug	Jede Woche verschwindet mindestens ein Werkzeug	Jeden Monat verschwindet mindestens ein Werkzeug	Es sind keine Werkzeuge verloren gegangen
10. Wie ist die Steuerung und Datenerfassung von den Werkzeugen?	Die Steuerung und Datenerfassung von den Werkzeugen soll in ungeeigneten Umgebungen funktionieren		Man benötigt die Steuerung und Datenerfassung von den Werkzeugen in ungeeigneten Umgebungen nicht	

## II. Produktentwurf und Konstruktion

1. Welches Programm wird für das Design der Produkte verwendet?	Catia				
2. Wie soll die Genauigkeit der Design-Spezifikationen der Teile sein?	Die Fehlerspanne der Design-Spezifikationen muss von einem Nanometer sein	Die Fehlerspanne der Design-Spezifikationen muss von einem Pikometer sein	Die Fehlerspanne der Design-Spezifikationen muss von einem Milimeter sein	Die Fehlerspanne der Design-Spezifikationen muss von einem Centimeter sein	Das Unternehmen ist nicht durch die Entwicklung von qualitativ hochwertigen Produkten bekannt

### III. Werkzeugtransport

1. Mit welcher Technologie werden die Werkzeuge vom Lager zum Zielpunkt transportiert?	AGV	Paletten	Andere		
2. In wie fern ist der menschliche Fehler beim Werkzeugtransport ein Problem?	Jeden Tag treten menschliche Fehler auf	Zwei bis drei mal in der Woche treten menschliche Fehler auf	einmal in der Woche tritt ein menschlicher Fehler auf	einmal im Monat tritt ein menschlicher Fehler auf	Menschliche Fehler sind im Werkzeugtransport kein Problem
3. Wie ist der Werkzeugtransport in dem Werk?	Pausenlos	gemäßigt			gering
4. Wie viele Transportfahrzeugen gibt es im Werk?	40 oder mehr	Ungefähr 30	Ungefähr 20	Ungefähr 10	Weniger als 5
5. Gibt es Verzögerungen auf Grund des Fahrzeugverkehrs?	Jeden Tag gibt es eine oder mehrere Verzögerungen	Es gibt zwei bis drei Verzögerungen in der Woche	Einmal in der Woche gibt es eine gewisse Verzögerung	Einmal im Monat gibt es eine gewisse Verzögerung	Es gibt kein Fahrzeugverkehr
6. Gibt es Kollisionen zwischen 2 Transportfahrzeugen auf Grund des Fahrzeugverkehrs?	Jeden Tag gibt es eine oder mehrere Kollisionen	Ungefähr einmal im Tag	Ungefähr einmal in der Woche	Ungefähr einmal im Monat	Es gibt kein Fahrzeugverkehr

7. Welchen Einfluss hat die Transportzeit auf die Fertigungszeit der Produkte?	Die Reduktion der Transportzeit würde die Fertigungszeit exponentiell reduzieren	Die Reduktion der Transportzeit würde die Fertigungszeit proportional reduzieren	Die Reduktion der Transportzeit würde die Fertigungszeit logarithmisch reduzieren	Die Reduktion der Transportzeit würde die Fertigungszeit fast nicht verändern
--	--	--	---	---

#### IV. Werkzeugbestandsführung und Bedarfsplanung

1. Wie häufig wird das Inventar aktualisiert?	kontinuierlich	Jeden Tag	Jede Woche	Jede zwei Wochen	Einmal im Monat
2. Wie viel Zeit wird gebraucht für die Aktualisierung des Inventars?	Es ist augenblicklich	Eine Stunde	Vier Stunden	Ein Tag	Drei Tage oder mehr
3. Würde die Reduzierung dieser Zeit wesentlich für die Produktivität des Unternehmens sein? (1 gar nicht wichtig, 5 wesentlich)	Ja	Es würde das ganze Produktionsprozess ein bisschen schneller machen, aber die Produktivität würde sich nur ein bisschen verbessern			Nein
4. Wie viel Zeit wird gebraucht für die Auserarbeitung der Bedarfsplanung?	Es ist augenblicklich	Eine Stunde	Zwei Stunden	Vier Stunden	Ein Tag
5. Würde die Reduzierung dieser Zeit wesentlich für die Produktivität des Unternehmens sein? (1 gar nicht wichtig, 5 wesentlich)	Ja	Es würde das ganze Produktionsprozess ein bisschen schneller machen, aber die Produktivität würde sich nur ein bisschen verbessern			Nein

