

## **Merkmale, Beschreibung und Gestaltung von Erzeugnissen und ihre Entwicklung kennen**

Kostenminimale Produktion von Gütern beginnt bei der Entwicklung und endet beim Verkauf von Erzeugnissen.

Der in diesem Gesamtprozess notwendige Einsatz von Hard- und Software setzt bei Informatikerinnen und Informatikern Kenntnisse der Erzeugnisbeschreibung, der Beschreibung der Prozesse der Erzeugnisfindung, Erzeugnisentwicklung und -konstruktion bis hin zur Vereinheitlichung, Normung und Standardisierung voraus.

Davon ausgehend wird in diesem Lernmodul ein Überblick gegeben über:

- typische Erzeugnismerkmale,
- prinzipielle Vorgehensweisen bei der Ideenfindung für neue Erzeugnisse, ihrer Entwicklung sowie Konstruktion,
- die Erzeugnisgestaltung und Vereinheitlichung von Erzeugnissen sowie ihre Beschreibung.

Alle notwendigen Informationen und Arbeitsunterlagen sind in diesem Lernmodul enthalten.

Dieses Lernmodul ist im häuslichen Studium zu erarbeiten.

Der benötigte Zeitaufwand liegt bei ca. 14 Stunden.

Zusätzlich finden im Begleitunterricht 2 Stunden Festigung und Vertiefung fachspezifischer und fächerübergreifender Zusammenhänge sowie die Beschreibung typischer Aufgaben und Problemstellungen statt.

### **LERNMODUL 3**

#### **Ziele**

#### **Ausgangssituation**

#### **Planung**

**Fallbeispiel****Die rechnergestützte Produktionsplanung durch eine Teileklassifizierung vorbereiten**

Sie sind als angehender Informatiker in der Fa. Muster beschäftigt und Mitglied einer Projektgruppe zur Firmenerweiterung.

Die Fa. Muster stellt im Wesentlichen Präzisionsdrehteile her und will den Produktionsumfang auf der Basis von Verträgen mit neuen Partnern aus der Automobilbranche verdoppeln.

Die Projektgruppe hat auf der Basis einer Ist-Standsanalyse den Personal-, den Material- und Betriebsmittelbedarf geplant.

Bei der Erfassung des Ist-Standes stellte sich heraus, dass in Ihrer Firma bisher weder eine Einordnung des Teilesortiments in Erzeugnisgruppen noch eine Teileklassifizierung vorgenommen wurde.

Die neu einzuführende computergestützte Arbeitsweise in der Firma und die Zusammenarbeit mit Ihren neuen Partnern macht dies aber zwingend notwendig.

Das folgende Lernmodul vermittelt die nötigen Zusammenhänge und Grundlagen zur Lösung dieser Aufgabenstellung.

<b>1 Erzeugnismerkmale .....</b>	<b>4</b>
1.1 Lebenszyklusphasen.....	4
1.2 Lebenszyklusursachen.....	5
<b>2 Erzeugnisideen .....</b>	<b>8</b>
2.1 Ideensammlung.....	8
2.2 Ideenerarbeitung .....	9
2.3 Ideenselektion .....	15
<b>3 Forschung und Entwicklung .....</b>	<b>25</b>
3.1 Forschung .....	25
3.2 Entwicklung .....	26
<b>4 Erzeugnisgestaltung .....</b>	<b>28</b>
4.1 Konstruktion .....	28
4.2 Prototyping und Erprobung .....	30
4.3 Reengineering/Wertanalyse.....	33
<b>5 Normung und Standardisierung .....</b>	<b>43</b>
<b>6 Erzeugnisbeschreibung .....</b>	<b>47</b>
6.1 Zeichnungen .....	47
6.2 Stückliste .....	50
6.3 Nummerierung und Teileklassifikation .....	55
<b>Lösungsanhang .....</b>	<b>61</b>

## Inhaltsverzeichnis

Lernbereich

## 1 Erzeugnismerkmale

### 1.1 Lebenszyklusphasen

Das wichtigste Merkmal der meisten Erzeugnisse ist, dass sie nur eine bestimmte Zeit wirtschaftlich absetzbar sind. In den letzten Jahrzehnten ist dieser Zeitraum immer kürzer geworden. Betrachtet man unterschiedliche Erzeugnisse, so stellt man fest, dass die Dauer der Absetzbarkeit sehr unterschiedlich ist. Teilweise wird diese Entwicklung durch die Unternehmen selbst beeinflusst, denn durch die immer schnellere Entwicklung neuer Modelle ist der moralische Verschleiß des Vorgängermodells vorprogrammiert. Bei Automobilen beträgt dieser Zeitraum ca. 5 Jahre, bei Computern heute noch maximal ein Jahr.

Erzeugnismerkmale sind:

- Phasen des Lebenszyklus
- Ursachen des Lebenszyklus

Die Phasen des Lebenszyklus eines Erzeugnisses in Zusammenhang mit der Wirtschaftlichkeit sind im folgenden Bild dargestellt. Die **Entwicklungszeit** ist der Zeitraum, der benötigt wird, um ein Erzeugnis marktfähig zu machen. In diesem Zeitraum fallen erzeugnisabhängig hohe Kosten für Forschung, Konstruktion, anlaufende Fertigung und Erzeugniserprobung an. Dieser Entwicklungszeitraum hat sich in den vergangenen Jahrzehnten erheblich verkürzt.

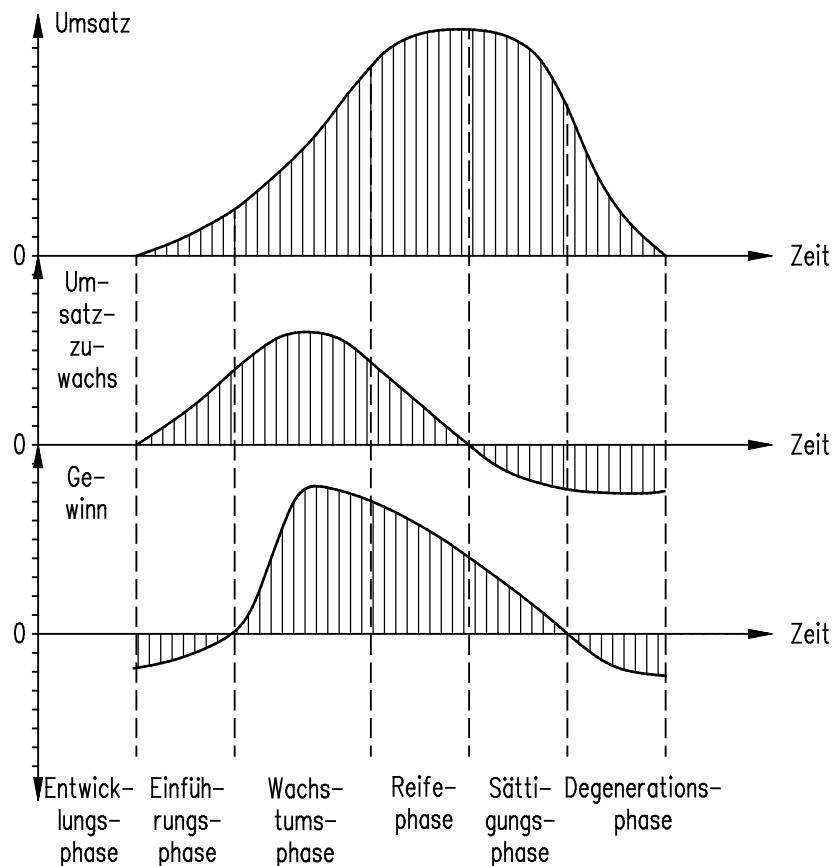


Abbildung 1 Lebenszyklusphasen eines Erzeugnisses

Die **Entwicklungsphase** stellt die größte Hürde für ein Produkt dar. In dieser Phase scheitern schon viele Erzeugnisse. Hier wird häufig über Misserfolg oder Erfolg entschieden. Das Erzeugnis wird von der Grundidee mit der Erzeugnisbeschreibung, der Grobkostenschätzung, den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Terminvorstellungen über eventuelle Prototypenentwicklung zum Vertriebsprodukt entwickelt. Dazu gehören auch die Entwicklung, Planung und Fertigung von entsprechenden Fertigungsstätten.

In der **Einführungsphase** muss ein neues Produktangebot mit hohen Investitionskosten in den Markt eingeführt, Bekanntheit und Distribution aufgebaut werden. Auf der Kundenseite können zunächst nur die Innovatoren erreicht werden, andererseits gibt es aber auch kein Konkurrenzprodukt.

In der **Wachstumsphase** wachsen Umsatz und Gewinn progressiv. Die Anzahl der Kunden erhöht sich kontinuierlich und die ersten Reaktionen der Konkurrenz sind zu beobachten (Neuprodukte, Produktvariationen, Preissenkungen usw.)

Mit der **Reifephase** flacht der Umsatz- und Gewinnzuwachs ab, da einerseits die Innovationskraft bzw. die Konkurrenz mit ihren Maßnahmen Erfolge verzeichnen kann. Andererseits können immer mehr Wiederkäufer gewonnen werden, da das Produkt längere Zeit im Markt zu finden ist. Der Käuferkreis nimmt weiter zu.

Obwohl in der **Sättigungsphase** noch immer einzelne Kunden gewonnen werden können, stagniert der Umsatz. Der Gewinn liegt aber auf einem sehr hohen Niveau, da das Produkt nicht mehr so viele Marktaktivitäten benötigt. Eventuell kann man durch einen Relaunch (verstärkten Werbeeinsatz) wieder in den Bereich wachsender Umsätze zurückkehren.

In der **Degenerationsphase** verliert das Produkt mehr und mehr an Umsatz. Offensichtlich genügt es nicht mehr den Kundenanforderungen. Über eine Elimination sollte intensiv nachgedacht werden. Die Ursachen, die zur Degenerationsphase führen, können mangelnde Auslastung der Fertigungsanlagen bei zu geringer Stückzahl oder das verstärkte Aufkommen aktueller und möglicherweise preisgünstiger Substitutionsprodukte sein.

Der exakte Übergang von einer in die andere Phase lässt sich in der Praxis meist nicht bestimmen. Trotzdem ist der Produktlebenszyklus eine häufig eingesetzte Entscheidungshilfe, da für die Phasen ja typische Aussagen getroffen werden können.

## 1.2 Lebenszyklusursachen

Sowohl im Bereich der Erzeugnisentwicklung als auch im Bereich des Marketing ist es notwendig, die Ursachen, die den Lebenszyklus beeinflussen, zu kennen. Die wichtigsten dieser Ursachen sind:

- Käuferbezogene Ursachen
- Konkurrenzbezogene Ursachen
- Unternehmensbezogene Ursachen

Der Käufer als Nachfrager trägt wesentlich zur Entstehung und zum Verlauf der Lebenszykluskurven von Erzeugnissen bei. Da im Bereich des Marketings das Käuferverhalten nicht immer richtig eingeschätzt werden kann, sind Nachfrageveränderungen für das Unternehmen besonders problematisch. Tritt die Erzeugnisalterung bereits in der Einführungsphase auf, dann wird mit diesem Produkt in der Regel kein Gewinn erreicht werden können. **Käuferbezogene Ursachen** des Lebenszyklus von Erzeugnissen sind u.a.:

- Der **wachsende Wohlstand** verändert die Ansprüche der Menschen für ihre Bedürfnisbefriedigung. Sie lehnen bestimmte Erzeugnisse prinzipiell ab und akzeptieren nur solche, die ihrer Lebensart entsprechen, z.B. Luxusartikel.
- Der **Mode- und Geschmackswandel**, der zunehmend immer mehr Erzeugnisse selbst aus dem Dienstleistungsbereich betrifft, ist ebenfalls ein Ergebnis des wachsenden Wohlstandes. Andererseits spielt hier die bewusste Differenzierung der Käufer eine wichtige Rolle. In diesem Einflussbereich wird aber auch die psychologische Beeinflussung durch Anbieter und Hersteller der Erzeugnisse wirksam und besitzt eine Steuerungsfunktion.

**Konkurrenzbezogene Ursachen** des Lebenszyklus sind:

- Der **technische Fortschritt** schafft Substitutionserzeugnisse, die für den Käufer Vorteile gegenüber dem bisher angebotenen Produkt bringen wie erweiterte Anwendungsmöglichkeiten, verbesserte Funktionsfähigkeiten oder kostengünstigere Werkstoffe. Bringt die Konkurrenz solche Erzeugnisse auf den Markt, so kann der geplante Lebenszyklus entscheidend verändert werden. Technischer Fortschritt kann sich aber auch in neuen Herstellungsverfahren ausdrücken, die der Konkurrenz entscheidende Vorteile bringen können.
- Die **Nachahmbarkeit** führt dazu, dass die Konkurrenz in der Lage ist, kurzfristig ein Konkurrenzprodukt auf den Markt zu bringen, ohne Zeit und Geld in die Entwicklung zu investieren. Produktpiraterie hat in den letzten Jahrzehnten ständig zugenommen.