## V. Werkzeugplanung

1. Ist es sicher bekannt, ob die Arbeitsgänge der Werkzeuge optimal sind? (1 Ja, 3 mehr oder weniger, 5 Nein)	Nein	Mehr oder weniger		Ja
2. In wie fern werden Modifizierung in den Arbeitsgänge gemacht, um zu sehen, ob man die Arbeitsgänge verbessern kann?	Man probiert immer neue Arbeitsgänge	Für jede Bestellung werden mehrere Tests durchgeführt, um die Arbeitsgänge zu optimieren	Außernsweise werden Modifizierung in den Arbeitsgänge von einigen Serien von Produkten durchgeführt.	Die Arbeitsgänge sind schon so offensichtlich, dass man keine Modifizierung machen soll, um die optimale Arbeitsgänge zu erkennen.
3. Wie wichtig ist es optimale Arbeitsgänge zu erkennen in Bezug auf die Qualität der gefertigten Produkte und dabei zum Wohle des Unternehmens?	Es ist entscheidend	Die Qualität der Produkten verschlechtert sich stark, wenn die Arbeitsgänge nicht optimal sind	Die Qualität der Produkten verschlechtert sich wenig, wenn die Arbeitsgänge nicht optimal sind.	Die Qualität der Produkten sind nicht von den Arbeitsgänge abhängig.
4. Sind die Arbeitsgänge der Werkzeuge so offensichtlich, dass man sie ohne eine Simulationssoftware optimieren kann?	Man kann optimale Arbeitsgänge ohne eine Simulationssoftware nicht erkennen	Man kann gute Arbeitsgänge ohne eine Simulationssoftware leicht erkenne, aber man weist nicht, ob sie die optimale sind		Sie sind sehr offensichtlich



## VI. Werkzeugeinsatz

1. Wie sollen die Produkte in Bezug auf die Qualität gefertigt werden?	Die Qualität der Produkte ist entscheidend	Produktqualität ist wichtig, aber nicht unbedingt erforderlich	Das Unternehmen ist nicht durch die Entwicklung von qualitativ hochwertigen Produkten gekennzeichnet
2. Kann man die Produkte herstellen ohne die Notwendigkeit einer CNC-Maschine zu verwenden?	Ja		Nein
3. Zahlt es sich aus diese Maschinen zu besitzen, trotz ihrer hohen Implementierungs- und Wartungskosten?	Ja		Nein

---

## **7 Schlussfolgerungen**

---

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse des Fragebogens interpretiert um zu verstehen, welche Tools das Unternehmen benötigt und welche nicht, um das Werkzeugmanagement zu verbessern.

### **7.1 Werkzeugstammdatenverwaltung**

Der Fragebogen zeigt uns in diesem Bereich, dass die RFID-Technologie eine verschwenderische Ausgabe sein würde. Das Werk benötigt die Vorteile der RFID-Technologie nicht, denn es ist nicht wichtig zu wissen, wo das Werkzeug sich in jedem Moment befindet. Der Diebstahl oder Verlust von Werkzeugen ist in diesem Werk auch kein Hauptproblem. Ein anderer Vorteil der RFID-Technologie ist die Datenerfassung der Werkzeuge unter ungeeigneten Bedingungen. Da es in diesem Werk keine Notwendigkeit gibt dies zu wissen, wäre die RFID-Technologie nicht voll ausgeschöpft. Deswegen wäre es nicht sinnvoll diesen Tool zu implementieren, denn die hohen Implementierungskosten würden sich nicht lohnen. Andererseits könnte ein Barcode-System die Werkzeugstammdatenverwaltung verbessern. Der Barcode-System könnte die einfache Eticketten ersetzen. Dies würde mehr Komfort bieten, um die Werkzeuge zu klassifizieren.

### **7.2 Produktentwurf und Konstruktion**

In diesem Bereich werden die Design-Tools auch unerlässlich, denn wie man es im Fragebogen sehen kann, ist die Genauigkeit des Designs sehr wichtig. Das Unternehmen ist durch die Herstellung präziser Teile bekannt. Aus diesem Grund wird ein gutes Design-Programm für den Produktentwurf und Konstruktion wesentlich. In Metaldyne wird ein sehr bekanntes CAD-Programm benutzt, nämlich den Catia.

### **7.3 Werkzeugtransport**

Die Implementierung von Fahrerlosen Transportfahrzeugen würde auch das Unternehmen schädigen. Die kleinen Dimensionen des Werks und der geringe Werkzeugtransport würde die meisten seiner Vorteilen ausnutzen. Der Transport innerhalb der Fabrik ist so gering, dass es keine Verkehrsprobleme gibt. Da der Verkehr keine Kollisionsprobleme hat, wird es nicht nötig sein den Transport zu automatisieren. Außerdem machen die Dimensionen der Fabrik es so, dass die Werkzeugtransportzeit schon sehr klein ist, so dass die Verminderung dieser Zeit zum Wohle des Unternehmens unbedeutend sein würde. Im Fragebogen sieht man noch deutlich, dass es fast keine menschlichen Fehler gibt, die man sich mit einem AGV-System ersparen kann. Wenn man zu allen diesen Gründen noch einen weiteren Grund hinzufügt, nämlich, dass die Anzahl der Paletten des Werks niedrig ist, erkennt man, dass es nicht rentabel ist so ein teures System zu implementieren. Abschließend lässt sich sagen, dass die Verwendung von nicht automatisierten Paletten für den Werkzeugtransport die geeigneten Fahrzeugen für diese Fabrik sind. In anderen Werken von Mataldyne bekommt die AGV eine sehr hohe Bedeutung. Die großen Dimensionen von den Werken in Barcelona oder Lyon und ihren pausenlosen internen Transport machen diese Technologie in diesen Werken wesentlich.

---

## **7.4 Werkzeugbestandsführung und Bedarfsplanung**

Die Aktualisierung des Inventars muss kontinuierlich sein. Deswegen ist es wesentlich, dass diese Aktualisierung schnell auftritt. Damit es so ist, benötigt das Unternehmen ein effizientes System. Deshalb ist ein ERP-System für dieses Werk ein wesentlicher Trend um eine sinnvolle Bestandführung durchzuführen. Ein ERP-System aus der Cloud könnte aber eine bessere Möglichkeit sein, da es hohe Zeitverschwendung in technische Problemstellungen des ERP-Betriebs, Datensicherungen, Update- und Releasewechsel, Wartungsanforderungen oder Ausfallsicherheit gibt. Außerdem würde sich die Datensicherheit des Unternehmens verbessern. Darüber hinaus könnte man auf andere ERP-Systeme von anderen Metaldyne Werke zugreifen, wenn die anderen Werke auch so ein System implementieren. Dies würde die Kommunikation zwischen verschiedenen Abteilungen verbessern.