Die Unternehmen haben Möglichkeiten, Einfluss auf das Verhalten der Käufer und der Konkurrenz zu nehmen. **Unternehmensbezogene Ursachen** spiegeln sich im Marketing eines Unternehmens wider. Zu nennen sind folgende Maßnahmen:

- Die **Produktpolitik**, bei der Produkt-, Kundendienst- und Garantieleistungsgestaltung im Vordergrund stehen, hat eine zunehmende Wichtung erhalten. Besonders die Produktgestaltung, bei der Produktqualität und Produktdesign eine wichtige Rolle spielen, hat einen großen Einfluss. Markenartikel leben mit ihrem einmal erworbenen Namen in der Regel besser.
- Weitere Ursachen liegen in der **Kontrahierungspolitik**, die Preis- und Rabattgestaltung sowie die Liefer- und Zahlungsbedingungen beinhaltet.
- Im Rahmen der **Distributionspolitik** spielen die Absatzarten und die Marketing-Logistik eine Rolle
- **Kommunikationspolitik** umfasst den Bereich der Werbung, Verkaufsförderung und Öffentlichkeitsarbeit des Unternehmens. Hierzu gehört auch das Ermitteln der Erzeugnisattraktivität für den Kunden.
- Mithilfe der marktpolitischen Elemente kann ein Unternehmen die Erzeugnisse am Markt mehr oder weniger gut aufbauen. In diesem Rahmen muss auch abgesteckt werden, welcher Anteil der Marktabdeckung erreicht werden soll.

Aufgabe 1

*Nennen Sie die Phasen des Lebenszyklus von Erzeugnissen und stellen Sie typische Merkmale heraus!*

Aufgabe 2

*Welche Ursachen führen zum Lebenszyklus von Erzeugnissen?*

Aufgabe 3

*Wodurch kann ein Unternehmen Einfluss auf den Lebenszyklus des Erzeugnisses nehmen?*

**Aufgaben**

**Lernbereich****2 Erzeugnisideen****2.1 Ideensammlung**

Zwischen der Erzeugnisidee und der Produktpolitik eines Unternehmens besteht ein enger Zusammenhang. Jedes Unternehmen steht ständig vor der Aufgabe, neue marktfähige Erzeugnisse zu entwickeln und auf den Markt zu bringen. Dabei kann man davon ausgehen, dass für ein marktfähiges Erzeugnis bis zu 20 Ideen notwendig sind, wie internationale Untersuchungen zeigen. Für die Ideensammlung bieten sich dem Unternehmen zwei verschiedene Quellen an:

- Unternehmensinterne Quellen
- Unternehmensexterne Quellen

Als **unternehmensinterne Quellen** für Erzeugnisideen sind folgende Bereiche eines Unternehmens zu sehen:

- Die **Forschung und Entwicklung**, die aus ihren Erkenntnissen der praktischen Arbeit, dem Studium der spezifischen Fachliteratur, dem Erfahrungsaustausch der Fachleute und aus der Patent-, Richtlinien- und Gesetzesrecherche den besten Überblick über den Markt hat.
- Das **betriebliche Vorschlagswesen** greift auf das Fachwissen der Mitarbeiter vor allem im Bereich Verfahrensgestaltung und Arbeitsablaufgestaltung zurück.
- In der **Fertigung** werden die Mitarbeiter durch ihren engen Kontakt mit dem Produkt in die Lage versetzt, für neue Erzeugnisse und Verfahren eigene Ideen einzubringen.
- Die **Absatzorganisation** hat durch den täglichen Kontakt mit Kunden und potenziellen Käufern eine gute Marktübersicht. Sie kennt die Wünsche des Marktes und die Aktivitäten der Konkurrenz. Auch Erkenntnisse aus den Werbeaktivitäten der Konkurrenz führen zu neuen Erzeugnisideen.
- Die **Marktforschungsabteilung** hat über den Vergleich ihrer Marktuntersuchungen hinsichtlich Nachfrage, Konkurrenz und eigenem Angebot Möglichkeiten, eigene Erzeugnisideen zu liefern.

Einen wesentlichen Beitrag für Erzeugnisideen liefern die **unternehmensexternen Quellen**.

- Die **Kunden** tragen ihre Meinung zu den Erzeugnissen hinsichtlich Qualität, Leistungspalette und Einsatzmöglichkeiten an das Unternehmen heran und machen Aussagen im Vergleich mit Konkurrenzprodukten. Kunden nennen aber auch Anforderungen, die sie selbst an ein Produkt stellen.
- **Verbraucherverbände** und **Testinstitute** vergleichen Erzeugnisse unterschiedlicher Hersteller und liefern damit Ideen zur Erzeugnisent- und -weiterentwicklung.
- **Absatzmittler** haben durch ihren direkten Marktkontakt beste Möglichkeiten, aus den Wünschen, der Kritik und den Anregungen der Kunden Ideen zu liefern.
- Auch die **Konkurrenz** liefert durch Prospektmaterial, Messen, Ausstellungen und Veröffentlichungen Quellen für neue Ideen.
- **Beratungsunternehmen** wie Hoch- und Fachschulen, Marktforschungsinstitute, Werbeagenturen, Unternehmensberatungen können in vielfacher Form im Auftrag von Unternehmen zur Ideenfindung und -sammlung beitragen.



- **Praktikanteneinsätze** von Fach- und Hochschulen sowie anderer Bildungseinrichtungen bringen die Möglichkeit, durch neutrale Personen im Unternehmen zu neuen Ideen zu kommen.
- **Neue Mitarbeiter** sind in der Regel noch nicht betriebsblind und können so wertvolle Fragen und Anregungen geben.
- **Mitarbeiter**, die **von Konkurrenzunternehmen** abgeworben wurden, liefern Informationen, welche Lösungen und Entwicklungen die Konkurrenz verfolgt hat und womit sie sich zur Zeit beschäftigt.
- Beobachtungen der **Umwelt** liefern Ideen, die zur Lösung von Problemen genutzt werden können.

## 2.2 Ideenerarbeitung

Am Anfang der Ideenerarbeitung sollte das **Problem erkannt** und Informationen zum Problem gewonnen werden. Die Erarbeitung der entsprechenden Informationen lassen sich mit folgenden Methoden systematisieren:

- **Fragenbogentechnik und Fragenkataloge**, mit denen Denk- und Problemlösungsanstöße gegeben werden. Bei der Ausarbeitung und Auswertung eines Fragenkataloges sollten die Fragen nach Zielsetzung und Art systematisiert werden.
- Bei der **Methode des kritischen Zweifels und des Verneinens** werden Aussagen, Ergebnisse und Abläufe absichtlich umgestellt, verneint oder in das Gegenteil verkehrt.

Im Gegensatz zum Sammeln von Erzeugnissideen, wo lediglich innerhalb und außerhalb des Unternehmens gewonnenen Informationen zusammengetragen werden, ist die Ideenerarbeitung das systematische Gewinnen von Erzeugnissideen. Die Verfahren zur Ideenfindung und -verarbeitung kann man unterteilen in:

- **Intuitiv-kreative Verfahren**; dazu zählen u.a. das Brainstorming, das Brainwriting (Methode 635) und die Synektik.
- **Systematisch-logische Verfahren**; dazu zählen u.a. die morphologische Methode, der Problemlösungsbaum und die Funktionsanalyse.

### Brainstorming

Grundidee des **Brainstormings** ist, dass die Ideen aller Teilnehmer spontan und ohne Bewertung aufgegriffen werden.

- An einer Brainstorming-Sitzung sollen 4 bis maximal 12 Personen mit unterschiedlichem Ausbildungshintergrund in einer möglichst aufgelockerten und freundlichen Atmosphäre teilnehmen. Die Sitzungsdauer sollte eine Stunde nicht übersteigen.
- Der Ablauf der Sitzung gliedert sich in Einführung, Aufgabengliederung, Ideenfindung und Bewertung
- Voraussetzung für eine Sitzung sind Kenntnisse aller Teilnehmer zu den Regeln von Brainstorming.

- Während der Ideenfindung ist Kritik oder Bewertung, welcher Art auch immer, nicht zulässig.
- Eine freie Entfaltung, auch ungewöhnlicher, scheinbar verrückter Ideen ist ebenso gewünscht wie nahe liegende, einfache Lösungen.
- Ideen der anderen sollen aufgegriffen und „weitergesponnen“ werden.
- Es ist eine möglichst große Zahl von Ideen anzustreben. Die Forderung nach vielen Ideen motiviert eher zum „Vorwärtstürmen“, sodass Kettenreaktionen ausgelöst werden.
- Der Leiter der Gruppe soll nur in der Vorbereitung aktiv werden, die Aufgabenstellung schildern und darauf achten, dass die Regeln eingehalten und die Ideen dokumentiert werden
- Zur Aufgabengliederung gehört die Ermittlung der Produktfunktion, Aufstellung der Suchbereiche und eventuell eine Gruppeneinteilung.
- Zur eigentlichen Ideenfindung gehört die Ideensuche und die Dokumentation (Protokoll).
- Die Bewertung der Sitzung wird in Vorbewertung, eventuellem Informationsaustausch der Gruppen und Schlußbewertung unterteilt.

Auf ein besonderes Problem dieser Methode sei hingewiesen. Entstehen aus der gemeinsamen Zusammenarbeit Schutzrechte, dann kann es Schwierigkeiten geben.

Diese Grundmethode existiert in vielen Abwandlungen (**Brainwriting** oder **Methode 6-3-5**, Anonymes, Didaktisches, Destruktiv-konstruktives, Imaginäres Brainstorming; SIL-Methode u.a.).

### **Methode 6-3-5**

Auch bei der **Methode 6-3-5** - auch **Brainwriting** genannt - sollen durch eine wechselseitige Anregung der Teilnehmer neue Ideen gefunden werden. Sie wurde 1969 von B. Rohrbach entwickelt und setzt voraus, dass das Problem den Mitgliedern der Gruppe vorgestellt und die Problemstellung klar definiert ist. Hier wird schriftlich gearbeitet.

Sechs etwa gleich qualifizierte Problemlöser notieren als Text und/oder Skizze jeweils 3 Lösungsansätze auf ein Blatt (günstig DIN A 3) und geben es nach etwa 5 Minuten dem Nachbarn. Der ergänzt oder entwickelt daraus weitere Lösungsvarianten. Das wird solange wiederholt, bis alle ursprünglichen Lösungen fünfmal überarbeitet wurden.

Die Methode heißt deshalb **635**, weil

- **sechs** Gruppenmitglieder
- jeweils **drei** Lösungen
- in **fünf** Minuten entwerfen.

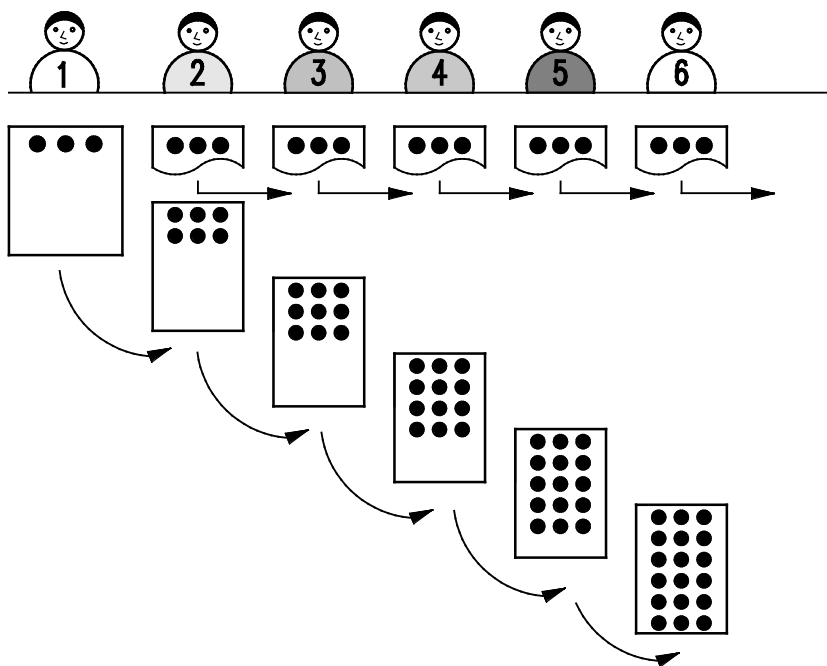


Abbildung 2 Methode 6-3-5

So können im Idealfall nach 30 Minuten 108 Lösungen erarbeitet werden. Tatsächlich dauert dieser Vorgang länger. Bei der Planung sollte berücksichtigt werden, dass in der letzten Phase mehr Zeit erforderlich ist, um die bereits gemachten Vorschläge überhaupt zur Kenntnis nehmen zu können. Es ist nachträglich gut möglich, den Entwicklungsvorgang zu verfolgen und gegebenenfalls den Urheber einer besonderen Lösung zu ermitteln. Auch hier wird in dieser Phase auf eine kritische Wertung verzichtet.

Während bei Brainstorming dominante Personen das Lösungsbemühen beherrschen können, ist bei dieser Methode die Aktivität aller im gleichen Maße möglich. Im Anschluss an die Ideenfindung kann jeder Teilnehmer noch einmal alle Formulare durchsehen und die seiner Meinung nach besten Lösungen kennzeichnen. Vorschläge, die mehrfach markiert sind - also am erfolgversprechendsten sind - können von der Gruppe im Brainstorming-Verfahren noch weiter verbessert werden.

#### Vorteile:

- es wird systematischer gearbeitet
- Störungen durch „Palaver“ fallen weg
- Konflikte in der Gruppe wirken sich nicht aus
- jeder Lösungsvorschlag kann weiterentwickelt und ergänzt werden
- der Entwicklungsgang ist später noch nachvollziehbar
- im schulischen Bereich sind Leistungsbewertungen möglich

#### Nachteile:

- durch die Einzelarbeit ist die Kreativität geringer
- die Spontaneität geht verloren; Hemmungen kommen mehr zum Tragen
- die Zeit kann für bestimmte Ideen in Abhängigkeit vom Arbeitsstil und -tempo des Einzelnen zu kurz sein

## Synektik

**Synektik** ist dem Brainstorming verwandt. Es wird der Versuch unternommen, sich durch Analogien aus Bereichen, die nicht direkt etwas mit der Technik zu tun haben (Natur, Geschichte, Wirtschaft), zu neuen Lösungsvarianten anregen zu lassen. Diese Methode wurde 1961 durch W.J. Gordon entwickelt.

Viele Voraussetzungen von Brainstorming gelten auch hier (keine Kritik, Hemmungen abbauen), aber die Methode Synektik dauert länger (bis zu einem halben Tag; Erfahrungen des Moderators nötig; Synektikmethode ist bereits trainiert worden; Gruppe nur bis sieben Teilnehmer!). Der Leiter muss hier aktiver werden als bei Brainstorming. Er hat den Gedankenfluss zu lenken und weiter zu führen. Folgende Schritte sind zu gehen:

- Problem wird dargelegt und jedem vertraut
- Verfremden des Vertrauten (es werden Analogien und Vergleiche zu anderen Lebensbereichen hergestellt)
- Analysieren der genannten Analogien
- Vergleichen zwischen Analogie und Problem
- Aus dem Vergleich werden neue Ideen entwickelt
- **Eine** mögliche Lösung wird entwickelt

Es erweist sich als günstig, den Gesamtablauf über den Overheadprojektor oder eine Tafel für alle Teilnehmer sichtbar zu machen. So ist z.B. das Dach des Olympiastadions in München nach dieser Methode entwickelt worden. Vielversprechend lässt sich die Synektik z.B. bei der Entwicklung von Industrierobotern oder Manipulatoren anwenden. Im Maschinenbau führt die Methode nur teilweise zu Erfolgen.

So könnte die Lösung z.B. in folgende Richtung gehen, wenn das Problem besteht, dass bei einem Hochhaus die Brandbekämpfung nicht möglich ist, weil die Feuerleiter zu kurz ist. Naheliegender wäre, längere Feuerwehroleitern zu nutzen. Wäre es denkbar, dass das Wasser von oben kommt (Wasserfall)? So kann als Lösung angeboten werden, ein Dachbecken mit entsprechenden Leitungen und Schläuchen mit Bremswirkung vorzusehen.

## Morphologischer Kasten

Unter Morphologie wird die Lehre von den Formen und Gestalten verstanden. Mit der Methode „**Morphologischer Kasten**“ soll ein Lösungssystem aufgebaut werden, das alle denkbaren Lösungsmöglichkeiten in geordneter Form enthält. Sie ist gut anzuwenden bei der Entwicklung neuer Produkte. Diese Methode wurde erstmalig 1966 von F. Zwicky vorgeschlagen und zwingt zum systematischen Arbeiten.

Teilfunktionen, die möglichst unabhängig voneinander sind, werden in die erste Spalte eines Rasters - dem morphologischen Kasten - eingetragen. Das ist der kritischste Schritt dieser Methode. Für jedes Funktionselement werden möglichst viele Einzellösungen gesucht und in der entsprechenden Zeile aufgeführt. So entsteht ein morphologischer Kasten, zu dem die Mathematiker Matrix sagen. Auf diese Weise ergeben sich die vielfältigsten Kombinationen.

Je größer die Sachkenntnis und der Fleiß bei den Recherchen ist, umso mehr Lösungsprinzipien werden für die einzelnen Bausteine gefunden. Die Schwierigkeit be-

steht darin zu entscheiden, welche Lösungen miteinander verträglich sind und kollisionsfrei, also wirklich kombinierbar sind. Günstig erscheinende Kombinationen werden in der Matrix herausgehoben und analysiert.

Es ist zu klären, warum diese im Vergleich zu anderen weiterverfolgt werden sollen. Es werden geeignete Kombinationen durchgespielt, bis eine optimale Lösung gefunden ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch „nicht optimale“ Ausprägungen durch besondere Kombinationsvorteile zu besseren Gesamtlösungen führen können. Für die Auswahl von Lösungskombinationen sind folgende Regeln zu beachten:

- Teilfunktionen und Teilfunktionsträger nur dann verknüpfen, wenn sie miteinander wirklich kombinierbar sind
- Die theoretisch mögliche Gesamtzahl der Lösungsfolgen muss auf eine geringe Zahl von Konzepten beschränkt werden, die realisierbar sind
- Die Auswahl der Lösungsfolgen ist durch Fachleute vorzunehmen
- Alle ausgewählten Lösungsvarianten müssen die Vorgaben der Anforderungsliste erfüllen
- Lösungen, die zu aufwändig sind, streichen

Am Beispiel eines Garagentorantriebes ist das Prinzip der Methode zu erkennen.

Teilfunktion	Lösungsprinzipien und Bausteine				
<b>Rotation in Translation umsetzen</b>	Zahnstange	Kette	Seil	Kurbel	Zahnriemen
<b>Drehzahl und Moment übersetzen</b>	Stirradgetriebe	Schneckengetriebe	Reibradgetriebe	Planetengetriebe	HD-Getriebe
<b>Energie umformen</b>	Hydromotor	Druckluftmotor	Elektromotor	Verbrennungsmotor	Solarmotor
<b>Abschaltung ermöglichen</b>	Endschalter	mechanisch	Infrarotschalter	elektronischer Schalter	
<b>Überlastungsschutz</b>	Rutschkupplung	Abscherstift	Schmelzsicherung	Bimetallsicherung	
<b>Diebstahlsicherung</b>	Magnetbremse	selbsthemmendes Getriebe	Kipphebel	Alarmanlage	elektronische Verknüpfung

Tabelle 1 Morphologischer Kasten für einen Garagentorantrieb

Für die Auswahl werden technische und wirtschaftliche Gesichtspunkte herangezogen. Die Entscheidung für das Planetengetriebe wurde getroffen, weil dadurch gute Wirkungsgrade erzielt werden, sodass ein Motor mit kleinerer Leistung möglich ist. Das erfordert aber eine Diebstahlsicherung (Zusatzbremse).

Die Abschaltung könnte auch über einen Endschalter erfolgen. Wäre für die Diebstahlsicherung ein selbsthemmendes Getriebe gewählt worden, dann müsste die Drehzahlverstellung über z.B. ein Schneckengetriebe erfolgen. Das hat jedoch einen schlechten Wirkungsgrad (größere Leistung und damit andere Baugröße erforderlich! Teurer!)

Dieser morphologische Kasten lässt sich auch gut für andere Bereiche anwenden, wie in folgender Übersicht für den Entwurf eines Krimis zu erkennen ist.

Parameter	Ausprägungen der Parameter				
<b>Tatort</b>	London im Nebel	Klassenzimmer	Wald	Pariser Nachtclub	Arbeitsplatz
<b>Todesursache</b>	Erschrecken	Erschießen	Englisches Bier	Nicht geklärt	Erwürgen
<b>Täter</b>	Dozent	Junger Erbe	Bankrotter Fabrikant	Liebhaber	Bürgermeister
<b>Opfer</b>	Taxifahrer	Lehrer	Spion	Reiche Witwe	Dirne
<b>Zeitpunkt</b>	Nachts	Im Morgen-grauen	Während des Unterrichts	Beim Training	Beim Abend-essen
<b>Motiv</b>	Geldgier	Ehrgeiz	Erotischer Kitzel	Mitwisser beseitigen	Vergeltung
<b>Aufklärung durch</b>	Zufall	Selbstanzeige	Gentest	Methoden d. Ideenfindung	Indizien
<b>Held</b>	Gastarbeiter	Journalist	Regierungs-chef	Ehefrau	Freund

Tabelle 2 Morphologischer Kasten für einen Krimientwurf

### Problemlösungsbaum

Durch die Methode „**Problemlösungsbaum**“ sollen alle Alternativen erfasst und geordnet dargestellt werden, die zur Lösung einer Fragestellung bedeutungsvoll sind. Die hierarchisch verästelnde Struktur ergibt das Bild eines Baumes. Jeder entsprechende Gesichtspunkt kann zu einer weiteren Verästelung führen. Die grundlegende Aufgliederung bringt die ersten Unterteilungen und erst in weiteren Schritten werden feinere Unterschiede gemacht. Die Rangfolge ergibt sich aus dem anstehenden Problem. Die folgende Abbildung macht die Vorgehensweise deutlich.

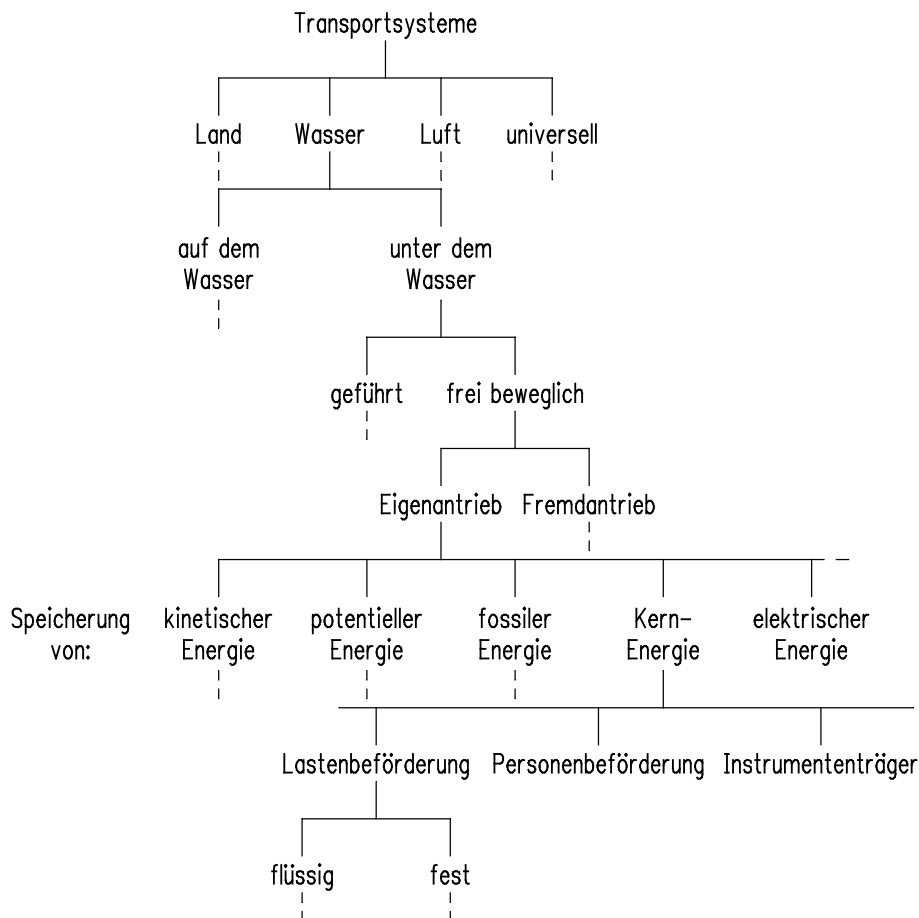


Abbildung 3 Problemlösungsbaum für ein Transportproblem

Fachkundige Personen (maximal 3) sind in der Lage, derartige Bäume bei Beachtung der komplexen Aufgabe zu erstellen.

## 2.3 Ideenselektion

Die über die Ideenerarbeitung zusammengetragene Fülle von Erzeugnissideen stellt ein Unternehmen vor das Problem, solche Ideen zu selektieren, die mit hoher Wahrscheinlichkeit zur Entwicklung eines erfolgreichen Erzeugnisses beitragen.

Einerseits sollen alle Erzeugnissideen geprüft werden, andererseits kann die zusammengetragene Fülle der Ideen nicht detailliert untersucht werden.

An einem Beispiel soll das grundsätzliche Vorgehen einer technisch-wirtschaftlichen Bewertung dargestellt werden.

## Technische Bewertung

Ein erster Schritt ist das Aufstellen von Zielvorstellungen, wenn das nicht bereits in der Konzeptphase erfolgt ist. Daraus werden Bewertungskriterien abgeleitet. Die einzelnen vorliegenden Lösungsvarianten werden anschließend danach beurteilt.

Schwierigkeiten bereitet es oft, technisch bedeutungsvolle Eigenschaften für das spezielle Problem zu erfassen. Die folgende Tabelle kann als Anregung dienen für die Erstellung der Anforderungsliste und für die technische Bewertung.

	<b>Forderungen</b>	<b>Details</b>
1.	<b>Geometrische Eigenschaften</b> Abmessungen, Anordnung, Anschluss, Anzahl	Ausbaufähigkeit, Bauvolumen, Form, ...
2.	<b>Mechanische Eigenschaften</b> Bewegungsart und -richtung, Dämpfung, Festigkeit, Flächenpressung, Gewicht, Kraftgröße, -richtung und -häufigkeit	Last, Massenwirkungen, Resonanz, Schwingungsverhalten, Stabilität, Ungleichförmigkeit, Verformung, ...
3.	<b>Energetische Eigenschaften</b> -Anschlussgrößen, -Energieumformung, -Erwärmung, -Kühlung	-Leistung, -Reibung, -Wirkungsgrad, -Materialfluss und -transport,
4.	<b>Stoffliche Eigenschaften</b> Eigenschaften der Eingangs- und Ausgangsprodukte, Eigenschaften der Betriebs- und Hilfsstoffe, Korrosionseigenschaften	Aufbereitung von Betriebs- und Hilfsstoffen, Vorschriften über Werk-, Betriebs- und Hilfsstoffe, ...
5.	<b>Ergonomische Eigenschaften</b> Arbeitssicherheit, Bedienbarkeit, Bedienungsart	Design, Übersichtlichkeit, Umweltschutz, ...
6.	<b>Herstelleigenschaften</b> Anforderungen an Qualität, Aufwand für Qualitätskontrolle, besondere Vorschriften	Nutzbarkeit der bestehenden Fertigungs- u. Montageeinrichtun- gen, ...
7.	<b>Transporteigenschaften</b> Bedingungen für Transport, Montage und Verpackung	Lagerraum, ...
8.	<b>Gebrauchseigenschaften</b> Austauschbarkeit, Betriebssicherheit, besondere Einsatzbedingungen (Korrosion, Kavitation), Explosionsschutz, Geräuscharm	Lebensdauer, Reinigung, Strahlenschutz, Tropfenfestigkeit, Wartungsbedingungen, Zerlegbarkeit, ...
9.	<b>Wirtschaftliche Eigenschaften</b> zulässige Herstellkosten, erforderliche Investitionen	Kosten für Werkzeuge, Modelle, Versuchsaufwand, ...
10.	<b>Termine</b> Abschlussstermin für Entwicklung Liefertermin	Netzplan, ...