## **7.5 Werkzeugplanung**

In der Werkzeugplanung werden die Simulationssoftwares verwendet, um verschiedene Szenarien schnell und effizient zu visualisieren. Wie in Kapitel 3.8 erläutert, sind diese Softwares sehr nützlich um die Arbeitsgänge der Werkzeuge zu optimieren, indem man kleine Modifizierungen in diese Arbeitsgänge einbringt, um sie zu analysieren. Im Fragebogen wird es deutlich, dass diese Softwares in Dieburgs Werk nicht nötig sind. Da die Fertigung von Produkten nicht in großen Serien hergestellt sind, werden die Arbeitsgänge der Werkzeuge offensichtlicher als in anderen Metaldyne Werke, wie zum Beispiel in Barcelona. In Barcelona werden die Optimierungen der Arbeitsgänge wesentlich, denn in diesem Werk werden keine Prototypen oder kleine Serien von Produkten hergestellt, sondern es werden enorme Serien von Produkten gefertigt. Deswegen kann eine kleine Modifizierung sehr vorteilhaft sein. Daher bekommen die Simulationssoftwares in Barcelona eine sehr hohe Bedeutung, denn andere Szenarien zu analysieren um sie zu verbessern, ist in diesem Werk wesentlich. Optimale Arbeitsgänge zu haben, ist in Dieburgs Werk auch sehr wichtig. Aber wie es in den Antworten des Fragebogens klar wird, wird eine Simulationssoftware für die Erhaltung optimaler Arbeitsgänge nicht nötig. Deswegen wäre die Simulationssoftware eine Verschwendung für das Unternehmen.

## **7.6 Werkzeugeinsatz**

Die Produkte dieser Firma werden durch ihre hohe Qualität und Genauigkeit charakterisiert. So strömen die Käufer zu dieser Firma, weil sie wissen, dass sie diese Eigenschaften in ihren Produkten verlangen können. Deswegen sind die CNC-Maschinen in diesem Werk unerlässlich. Die Implementierung solcher Maschinen zahlt sich aus, obwohl hohe Implementierungs -und Wartungskosten vorhanden sind.

## **7.7 Zusammenfassung**

Nachdem man den Fragebogen entwickelt hat und es in Metaldyne International Deutschland verwendet wird, kommt man zu einer Reihe von Schlussfolgerungen. Zuerst wird festgestellt, dass Metaldyne International Deutschland die RFID-Technologie nicht benötigt. Diese Technologie wird

---

in diesem Werk nicht total ausgeschöpft. Daher wäre die RFID-Technologie eine Verschwendung, denn die Implementierungskosten sind sehr hoch. Ein Barcode-System wäre hier somit ratsam. So könnte man es durch die unbequemen Etiketten ersetzen. Die Genauigkeit an den Designanforderungen ist so hoch, dass ein CAD Programm, wie Catia, unerlässlich wird. Die kleinen Dimensionen des Werks und die geringen Verkehrsprobleme bewirken, dass das Unternehmen die Automated Guided Vehicles nicht benötigt. Die CNC-Maschinen sind aber in dieser Fabrik wesentlich. Die hohe Qualität mit der man die Produkten fertigen soll macht diese Maschinen unerlässlich. Da die Arbeitsgänge der Werkzeuge so offensichtlich sind, werden die Simulationssoftwares für die Werkzeugplanung auch unnötig. Andererseits ist in diesem Werk ein ERP-System sehr wichtig, da es eine kontinuierliche und sofortige Aktualisierung des Inventars ermöglicht. Trotzdem würde die implementierung eines ERP-Systems aus der Cloud eine sehr gute Wahl sein, da es nicht nur die Vorteile des normales ERP-Systems besitzt, sondern auch andere, die die Kommunikation zwischen verschiedenen Abteilungen verbessern kann. Ein ERP aus der Cloud würde auch die Datensicherheit verfeinern. Zuletzt würde dieses System die technische Problemstellungen des ERP-Betriebs an den Lieferant auslegen.