Tabelle 3 Checkliste für technische Eigenschaften

Beim Aufstellen der Ziele sind u.a. folgende **Voraussetzungen** zu erfüllen:

- Anforderungen sollen möglichst vollständig erfasst werden
- Die einzelnen Ziele sollten weitgehend unabhängig voneinander sein
- Die Eigenschaften, die bewertet werden sollen, müssen mit einem vertretbaren Aufwand erfassbar sein



In einem frühen Stadium der Entwicklungsarbeit werden meist weniger Eigenschaften zur Bewertung herangezogen. Erst bei späteren Bewertungen erfolgt eine detaillierte Aufschlüsselung. Dabei sollen die Kriterien positiv formuliert werden, also „Geräuscharm“ statt „Lautstärke“, „Korrosionsbeständigkeit“ statt „Korrosionsneigung“ oder „Wartungsarm“ statt „Wartung erforderlich“.

Die Güte eines Vorschlages lässt sich aus der absoluten Punktzahl (Summe der vorgegebenen Einzelpunkte) erkennen, wenn **jeder Anforderung das gleiche Gewicht** beigemessen wird. Das muss nicht sein!

Günstig ist es für weitere Bewertungen, die absolute Punktzahl ins Verhältnis zu setzen zur möglichen Idealbewertung. Für diesen Quotienten ist der Begriff **technische Wertigkeit (x)** üblich.

Erfahrungsgemäß sind folgende Bewertungen für x gebräuchlich:

$x = 1$	Idealnote
$x > 0,8$	sehr gut
$0,7 \leq x \leq 0,8$	gut
$x < 0,7$	nicht befriedigend

Neben der technischen Bewertung kann auch eine wirtschaftliche Wertung vorgenommen werden. Dabei können einzelne Faktoren oft **nicht eindeutig** der technischen oder wirtschaftlichen Wertigkeit zugeordnet werden. Verlängerung der Lebensdauer, eine geringere Wartung oder ein höherer Wirkungsgrad sind zwar zunächst wirtschaftliche Kenngrößen, sollten aber so weit es möglich ist, bei der technischen Bewertung berücksichtigt werden.

Sind z.B. für einen Garagentorantrieb nach mehreren Aussonderungen vier verschiedene Getriebevarianten (z.B. Stirnradgetriebe, Schneckengetriebe, Planetengetriebe, Harmonic-Drive-Getriebe) als letzte Lösungsvorschläge übrig geblieben, dann kann eine technische Bewertung z.B. folgendermaßen erfolgen:

Technische Bewertungsmerkmale der Getriebe	Punktezahlen der Varianten 1 bis 4				
	A	B	C	D	ideal
Raumbedarf	2	4	4	4	4
Geräuscharm	3	3	2	3	4
Lebensdauer	2	3	2	2	4
Wirkungsgrad	2	3	3	3	4
Schutzart	3	3	3	3	4
Summe	12	16	14	15	20
Technische Wertigkeit	0,6	0,8	0,7	0,75	1,00

Tabelle 4 Technische Bewertung von vier Varianten

Die technische Wertigkeit ist damit für die Variante B am besten.

## Wirtschaftliche Bewertung

Neben der technischen Bewertung sollte ebenfalls eine wirtschaftliche Bewertung durchgeführt werden, um die primäre Zielsetzung eines Unternehmens, nämlich die Gewinnoptimierung zu garantieren.

Die Herstellkosten HK sind von Bedeutung für die wirtschaftliche Bewertung eines technischen Produkts und setzen sich zusammen aus den **Materialkosten MK** und den **Fertigungskosten FK**, die sich ergeben aus den **Lohnkosten FLK** und den **Fertigungsgemeinkosten FGK**.

$$HK = MK + FLK + FGK$$

Auf Grund von Erfahrungen werden **Zuschlagssätze** (in %) verwendet, durch die es möglich ist, bereits in der Konzeptphase Aussagen über die Kosten machen zu können; denn vor allem bei Neukonstruktionen sind z.B. keine Unterlagen zur Ermittlung der Fertigungskosten vorhanden. So werden die Kosten im Überschlag bestimmt.

Für die Ermittlung des wirtschaftlichen Wertes müssen die vermuteten Herstellungskosten mit einem „idealen“ Bezugswert verglichen werden. Deshalb werden zu diesem Zweck durch eine Marktanalyse die Preise gleichwertiger oder ähnlicher Produkte ermittelt.

Werden mehrere Entwicklungsvarianten miteinander verglichen, dann muss gesichert sein, dass die **Kostenstrukturen** etwa gleich sind. Unter Kostenstruktur wird das prozentuale Verhältnis von Materialkosten MK, Lohnkosten FLK und Gemeinkosten FGK verstanden. Aus dem folgenden Bild sind im Vergleich die entsprechenden Anteile für einen Güterwagen und einer mechanischen Armbanduhr zu erkennen.

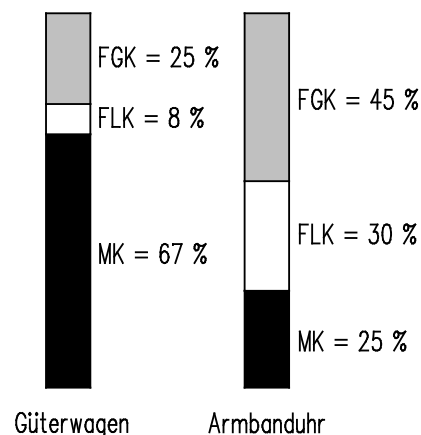


Abbildung 4 Prozentuale Kostenaufteilung für einen Güterwagen und eine mechanische Armbanduhr

Den Balkendiagrammen ist leicht zu entnehmen, dass die Fertigung eines Güterwagens bedeutend materialintensiver, die Fertigung der mechanischen Armbanduhr wesentlich lohnintensiver ist.

Als Ergebnis der wirtschaftlichen Bewertung erhält man die **wirtschaftliche Wertigkeit y**.

In Anlehnung an die technische Bewertung erfolgt die wirtschaftliche Bewertung:

Wirtschaftliche Bewertungsmerkmale (Kosten)	Punktezahlen der Varianten 1 bis 4				
	A	B	C	D	ideal
Anzahl der Teile	1	3	2	3	4
Verwendung von Gleichteilen	1	3	2	3	4
Einfachheit der Teile	2	3	2	2	4
Montage	1	3	2	3	4
Summe	5	12	8	11	16
Wirtschaftliche Wertigkeit	0,31	0,75	0,5	0,69	1,00

Tabelle 5 Wirtschaftliche Bewertung von vier Varianten

Die wirtschaftliche Wertigkeit ist für die Lösungsvariante B am besten.

### Die Stärke eines technischen Produktes

Die **Stärke**, die Güte eines technischen Produktes kann nun durch das Wertepaar  $x; y$  veranschaulicht werden. Die Wertepaare  $x; y$  einer bestimmten Lösungsvariante werden in ein rechtwinkliges Koordinatensystem, das so genannte *s-Diagramm* (*s* von Stärke!) eingetragen. Dabei bildet die Ordinate die wirtschaftliche Wertigkeit und die Abszisse die technische Wertigkeit. Die Ideallösung ist durch den Punkt mit den Koordinaten  $x = 1$  und  $y = 1$  festgelegt. Die Verbindung vom Koordinatenursprung zu diesem Punkt ergibt eine Linie, die als Entwicklungslinie bezeichnet wird. Punkte auf dieser Linie haben gleiche technische und wirtschaftliche Wertigkeit. Das folgende Diagramm zeigt die bereits angedeuteten vier Lösungen:

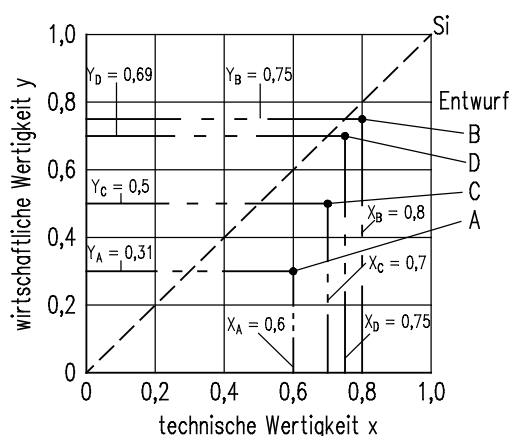


Abbildung 5 s-Diagramm der vier Varianten

Eine gute konstruktive Lösung liegt vor, wenn der Schnittpunkt der  $x$ - und  $y$ -Werte nahe dem Idealpunkt liegen ( $x > 0,8$ ;  $y > 0,8$ ). Hier ist die Lösungsvariante B die Beste.

Darstellungen dieser Art erleichtern wesentlich die Auswahl der Lösung, die weiterverfolgt werden sollte. Das folgende allgemeine Stärkediagramm kann als Hilfe zur Orientierung für die Bewertung dienen.

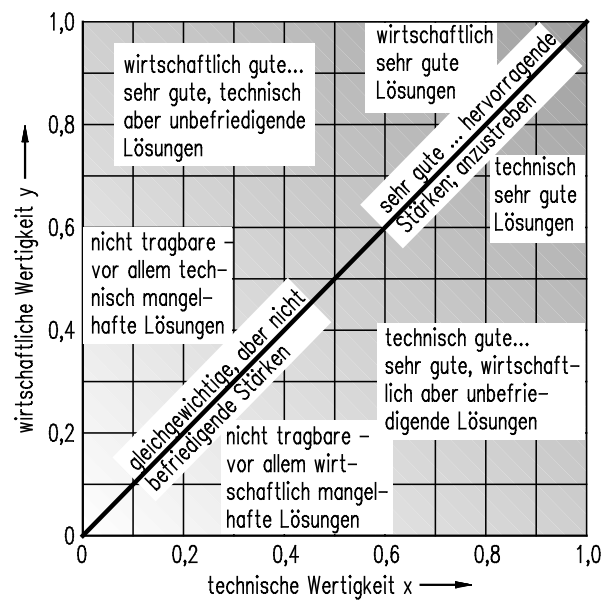


Abbildung 6 Stärkediagramm

Wie anfangs bereits erwähnt, wurde bei den vorgenommenen Wertungen vereinfachend keine Wichtung einzelner Kriterien vorgenommen. Das ist aber auch möglich.

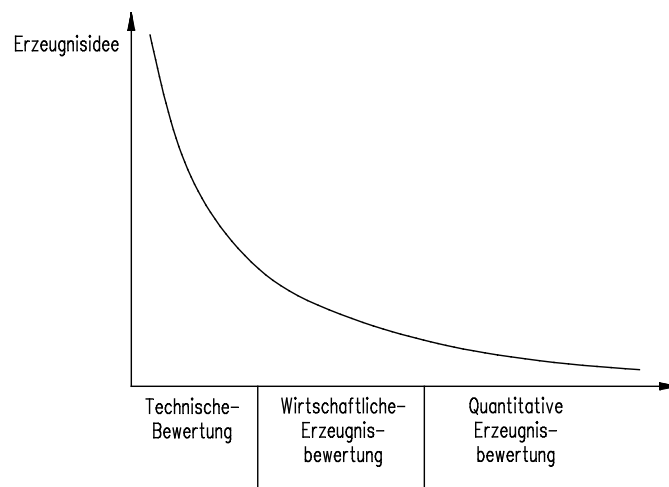


Abbildung 7 Lösungsansatz für die Ideenselektion

Die Abbildung 7 zeigt, wie die Zahl der interessanten Ideen nach der Technischen und Wirtschaftlichen Erzeugnisbewertung abgenommen hat. Eine weitere Reduzierung der Erzeugnisideen wird mit der quantitativen Erzeugnisbewertung erreicht.

Mit der **quantitativen Erzeugnisbewertung** müssen nun die selektierten Erzeugnisideen auf der Basis konkreter Fakten und Zahlen analysiert und bewertet werden. Dafür gibt es verschiedene Modelle. Eine Form ist die Bestimmung des **Projektwertes**:

$$\text{Projektwert} = \frac{\text{Ertragsindex} \cdot \text{Erfolgswahrscheinlichkeit}}{\text{Forschungskosten}}$$

Als Ertragsindex wird überschlägig eingesetzt

- bei Verfahrensverbesserungen die möglichen Einsparungen über 3 Jahre
- bei verbesserten Erzeugnissen 3 % des Verkaufsvolumens über 3 Jahre
- bei neuen Erzeugnissen 3 % des Verkaufsvolumens über 5 Jahre

Allgemein ist man der Auffassung, dass eine Idee nur dann weiterverfolgt werden soll, wenn der Projektwert über 3 liegt.

Mit der Entscheidung, eine Lösung weiter zu verfolgen, ist die Konzeptphase zunächst abgeschlossen und es kann mit dem Entwurf begonnen werden.

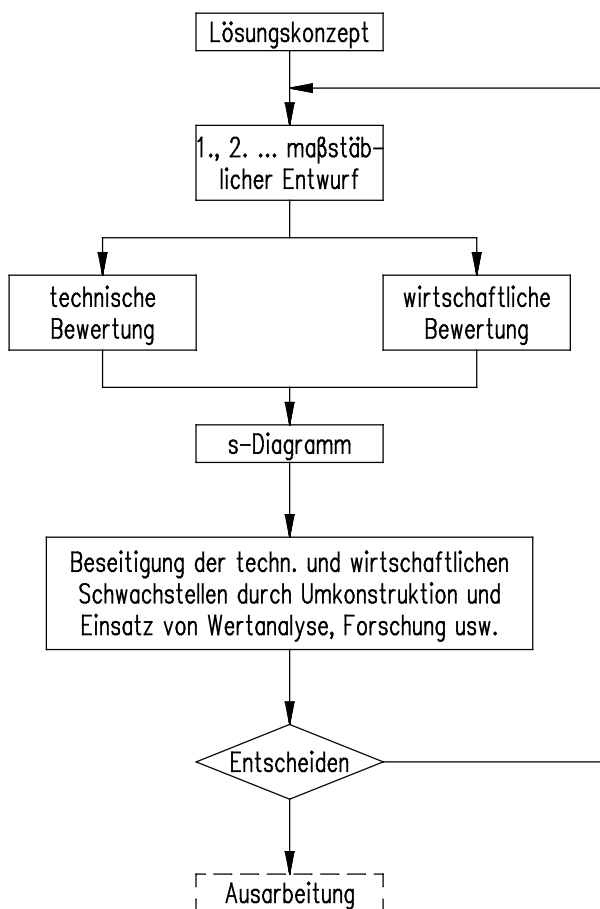


Abbildung 8 Arbeitsschritte

**Aufgaben**Aufgabe 1

*Nennen Sie die internen Quellen, die ein Unternehmen zur Sammlung von Erzeugniseideen hat!*

Aufgabe 2

*Welche unternehmensexterne Quellen gibt es für die Sammlung von Erzeugniseideen?*

Aufgabe 3

Für die erfolgreiche Anwendung der Brainstorming-Methode sind besondere Kriterien zu beachten.

*Nennen Sie entsprechende Kriterien!*

Aufgabe 4

*Erläutern Sie den Unterschied zwischen Brainstorming und Brainwriting!*

Aufgabe 5

*Registrieren Sie bewusst in Ihrem Berufsfeld, wo durch Einwendungen positive Veränderungen in Ihrem Unternehmen gehemmt oder verhindert werden!*

Aufgabe 6

*Suchen Sie mindestens zwei Beispiele, wo in technischen Konstruktionen biologische Bauformen als Vorbild dienten!*

Aufgabe 7

Häufig kommt es auf Grund ungenügender organisatorischer Begleitmaßnahmen gar nicht erst zur Anwendung von Methoden der Lösungsfindung.

*Nennen Sie dafür Beispiele!*

Aufgabe 8

*Was wird unter der „Technischen Wertigkeit“ verstanden?*

Aufgabe 9

*Welche Kostenarten sind für die wirtschaftliche Bewertung zu berücksichtigen?*

Aufgabe 10

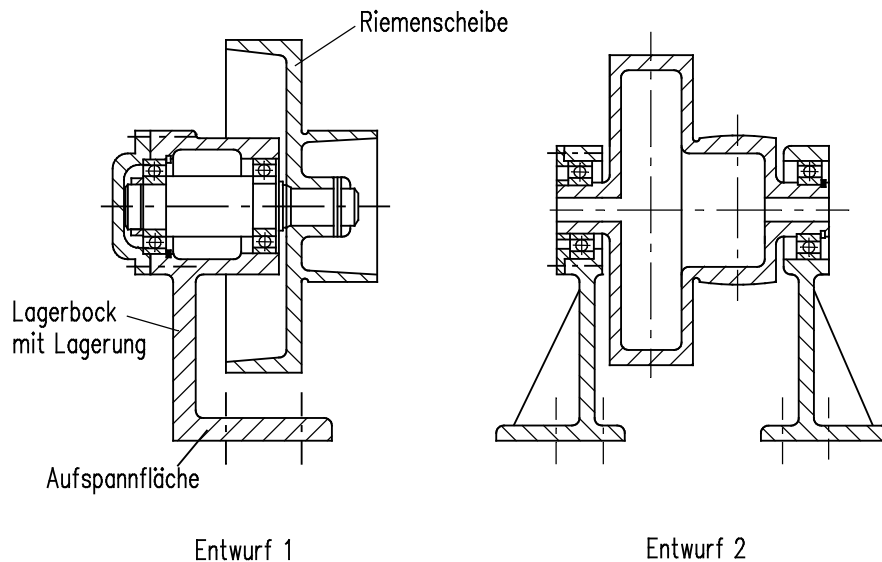
*Bestimmen Sie die technische Wertigkeit eines Produktes, das folgende Punktezahlen der Einzelbewertung erhalten hat:*

$p_1 = 1; p_2 = 2; p_3 = 3; p_4 = 2; p_5 = 1; p_6 = 4; p_7 = 1; p_8 = 3;$

### Aufgabe 11

Eine technisch-wirtschaftliche Bewertung ergab für  $x = 0,87$  und  $y = 0,84$ . Was sagen Ihnen diese beiden Werte in Bezug auf die konstruktive Lösung?

### Aufgabe 12



Anforderung bzw. Eigenschaft	Entwurf 1	Entwurf 2	Idealwert
Geometrische Eigenschaft			
Raumbedarf			4
Befestigung			4
Mechanische Eigenschaft			
Widerstand gegen Formänderung			4
Lagerdruck			4
Gewicht			4
Gebrauchseigenschaft			
Lebensdauer			4
Riemenauswechslung			4
Zugang für Schmierung			4
Summe			32
Technische Wertigkeit	$x_1 =$	$x_2 =$	$x_i = 1$

Anforderung bzw. Eigenschaft	Entwurf 1	Entwurf 2	Idealwert
Zahl der Einzelteile			
Konstruktionsteile			4
Kleinteile			4
Herstelleigenschaften			
Zerspanungsvolumen			4
Einfachheit der Bearbeitung			4
Montage			4
Summe			20
Wirtschaftliche Wertigkeit	$y_1 =$	$y_2 =$	$y_i = 1$

Für eine erste Bewertung wird auf die Berücksichtigung der Herstellkosten verzichtet!

*Bewerten Sie die in der obigen Abbildung dargestellten Entwürfe eines Vorgeleges technisch und wirtschaftlich mit dem s-Diagramm nach den Vorgaben der obigen Tabellen!*



### 3 Forschung und Entwicklung

#### Lernbereich

#### 3.1 Forschung

Die begrenzte Lebensdauer von Erzeugnissen macht es notwendig, immer wieder neue Produkte zu entwickeln und sie auf den Markt zu bringen, wenn das Rentabilitätsniveau eines Unternehmens auf dem gleichen Stand gehalten werden soll. Der Zeitraum ist sehr stark vom Erzeugnis selbst abhängig. Er liegt heute für die meisten Produkte zwischen einem und fünf Jahren. Das bedeutet, dass, lange bevor ein Erzeugnis ausläuft, mit der Neuentwicklung des Nachfolgeproduktes begonnen werden muss. Es gibt hierbei jedoch Unterschiede zwischen den Investitionsgütern und Verbrauchsgütern. Damit ergibt sich für die Verbrauchsgüter ein wie folgt dargestellter Parallellauf:

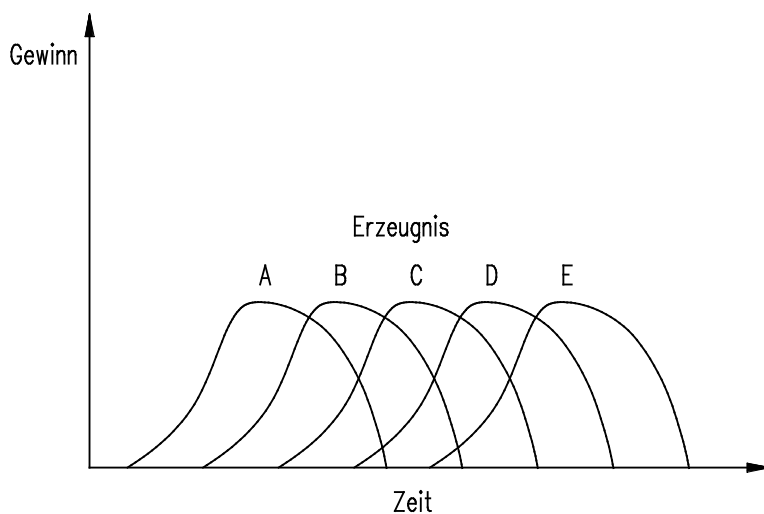


Abbildung 9 Parallellauf der Lebenszyklen eines Erzeugnisses

Im Bereich von Forschung und Entwicklung wird ein relativ hohes Risiko eingegangen, da möglicherweise eine Idee sich technisch nicht realisieren lässt, die Kosten zu hoch sind oder der erwartete Verkaufserfolg nicht eintritt.

Ist das Forschungsergebnis in eine grundsätzlich verwertbare Form gebracht worden, so muß es noch praktisch durchgesetzt werden; d.h. es müssen Kapitalgeber risikofreudig genug sein, ein neues Verfahren in den Produktionsprozess oder ein neues Produkt einzuführen, und sie müssen über ausreichend Kapitalmittel verfügen, mit denen das neue Verfahren verwirklicht werden kann. Denn die praktische Durchsetzung einer neuen Idee, neue Produktionsstätten usw. erfordern nach Erfahrungswerten 10-20 mal so hohe Kapitalmittel wie das Auffinden der Idee selbst.

Unter **Forschung** verstehen wir das Herausfinden, Bestimmen und Festlegen von Wirkzusammenhängen unter Zuhilfenahme naturwissenschaftlicher Erkenntnisse mit dem Ziel, das technische Wissen zu erweitern. Man unterscheidet in Grundlagenforschung und angewandte Forschung.

In der **Grundlagenforschung** wird eine Erweiterung des Wissens angestrebt, ohne dass die erreichten Ergebnisse direkt in ein Produkt einfließen. Es werden **Erkenntnisse grundsätzlicher** Art gewonnen. Das bedeutet aber, dass eine kommerzielle Verwertbarkeit dieser Ergebnisse sehr schwer erreichbar ist. Grundlagenforschung wird in der Regel an staatlichen Forschungseinrichtungen wie Universitäten, Hochschulen und Forschungszentren betrieben. Großunternehmen haben in vielen Fällen ebenfalls eine eigene Grundlagenforschung.

Die **angewandte Forschung** ist im Gegensatz zur Grundlagenforschung auf die kommerzielle Verwertbarkeit ihrer Ergebnisse orientiert. Dabei greift sie häufig auf die Erkenntnisse der Grundlagenforschung zurück oder muss in bestimmten Bereichen selbst Aufgaben der Grundlagenforschung wahrnehmen. Die angewandte Forschung wird von industriellen Unternehmen wahrgenommen. Sie ist ergebnis-, verfahrens- oder anwendungsorientiert. Ergebnisse der angewandten Forschung können gegebenenfalls rechtlich geschützt werden, was eingeschränkt auch für die Grundlagenforschung zutrifft.

### 3.2 Entwicklung

Obwohl es sich bei Forschung und Entwicklung um zwei Teilbereiche handelt, verschmelzen sie in vielen Unternehmen miteinander. Unter **Entwicklung** versteht man die zielgerichtete Auswertung und Anwendung von Forschungsergebnissen und Erfahrungen auf wissenschaftlichem, technischen und ökonomischen Gebiet. Die Entwicklung von Erzeugnissen beinhaltet drei Schritte:

- die Erzeugnisplanung, die auch als Teil der Entwicklung betrachtet werden kann,
- die Erzeugniskonkretisierung und
- die Erzeugnisgestaltung.

In der **Erzeugnisplanung** werden Art, Funktion, Menge und Einsatzgebiet des Produktes unter marktorientierten Gesichtspunkten festgelegt, d.h. hier fließen wichtige Ergebnisse der Marktforschung ein. Dabei müssen **einschränkende Bedingungen** berücksichtigt werden wie Gesetze, Verordnungen, Patente und andere Schutzrechte. Damit müssen sich die Erzeugnisse herauskristallisieren, die wirtschaftlich sinnvoll und rechtlich zulässig sind.

An die Phase der Erzeugnisplanung schließt sich die **Erzeugniskonkretisierung** als eigentliche Entwicklungsphase an. Dort werden Forderungen an die einzelnen Funktionen des Produktes und mögliche Kundenwünsche eingearbeitet. In dieser Phase treten fertigungstechnische Überlegungen in den Vordergrund.

Die Erzeugniskonkretisierung schließt mit einem **Erzeugnis-konzept** ab, das dann im Rahmen der **Erzeugnisgestaltung** (Designphase) eine detaillierte Beschreibung erhält.

Im Rahmen der Forschung und Entwicklung kann der Begriff Erzeugnis nicht zu eng gesehen werden. Objekte, die bearbeitet werden, können neben den Erzeugnissen auch Verfahren und Anwendungen sein.

Bei der **Entwicklung von Erzeugnissen** kann es sich einerseits um Neuentwicklungen und andererseits um Weiterentwicklungen oder um Produktvariationen handeln. Veränderungen am Erzeugnis können sich auf funktionelle Eigenschaften, physische Eigenschaften, Design oder den Nutzen beziehen. In vielen Fällen ist eine klare Abgrenzung zwischen Neu- und Weiterentwicklung nicht möglich. Das trifft beispielsweise auf das neue Modell eines bereits produzierten Autos zu.