---

## 8 Literaturverzeichnis

---

- Amaya, Oscar Luis:** ERP en la nube Vs ERP instalado localmente (On Premise), Bogotá 2014.
- Armbrust, Michael; Fox, Armando; Griffith, Rean; Joseph, Anthony D.:** A view of Cloud Computing, New York 2010.
- Azarang, Mohammad; García, Eduardo:** Simulación y análisis de modelos estocásticos, Colonia Atlampa 1998.
- ASTI:** AGV, los vehículos industriales inteligentes, Madrid 2010.
- Barcia, Kleber F.:** Uso del Simulador Witness para Determinar la Eficacia de un Sistema de Eventos Discretos de Producción: Caso de Estudio del Área de Reparación de una Compañía, Guayaquil 2005.
- Bartneck, Norbert; Klaas, Volker; Schönherr, Holger:** Prozesse optimieren mit RFID und Auto-ID, Erlangen 2008.
- Batini, Carlo; Ceri, Stefano; Navathe, Shamkant:** Conceptual Databases design, Redwood City, California 1992.
- Bolívar, Fabián:** Módulo control numérico computarizado, Neiva 2012.
- Chahal, Sudip:** Deploying ERP on Cost-effective Industry-standard Servers. Intel Information Technology, 2003.
- Condor, Gabriel:** ERP y Mobile Cloud Computing, La Paz 2012.
- Córdova, Carmen Viviana:** Estudio comparativo de un enfoque tradicional frente a un enfoque en la nube de una solución de ERP para la industria de servicios, caso de estudio PWC asesores empresariales CÍA LTDA, Quito 2015)
- Correa, Alexander; Álvarez, Carlos; Gómez, Rodrigo:** Sistemas de identificación por radiofrecuencia, código de barras y su relación con la Gestión de la cadena de suministro, Bogotá 2010.
- Dangelmeier, Wilhelm:** Theorie der Produktionsplanung und –steuerung. Im Sommer keine Kirschpralinen?, Heidelberg/Berlin 2009.
- De maquinas y herramientas:**  
(<http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc>), 2015  
Spanien.
- Dyckhof, Harald; Spendler, Thomas Stefan:** Produktionswirtschaft. Eine Einführung für Wirtschaftsingenieure, Heidelberg Berlin, 2007.
- Echeverri, Juan Martín; Escobar, Paula Andrea:** Caracterización de un AGV (vehículo guiado automáticamente) en el sistema de manufactura flexible, Bogotá 2012.

- 
- Eichhorn, Peter; Merck, Joachim:** Das Prinzip Wirtschaftlichkeit, Mannheim 2016.
- Elmasri, Ramez; Shamkant, Navathe:** Fundamentals of Database Systems, 2004 (fourth edition).
- Falzollahtabar, Hamed; Saidi-Mehrabad, Mohammad:** Autonomous Guided Vehicles, Theran 2015.
- García, Oscar; Corchado, Juan Manuel; Bajo, Javier:** Identificación por radiofrecuencia: fundamentos y aplicaciones, Salamanca 2007.
- Geib, Thomas:** Geschäftsprozeßorientiertes Werkzeugmanagement, Wiesbaden 1997.
- Gómez, Alvaro; Suárez, Carlos:** Los Sistemas de Información. Herramientas prácticas para la gestión empresarial, Madrid 2011.
- Grabski, Severin; Leech, Stewart; Lu, Bai:** Risks and Controls in the Implementation of ERP Systems. The International Journal of Digital Accounting Research, Spain 2001.
- Groover, Mikell P.; Zimmers, Emory W.:** CAD/CAM Computer-Aided Design and Manufacturing, USA 1984.
- Günther, Manuel:** Datenverarbeitung durch Cloud Computing, München 2011.
- Hines, Tony:** Supply chain strategies, Burlington 2004.
- Hahn, Dietger; Laßmann, Gert:** Band 1 und 2. Produktionswirtschaft -Controlling industrieller Produktion. Grundlagen, Führung und Organisation, Produkte und Produktprogramm, Material und Dienstleistungen, Prozesse, Berlin/Heidelberg, 1999.
- Hufgard, Andreas:** B2B-Geschäftsszenarien mit der Cloud-Lösung SAP Business ByDesign, Würzburg 2012.
- Iris, F.:** Survey of research in the design and control of automated guided vehicle systems. School of economics and business administration, Amsterdam 2003.
- Israel:** ¿Qué es el CAM? Cosmocax, 2007.
- Israel:** ¿Qué es el CNC? O control numérico por computadora. Cosmocax, 2007
- Kahmeyer, Martin:** Flexible Demontage mit dem Industrieroboter am Beispiel von Fernsprech-Endgeräten, Heidelberg Berlin, 1995.
- Kistner, Klaus-Peter; Steven, Marion:** Produktionsplanung, Heidelberg 1993.
- Lagorio-Chafkin, Christine:** Automated Guided Vehicles: Behind the Swift Business of a Heavy Industry 2014.
- Lazo, Santiago:** Impacto del Enterprise Resource Planning (ERP) en las Empresas, Puerto Tico 2010.
- Lisbeth Hernandez, Nelly; Anderson, Esp.:** Computación en la nube, Pamplona 2014.
- Loos, Peter:** Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. Fertigungssteuerung, Saarbrücken 2012.