Bezieht sich die **Entwicklung** auf **Verfahren**, so gibt es hier verschiedene Möglichkeiten, die diese Entwicklung erforderlich machen können:

- Fertigung neuer Erzeugnisse
- Erweiterung der Fertigungskapazität
- Bearbeitung neuer Werkstoffe
- Weiterentwicklung der Qualität oder Lebensdauer von Erzeugnissen
- Kostensenkung bei der Fertigung
- Fragen des Umweltschutzes und der Arbeitssicherheit
- Reduzierung der Durchlaufzeiten

Die Entwicklung kann sich aber auch auf Verfahren beziehen, wenn ein Unternehmen für bestehende Erzeugnisse neue Märkte erschlossen hat und die Produktion erweitert werden soll.

Die **Anwendungsentwicklung** spielt besonders in der chemischen Industrie eine Rolle, wenn bei der Lieferung von Rohstoffen gleichzeitig Richtlinien für die Be- und Weiterverarbeitung der Rohstoffe mitgeliefert werden.

### Aufgabe 1

*Was versteht man unter Forschung?*

*Welche zwei Formen der Forschung gibt es? Nennen Sie jeweils ein Beispiel!*

### Aufgabe 2

*Erläutern Sie den Begriff Entwicklung!*

*Was kann Gegenstand der Entwicklung sein?*

### Aufgabe 3

*Beschreiben Sie die Schritte der Erzeugnisentwicklung!*

## Aufgaben

Lernbereich

## 4 Erzeugnisgestaltung

### 4.1 Konstruktion

An die Forschung und Entwicklung schließt sich unmittelbar die Erzeugnisgestaltung an, die in vielen Bereichen auch als Konstruktion bezeichnet wird. Sie umfasst aber auch die Teilgebiete Prototyping, Erprobung und Reengineering. Zunehmend findet man in der Praxis für die Erzeugnisgestaltung auch den Begriff **Produktionsentstehungsprozess**.

Mit der Konstruktion werden wirtschaftliche Fragen des Produktes bzw. seiner Produktion entscheidend beeinflusst. Das sind einerseits die Fertigungskosten andererseits Fragen der Absatzmöglichkeiten. Das lässt sich in den folgenden Schwerpunkten zusammenfassen

- **Kundenattraktivität**

Für künftige Kunden muss das Erzeugnis solche Eigenschaften besitzen, die den Kauf wünschenswert machen. Das können unterschiedliche Faktoren wie Funktionalität, Design, Preis-Leistungs-Verhältnis oder Luxus sein.

- **Qualitätsparameter**

Für ein Erzeugnis und seine Komponenten müssen bestimmte Qualitätsparameter festgelegt werden. Dabei muss nicht immer eine optimale Qualität der Gradmesser sein, weil in vielen Fällen niedrigerer Kosten die Absatzchancen auch bei geringerer Qualität erhöhen. Denken Sie an bestimmte Baumarkterzeugnisse!

- **Optimale Fertigungsbedingungen**

Für die Konstruktion spielen immer die im Unternehmen vorhandenen Fertigungsbedingungen eine entscheidende Rolle, da nur bei ihrer Nutzung ohne wesentliche Veränderungen eine günstige Kostenstruktur erreicht werden kann.

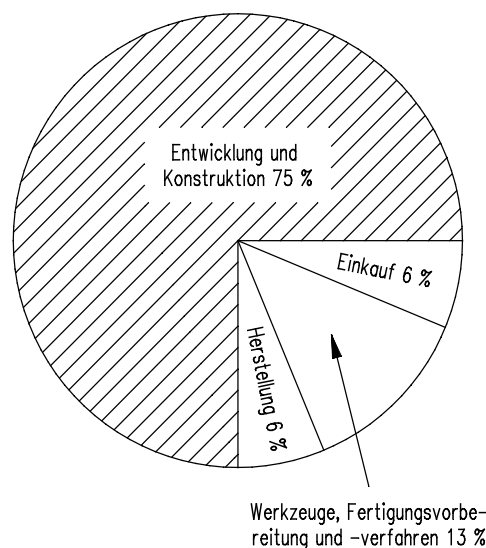


Abbildung 10 Einfluss der Konstruktion auf die Herstellkosten

Durch die Konstruktion werden die künftigen Kosten eines Erzeugnisses und damit seine Marktchancen entscheidend beeinflusst. Das Ergebnis der Konstruktion ist eine Erzeugnisbeschreibung, die sich in Zeichnungen, Stücklisten, Nummerierungen der

Einzelteile und Baugruppen ausdrückt und durch Arbeitspläne für die Fertigung ergänzt wird. Daraus lassen sich für die Konstruktion Aufgaben ableiten:

- **Produkt- und Komponentengestaltung**  
Das Erzeugnis wird in seiner Formgebung, den Abmessungen und Toleranzen gestaltet und der Materialeinsatz wird geplant.
- **Erzeugnisdesign**  
Die äußere Form eines Erzeugnisses wird von Formgebungsspezialisten, Designern, entworfen und wird zunehmend als eigenständiger Aufgabenbereich der Konstruktion betrachtet.
- **Berechnungen**  
Zur Sicherstellung von Qualitätsforderungen, besonders zur Einhaltung bestimmter Festigkeitswerte sind technische Berechnungen und Simulationen notwendig.
- **Zeichnungserstellung**  
Das Ergebnis der Erzeugnisgestaltung, des Designs und der Berechnungen wird in Zeichnungen dokumentiert, die sich als Erzeugnis-, Baugruppen- und Einzelteil-Zeichnungen darstellen.

Der Konstruktionsprozess, für den neben der Prozessdauer auch die Ergebnisqualität und die Erzeugniskosten maßgeblich sind, kann in unterschiedlicher Form ablaufen. Man unterscheidet in:

- Konstruktion aus einer Hand
- arbeitsteilige Konstruktion
- Simultaneous Engineering

In mittleren und kleinen Unternehmen und bei der Konstruktion einfacher Geräte (Werkzeugbau) liegt die Konstruktionsaufgabe oft in der Hand eines einzelnen Konstrukteurs. Vor allem durch den Einsatz der computerunterstützten Konstruktion (CAD) kann diese Form der Aufgabenbearbeitung durchaus gute Ergebnisse bringen. Hier wird das Potenzial eines erfahrenen Konstrukteurs genutzt. Es wird Zeit für Abstimmungen gespart und Fehler durch den Wechsel des Bearbeiters werden vermieden. Andererseits entstehen Nachteile durch das Fehlen von Problemdiskussionen und möglicherweise längere Konstruktionszeiten.

Die arbeitsteilige Konstruktion, auch Gruppenkonstruktion genannt, ist dadurch gekennzeichnet, dass mehrerer Mitarbeiter mit unterschiedlichen Kenntnissen und Aufgabenbereichen ein neues Produkt gestalten. An einem solchen Prozess sind beispielsweise ein Chefkonstrukteur, Konstrukteure, Teilkonstrukteure und Designer beteiligt. Berechnungen und Simulationen, Zeichnungserstellung werden heute üblicherweise vom Computer mithilfe von CAD-Software ausgeführt.

Konstruktionsprozesse neuer Erzeugnisse können sehr langwierig sein, zumal das Prototyping und die Erprobung ebenfalls in dieser Zeitspanne erfolgen müssen, bevor mit der Fertigung begonnen werden kann. Bei der Beteiligung von Zulieferern am Produktionsprozess müssen diese in den Konstruktionsprozess mit einbezogen werden. Wir sprechen von **Outsourcing**.

Der Druck vom Markt dagegen wird immer stärker, sodass in immer kürzeren Zeiträumen neue Erzeugnisse auf den Markt kommen müssen, um konkurrenzfähig zu bleiben. Vor allem von der Automobilindustrie und dem Anlagenbau wurde das **Simultaneous Engineering** entwickelt, das durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet ist:

- **Projektorganisation**  
Ein Projektmanager sowie ein oder mehrere Projektteams sind für die Konstruktion eines Erzeugnisses verantwortlich.
- **Überlappende Bearbeitung**  
Zur Verkürzung der Innovationszeit wird der Ablauf der Konstruktionsaufgaben nicht nacheinander, sondern parallel ausgeführt. Zum Teil wird diese Methode heute bis in die Marktforschung hinein für die gesamte Erzeugnisentwicklung praktiziert.
- **Einbeziehung der Zulieferer**  
Zulieferer für das Erzeugnis sind in den Konstruktionsprozess einbezogen. Mitarbeiter der Zulieferer sind im Team des Simultaneous Engineering vertreten.
- **Entscheidungsprozesse**  
Voraussetzung eines erfolgreichen Simultaneous Engineering ist ein schlanker und stabiler Entscheidungsprozess. Einmal getroffene Entscheidungen sollten im Nachhinein nicht mehr geändert werden.

Ein wichtiges technisches Hilfsmittel in der Konstruktion ist heute die **computergestützte Konstruktion** durch ein CAD-System. Die wesentlichen Vorteile sind:

- kürzere Konstruktionszeiten und damit kürzere Lieferzeiten,
- wesentlich geringerer Zeitaufwand des Konstrukteurs (insbesondere bei Anpassungskonstruktionen),
- genauere Arbeitsunterlagen bei besserer Einhaltung der Standards und
- direkte Übernahme des Konstruktionsergebnisses auf eine CNC-Maschine (CAM).

#### 4.2 Prototyping und Erprobung

Nachdem ein Erzeugnis konstruiert worden ist, muss es getestet werden, ehe es für die Fertigung freigegeben wird. Für diese Erprobung werden Prototypen benötigt. Wie aus Abbildung 11 hervorgeht, werden solche Prototypen für viele Erzeugnisse aber bereits während des gesamten Produktentwicklungszeitraumes eingesetzt, um technische Innovation in Verbindung mit Designuntersuchungen so schnell wie möglich in marktreife Produkte umzusetzen.

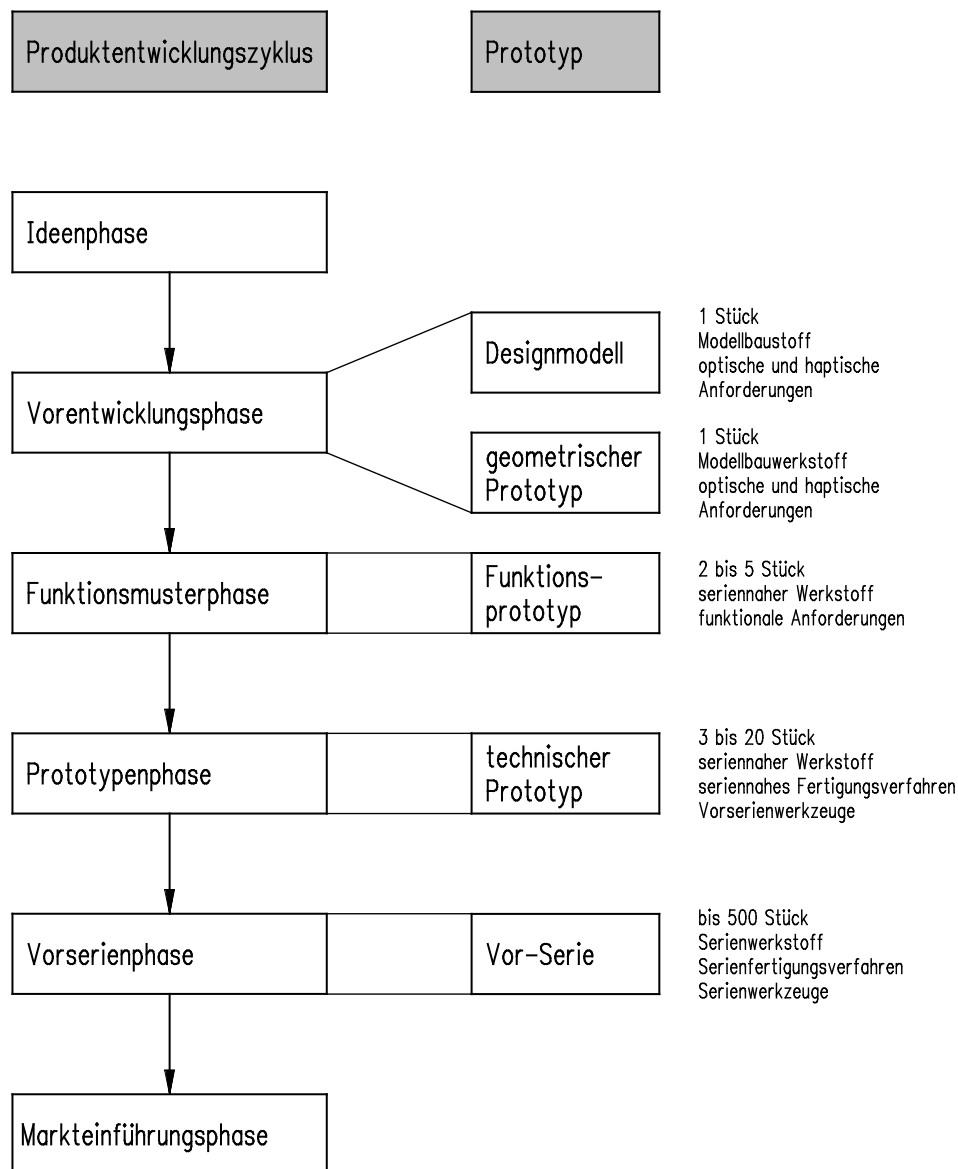


Abbildung 11 Prototypenbedarf in den einzelnen Produktentwicklungsphasen

Analysen zeigen, dass zum Teil mehr als 25 % der Produktentwicklungszeit für die Herstellung der Prototypen verwendet wird. Das wird durch hohen manuellen Aufwand und hohe Werkzeugkosten verursacht. Gegenwärtig erfolgt die Prototypenherstellung überwiegend durch konventionelle Verfahren wie NC-Fräsen, Kopierfräsen und manuelle Füge- und Laminiertechniken. Erste Modelle werden dabei aus Holz, Ton oder Kunststoff hergestellt. Der Nachteil dieser Modelle ist, dass diese Werkstoffe nicht die Eigenschaften der Gebrauchswerkstoffe haben.

Mit der Einführung der CAD/CAM-Technologie und der Entwicklung verschiedener „Rapid Prototyping Verfahren“ bietet sich prinzipiell die Möglichkeit, Modell und Musterteile direkt auf der Basis von Konstruktionsdaten mit ähnlichen Eigenschaften wie den der Gebrauchswerkstoffe zu fertigen.

**Rapid Prototyping Verfahren** erstellen aus einer formlosen Masse direkt ein 3-dimensionales Objekt ähnlich wie ein Drucker eine 2-dimensionale Zeichnung erstellt. Als Beispiele für die oben genannte Verfahrensguppe werden hier die Stereolithographie und das Selektive Laser-Sintern vorgestellt.

Das **Stereolithografie-Verfahren** zerlegt die 3-D CAD Daten (STL-Daten-Format) in eine Vielzahl von 2-D Querschnitten. Ein Rechnergesteuerter UV-Laserstrahl bildet die Kontur eines 2-D Querschnittes auf einem flüssigem Polymerharz ab. Dort, wo der Laserstrahl auf das Polymerharz trifft, härtet dieses aus. Die Modellplattform die sich in einem mit dem flüssigem Polymerharz befüllten Behälter befindet wird nach dem abfahren der Kontur um eine 2-D Querschnittschicht abgesenkt, so dass die entstandene Kontur mit dem Polymer benetzt wird. Dieser Vorgang wird solange wiederholt bis alle 2-D-Querschnitte gehärtet worden sind. In der Abbildung 12 ist der Verfahrensaufbau prinzipiell dargestellt. Anwendungsgebiete sind die Herstellung von Filigranen Entwicklungsmuster und Muster für den Werkzeugbau.

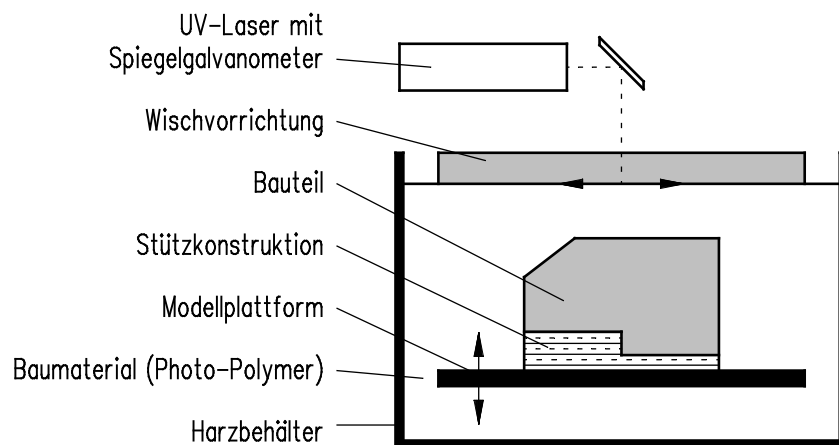


Abbildung 12 Stereolithografie-Verfahren

Auch beim **Selektiven Laser-Sintern** werden die 3-D CAD Daten in eine Vielzahl von 2 D Querschnitten zerlegt, doch statt eines flüssigen Polymers wird hier pulverförmiges Polyamid (PA 2200 Fein oder PA 3200 GF glaskugelverstärkt) eingesetzt. Das Pulver wird als feine Schicht auf einer Plattform aufgebracht. Mit einem CO<sub>2</sub>-Laser wird das Pulver lokal aufgeschmolzen und das Material wird lokal verfestigt. Für jeden 2-D Querschnitt erfolgt ein neues Aufbringen von Pulver und erneutes Aufschmelzen. Dabei arbeitet das Verfahren mit Schichtdicken von 0,1-0,2 mm. In der Abbildung 13 ist der prinzipielle Verfahrensaufbau dargestellt.

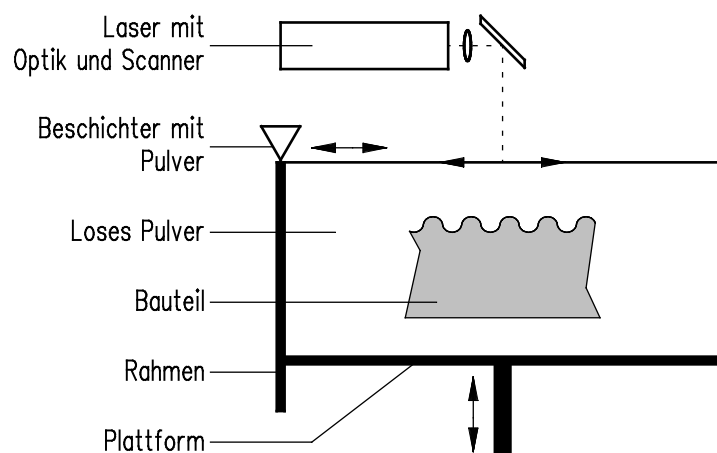


Abbildung 13 Selektives Laser-Sintern



Maschinen mit Rapid Prototyping Verfahren werden schon lange erfolgreich angewendet. Das älteste Verfahren ist das Stereolithografie-Verfahren, das 1984 von Charles Hull in Kalifornien entwickelt und 1986 patentiert wurde. Seit November 1987 wird das System kommerziell vertrieben.

Die **Erprobung** von Produkten wird sehr unterschiedlich gehandhabt. Vergleicht man einmal Erzeugnisse, die einfach zu handhaben sind und einen einfachen technischen Standard besitzen (z.B. einen Locher) mit einem Automobil, so leiten sich daraus deutliche qualitative und quantitative Unterschiede in der Testung ab.

Üblicherweise wird bei der Erprobung von Erzeugnissen in drei Schritten vorgegangen. In der **Testplanung** sind zur Beurteilung der Konstruktionsergebnisse Prüfverfahren, Prüfmerkmale, Prüfhäufigkeit und Prüfmittel festzulegen. Das alles hängt vom Erzeugnis selbst und seinem Einsatz ab.

In der **Testdurchführung** müssen die verschiedenen Qualitätsanforderungen an das neue Erzeugnis an einem oder an mehreren Testexemplaren geprüft werden. Das können Funktionsfähigkeit, Zuverlässigkeit oder Prozessfähigkeit sein. Für viele Erzeugnisse schreibt der Gesetzgeber entsprechende Überprüfungen (TÜV) vor. Diese Anforderungen müssen dann bereits in der Erprobungsphase vom Erzeugnis erfüllt werden. Zur heutigen Testdurchführung in kapitalintensiven Branchen wie dem Automobilbau, dem Anlagenbau oder der Luft- und Raumfahrttechnik gehört die Simulation auf dem Rechner. Der anschließende Test mit dem Produkt zeigt, wie gut das Rechnermodell das Produkt abbildet. Eine Korrektur des Rechnermodells ist möglich.

Die **Erprobung** schließt mit einer Ergebnisbeurteilung ab. Dabei werden die gewonnenen Ergebnisse aufbereitet und beurteilt und üblicherweise in einem Test- oder Prüfbericht zusammengefasst. Im Ergebnis der Erprobung muss als abschließende Entscheidung die Fertigungsaufnahme oder eine Konstruktionsänderung festgelegt werden.

#### 4.3 Reengineering/Wertanalyse

Produkte und Erzeugnisse, die industriell gefertigt und vertrieben werden, stellen nicht immer die bestmögliche Lösung dar. Die Ursachen dafür können in der Erzeugnisentwicklung, im moralischen Verschleiß oder in von außen wirkenden Faktoren liegen. Gründe können unter anderem sein:

- die technische Entwicklung ist weitergegangen. Beispiele dafür sind Computer, Betriebssysteme, Autos. u.a.
- die Materialpreise haben sich geändert. Z.B hat sich der Preis von Polyethylen (PE) durch den Einsatz eines anderen Katalysators halbiert.
- Wettbewerber bieten bessere Lösungen an. Durch den CD-Player wurde die Herstellung von Schallplattenspielern im Prinzip abgelöst.
- die Funktionen des Erzeugnisses entsprechen nicht mehr den Kundenvorstellungen
- das Erzeugnis unterliegt einem Preisverfall, sodass die Herstellungskosten zu hoch sind (Chip-Industrie!).
- Form und Farbe entsprechen nicht dem aktuellen Geschmack. Das gilt vor allem für die Modebranche.

Treten diese Umstände ein, sind Veränderungen notwendig. Dieser Prozess wird als **Reengineering** bezeichnet.

Mit dem Reengineering sollen in folgenden Bereichen Verbesserung erreicht werden:

- Erhöhung des Kundennutzens durch die Produkte
- Verkürzung der Lieferzeiten und Durchlaufzeiten
- Verbesserung des Servicegrades und der Termintreue
- Verringerung der Herstellkosten und Lagerbestände
- Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit bei Produktänderungen.

Das Reengineering kann in drei Schritte untergliedert werden:

1. Analyse
2. Ideenerarbeitung
3. Umsetzung

Da die Ideenerarbeitung und Umsetzung schon Gegenstand vorhergehender Betrachtungen waren, werden hier unterschiedliche Analyse-Hilfsmittel dargestellt.

Die Analyse steht am Anfang des Reengineering-Prozesses, da mit der Analyse entschieden wird, welche Maßnahmen bei geringstem Aufwand den größten Nutzen erzielen.

Als Beispiel für eine Analyse soll hier die **ABC-Analyse** vorgestellt werden.

Mit der **ABC-Analyse** werden z.B. Produktionsprogramme darauf untersucht, welchen Anteil am Umsatz sie jeweils haben. Üblich ist es, Produkte mit 75 bis 80 % des Umsatzes als A-Teile, mit bis zu 15 % als B-Teile und Produkte mit 5 % bis 10 % als C-Teile zu bezeichnen. Dabei fällt auf, dass Erzeugnisse mit einem geringen Mengenanteil hohe Umsätze erzielen (A-Teile) und umgekehrt Massenteile am Umsatz kaum beteiligt sind (C-Teile).

**Zu beachten ist, dass Umsatz nicht Gewinn bedeutet!**

Das folgende Beispiel zeigt die Vorgehensweise bei einer ABC-Analyse.

Die Buchhaltung hat für 5 Produkte einer Abteilung folgende Daten ermittelt:

Produkt	Menge/Jahr	Umsatz in 1.000 €/Jahr
1	120.000	2.800
2	30.000	65
3	250.000	1.500
4	70.000	8.000
5	15.000	8.000

Da die Kapazität der Abteilung überfordert wird, müssen Entscheidungen herbeigeführt werden. Es wird untersucht, welchen prozentualen Anteil die einzelnen Produkte am Umsatz und an der mengenmäßigen Belastung der Abteilung haben.

Prod.-Nr.	Menge in 1.000 St./a	Menge in %	Umsatz in 1.000 €/a	Umsatz in %	Ordnungs- ziffer $\frac{\text{Umsatz in \%}}{\text{Menge in \%}}$
1	120	24,7	2.800	13,75	0,56
2	30	6,2	65	0,32	0,52
3	250	51,6	1.500	7,37	0,14
4	70	14,4	8.000	39,28	2,73
5	15	3,1	8.000	39,28	12,67
Summe	485	100 %	20.365	100 %	

Die Mengensumme und die Umsatzsumme werden jeweils mit 100 % angesetzt und dann die Prozentsätze der einzelnen Produkte errechnet. Die Ordnungsziffer ergibt sich als Quotient aus Umsatz- und Mengenprozentsätzen. Nun wird nach Ordnungsziffern geordnet und die Mengen- und Umsatzprozentsätze kumuliert, d.h. aufaddiert.

Ordnungsziffer	Prod.-Nr.	Menge in % kumuliert	Umsatz in % kumuliert	Ergebnis
12,67	5	3,1	39,28	A
2,73	4	17,5	78,56	A
0,56	1	42,2	92,31	B
0,52	2	48,4	92,63	B
0,14	3	100,0	100,00	C

Die Analyse macht deutlich, dass die Produkte 5 und 4 mit kleiner Menge den größten Teil des Umsatzes ausmachen. Es handelt sich um typische A-Produkte, von denen eine Absatzerhöhung auf dem Markt den Umsatz sehr verbessern könnte. Produkt 3 ist ein Massenartikel, der die Produktion belastet, aber den Umsatz kaum erhöht. Um die Produktion zu entlasten, muss die Menge dieses Produktes reduziert werden.

Folgende Abbildung zeigt grafisch die Zusammenhänge. Die ABC-Analyse lässt sich auch zur Bewertung anderer Kriterien anwenden, z.B. Unternehmenserfolg, Qualität der Produkte, Transportoptimierung u.a.

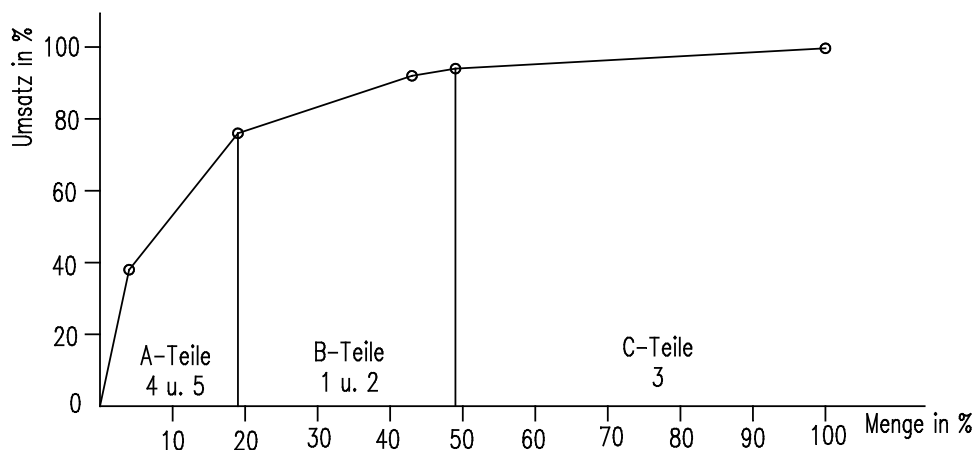


Abbildung 14 ABC-Analyse

Die ABC-Analyse ermöglicht,

- Wesentliches vom Unwesentlichen zu trennen,
- Schwerpunkte für die Rationalisierungsmaßnahmen festzulegen,
- wirtschaftlich unwirksame Maßnahmen zu vermeiden und
- die Wirtschaftlichkeit zu steigern.