---

**Lynch, Mike:** CNC Concepts, Inc, USA 2007.

**Martín, Miquel:** Implantación del módulo de mantenimiento para la gestión de los procesos de un negocio a través de un programa informático ERP (sistema de información Enterprise Resource Planning), Barcelona 2005.

**Medland, A J; Burnett, Piers:** CAD/CAM in practice. A Manager's Guide to Understanding and Using CAD/CAM, London 1986

**Mertens, Peter:** Integrierte Informationsverarbeitung. Operative Systeme in der Industrie, Wiesbaden 2013.

**Montenegro, Guillermo A.; Marchesin. Antonio E.:** Sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID), Buenos Aires 2007.

**Müller, Max:** Essentials of inventory management, New York 2004.

**Myerson, Judith M.:** RFID in the supply chain, Philadelphia Pennsylvania USA 2007.

**Pantoja, Lucía:** Software Witness, La Paz 2010.

**Pérez, Dania; Octavio, Eduardo; Racet, Ariel:** Functionalities of Enterprise Resource Planning Systems for Supply Chain Integration, La Habana 2013.

**Puche, José Francisco:** Guía práctica para la simulación de procesos industriales, Murcia 2005.

**Rengifo, Ernesto:** Computación en la nube, Colombia 2013)

**Rodríguez, Juan Ignacio:** El modelo entidad-relación.

**Röschinger, Marcus; Stockenberger, Dominik; Günthner, Willibald A.:** Werkzeugmanagement in der Cloud, München 2014.

**Ruiz, Lino:** El control numérico computarizado en el desarrollo industrial.

**Rüdiger, Philipp:** ERP aus der Cloud: Was kann's, was bringt's?, Schweiz 2013.

**Scheer, August-Wilhelm:** Wirtschaftsinformatik Studienausgabe. Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, Berlin/Heidelber, 1995)

**Schotten, Martin:** Produktionsplanung und -steuerung: Grundlagen, Gestaltung und Konzepte, Achen 1998.

**Schuh, Günther:** Produktionsplanung und -steuerung. Grundlagen, Gestaltung und Konzepte, Achen 2006.

**Schütte, Reinhard:** Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung, Wiesbaden 1998.

---

**Siepermann, Cristoph:** Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik. Produktionsplanungs- und -steuerungssystem, Sigmaringen 2015.

**Singer, Otto:** Aktueller Begriff Cloud Computing, Deutschland 2010.

**Solano, Jaime:** Computación en la nube, Costa Rica 2011.

**System Logistics:** <http://www.system-agv.com/spa/ventajas>

**Teorey, Toby; Lightstone, Sam; Nadeau, Tom:** Database Modeling & Design: Logical Design, San Francisco 2006.

**Tsumura, T.:** Automated Guided Vehicles in Japan, University of Osaka 1995.

**Ultsch, Alfred:** Eine Begründung der Pareto-80/20 Regel und Grenzwerte für die ABC-Analyse, Marburg 2001.

**Uwizeyemungu, Sylvestre and Raymond, Louis:** Exploring an alternative method of evaluating the effects of ERP: a multiple case study. Journal of Information Technology, 2009.

**Waller, Anthony:** Witness simulation software, United Kingdom 2012.

**Wolff, Gabriele; Schätzel, Jule Marie:** RFID Radiofrequenz-Identifikation Was ist das?, Mainz 2010.