Die ABC-Analyse kann in allen Bereichen des Unternehmens angewendet werden. D.h. sie ist für Konstruktion, Entwicklung, Fertigungsplanung, Fertigungssteuerung, Wertanalyse und Marketing ein wertvolles Hilfsmittel, vorausgesetzt es liegt geeignetes Zahlenmaterial vor.

Beim Ablauf wird in den drei Schritten Erfassung, Sortierung und Auswertung gearbeitet. Bei der Auswertung kommt den A-Gütern besondere Bedeutung zu, während C-Güter einer vereinfachten Behandlung unterliegen.

In anderen Fällen wird mit der **Schwachstellenanalyse** oder dem **Produktbenchmarking** gearbeitet.

Bei der Schwachstellenanalyse wird von den Wirkungen auf die Ursache geschlossen. Es werden Kundenaussagen zu den Produktschwachstellen gesammelt, die Ursachen für die Mängel ermittelt und nach Abhilfen gesucht und diese festgelegt.

Beim Produktbenchmarking wird ein Kennzahlenvergleich von Merkmalen (Preis, Herstellungskosten, Testbeurteilung, Lebensdauer usw.) des eigenen Produktes mit anderen Spitzenprodukten am Markt durchgeführt. Daraus leiten sich Erkenntnisse ab, die zu Veränderungen im eigenen Unternehmen führen müssen. Das Benchmarking wird seit einigen Jahren zunehmend erfolgreich eingesetzt.

Generell wird bei der **Wertanalyse** nach DIN 69910 folgendermaßen vorgegangen:

#### **Projekt vorbereiten**

- Team zusammenstellen
- Wertanalyse-Rahmen abgrenzen
- Organisation und Ablauf festlegen

#### **Objektanalyse (Istzustand)**

- Funktion erkennen
- Funktionskosten ermitteln

#### **Sollzustand festlegen**

- Sollfunktionen festlegen
- Sonstige Anforderungen ermitteln
- Kostenziele Sollfunktionen zuordnen

#### **Lösungsideen entwickeln**

- Vorhandene Ideen sammeln
- Neue Ideen suchen

#### **Lösungen festlegen**

- Lösungsideen bewerten
- Ausgewählte Lösungsideen zu Lösungen ausarbeiten
- Lösungen bewerten und entscheiden

## Lösungen verwirklichen

- Ausgewählte Lösungen im Detail ausarbeiten
- Realisierung planen

Wettbewerbsvorteile werden erhöht, wenn

- die Produktion gesteigert werden kann,
- Kosten gesenkt werden können,
- der Nutzen für den Käufer verbessert und der
- Verkaufswert erhöht wird.

Bei der Bearbeitung einzelner Teilaufgaben sind immer die Gegebenheiten der Gesamtaufgabe zu betrachten. Auch wenn Einzelteile betrachtet werden, geht es um die günstigste **Gesamtlösung**. Das wird erreicht, wenn Vertreter aller Betriebsbereiche hinzugezogen werden.

Die Methode der Wertanalyse wurde 1947 von Lawrence D. Miles für General Elektrik Company entwickelt und 1949 erstmalig in einer amerikanischen Zeitschrift veröffentlicht.

Die Besonderheit des Wertanalysedenkens besteht darin, eine Funktion **nicht so gut wie möglich, sondern so gut wie nötig** zu erstellen. Dabei ist an alle Funktionen gedacht, die Kosten verursachen - also Produkte, Aggregate, Teile, Verfahren, Arbeitsgänge, Dienstleistungen, Projekte u.a.

Für diese Funktionen sollen im Verlauf einer Wertanalyse andere Lösungsmöglichkeiten erarbeitet bzw. gefunden werden. Eigenschaften zur Suchfeldbeschreibung wie groß - klein, laut - leise, langlebig - kurzlebig, lösbar - unlösbar, stetig - stufig, gewöhnlich - exklusiv usw. können berücksichtigt werden.

Folgende **Grundregeln** sind bei der Wertanalyse zu beachten:

- Alle verfügbaren Kosten feststellen und überprüfen
- Informationen aus sicheren Quellen beziehen, Spezialisten und Berater fragen, Lieferantenerfahrungen nutzen
- Zerlegen, Erfinden, Verfeinern
- Mit schöpferischer Fantasie an die Probleme herangehen
- Hindernisse erkennen und überwinden
- Funktionale Objekte von Zulieferern verwenden
- Spezielle Verfahren und anwendbare Normen beachten
- Geld des Unternehmens wie das Eigene ausgeben!

Da sich die Wertanalyse stets in mehreren Bereichen eines Unternehmens auswirkt, ist es deshalb sinnvoll, für die Analyse auch Vertreter der verschiedensten Bereiche heranzuziehen. Das Abteilungsdenken ist meist sehr ausgeprägt. Jeder sieht das Produkt aus seiner Sicht. Deshalb setzen sich die Vertreter der verschiedensten Abteilungen zusammen.

Folgende Problemstellungen können u.a. auftreten:

- Fragen zur Funktion
- Fragen zur Fertigung
- Fragen zum Material
- Fragen zu den Toleranzen
- Fragen zum Einkauf
- Fragen zum Ausschuss
- Fragen zur Gestaltung
- Fragen zur Oberflächenbehandlung
- Fragen zur Normung
- Fragen zum Verschleiß

Zu diesen Fragebereichen werden detaillierte Fragelisten erstellt, die für die Lösung herangezogen werden. So könnten z.B. für die Fertigung u.a. folgende Fragen formuliert werden:

- Können andere Fertigungsverfahren angewendet werden?
- Können Arbeitsgänge zusammengefasst, eliminiert oder vereinfacht werden?
- Werden die vorhandenen technischen Fertigungsmittel im Augenblick voll für die Herstellung der untersuchten Funktion ausgelastet?
- Können vorhandene Maschinen, Werkzeuge oder Vorrichtungen durch Änderungen wirtschaftlicher eingesetzt werden?
- Können Betriebskosten durch Einsatz einfacher Maschinen, Werkzeuge oder Vorrichtungen reduziert werden?
- Wie hoch ist der Zeitaufwand für die Einrichtung der Maschinen bzw. Werkzeuge oder Vorrichtungen?
- Wie lange sind die Laufzeiten, die für die Fertigung des betreffenden Teiles bzw. der Funktion im Augenblick benötigt werden?
- Lassen sich durch relativ geringe Umstellungen bzw. Umkonstruktionen die Durchlaufzeiten verkürzen?
- Wie ist die Fertigungssteuerung aufgebaut? Sind durch Fehlplanung bzw. -steuerung unnötige Stillstands- und Wartezeiten oder Engpässe entstanden?
- Empfiehlt sich aus Gründen der Wirtschaftlichkeit der Einsatz der elektronischen Datenverarbeitungsanlagen oder eine Verbesserung?
- Lassen sich durch Arbeitsplatz-Untersuchungen die bestehenden Kosten senken oder zur Senkung beitragen?

Um den Erfolg der Wertanalyse zu optimieren, sind Grundregeln des menschlichen Verhaltens - für den Einzelnen und für das Team - zu beachten:

#### **Grundregeln vor allem für den einzelnen**

- Erkennen und Überwinden gefühls- und gewohnheitsmäßiger Hindernisse
- Freimachen von ablenkenden Einflüssen
- Positive Einstellung zu Neuem
- Aufgeschlossenheit
- Erst Handeln, wenn das Verständnis da ist
- Bestreben überwinden, alles selbst machen zu können
- Kritisch gegenüber sich selbst sein
- Kritik akzeptieren, ohne negative Haltungen zu entwickeln

#### **Grundregeln vor allem für das Team**

- Jedem Einzelnen die Möglichkeit geben, sich zu entfalten
- Keine Kritik und Bewertung während der Suche nach anderen Lösungen
- Anerkennung der Gedanken anderer
- Selbstlos handeln
- Anderen zuhören
- Nichts als gegeben hinnehmen
- Positive Einstellung zum gemeinsamen Neuen
- Jede Ablenkung vermeiden

Der Ablauf der Wertanalyse erfolgt in folgenden Schritten:

- Informationen
- schöpferische Tätigkeit
- Bewertung
- Planung
- Durchführung

**Aufgaben**Aufgabe 1

*Mit welchen Schwerpunkten nimmt die Konstruktion Einfluss auf wirtschaftliche Fragen eines Produktes?*

Aufgabe 2

*Erläutern Sie die Schwerpunktaufgaben des Konstrukteurs!*

Aufgabe 3

*Durch welche Eigenschaften ist das Simultaneous Engineering gekennzeichnet?*

Aufgabe 4

*Welche Vorteile haben CAD-Systeme für die Konstruktion?*

Aufgabe 5

*Welche Bedeutung haben Prototypen für die Produktentwicklung?*

Aufgabe 6

*Was verstehen Sie unter „Rapid Prototyping“?*

Aufgabe 7

*Welche Ursachen können zu Reengineeringmaßnahmen führen?*

Aufgabe 8

*Nennen Sie die Analyseformen für Ermittlung von Reengineeringobjekten!*



**Aufgabe 9**

Ein Zwischenhändler für Motoröle und Schmierstoffe will sein Sortiment mit Hilfe einer ABC-Analyse optimieren. So sollen die Produkte ermittelt werden, die den größten Anteil am Umsatz ausmachen (A-Teile).

In der nachfolgenden Tabelle sind alle Produkte nach ansteigenden Preisen sortiert aufgeführt.

**9.1 Ermitteln Sie den Einkaufswert in €/Jahr und in seinem prozentualen Anteil! Legen Sie anschließend die neue Rangfolge fest!**

Benennung	Preis €/Stück	Menge Stück/Jahr	VK-Wert €/Jahr	VK-Wert in %	Rangfolge
15W40 - 1 l	4,90	255			
Wälzlagerfett - 200 g	5,30	80			
10W40 - 1 l	8,50	210			
Motorreiniger - 250 ml	9,90	72			
5W40 - 1 l	12,50	64			
MoS2 Paste - 100 ml	12,90	52			
Kettenfett - 185 ml	14,50	25			
Kühlerdicht - 250 ml	15,90	150			
15W40 - 5 l	22,-	440			
Ölleck-Stopp	25,50	60			
10W40 - 5 l	35,-	525			
5W40 - 5 l	45,-	150			
15W40 - 20 l	79,-	192			
10W40 - 20 l	129,-	120			
Normalschmieröl N6 - 80 l	160,-	20			
			Σ		

9.2 Berechnen Sie den summierten Verkaufswert! Ordnen Sie in der letzten Spalte die Teile in ABC-Klassen ein!

Rangfolge (aus 9.1)	VK-Wert in % (aus 9.1)	VK-Wert summiert	ABC- Klasse

9.3 Welche Schlussfolgerungen bezüglich der Optimierung für das Motoröl- und Schmierstoff-Sortiment liefert die ABC-Analyse dem Zwischenhändler?

## 5 Normung und Standardisierung

Erzeugnisse, Teile und Leistungsmerkmale von Produkten können theoretisch von jedem Unternehmen individuell gestaltet werden. Im Laufe der Zeit hat sich jedoch eine Vereinheitlichung durchgesetzt, die sich in Normung, Standardisierung oder Typung ausdrückt.

**Normung** ist die planmäßige, durch interessierte Kreise gemeinschaftlich durchgeführte Vereinheitlichung von materiellen und immateriellen Gegenständen zum Nutzen der Allgemeinheit. Sie darf nicht zum wirtschaftlichen Sondervorteil des Einzelnen führen. Sie fördert die Rationalisierung und Qualitätssicherung in Wirtschaft, Technik, Wissenschaft und Verwaltung. Sie dient der Sicherheit von Menschen und Sachwerten sowie der Qualitätsverbesserung in allen Lebensbereichen.

**Normen** lassen sich als schriftlich fixierte Vereinbarungen der an der Normungsarbeit Beteiligten auffassen, durch die die Gestaltungsfreiheit hinsichtlich des technisch Möglichen bewusst beschränkt wird, um die angesprochenen Ziele zu erreichen. Normen enthalten detaillierte Festlegungen von

- Formen, Abmessungen und Toleranzen
- zu verwendenden Werkstoffen
- Eigenschaften von Einzelteilen wie Schrauben, Stiften, Nieten, Federn usw.
- Begriffen und Anwendungsbereichen der Normen.

Normen können unterschiedliche Geltungsbereiche haben. Mit den **internationalen Normen** befassen sich mehrere Organisationen, die bedeutendste ist die **International Organisation for Standardization (ISO)**. In der ISO sitzen zur Zeit mehr als 70 nationale Normenausschüsse, die Bundesrepublik ist durch den Deutschen Normenausschuss (DNA) vertreten. Die ISO fördert die Erarbeitung und Verbreitung international anerkannter Normen, um den internationalen Austausch von Gütern und Dienstleistungen zu verbessern. Im Zuge der immer stärkeren internationalen Verflechtung von Konzernen kommt dieser Arbeit erhöhte Bedeutung zu.

Für die **nationalen Normen** der Bundesrepublik Deutschland ist der **Deutsche Normenausschuss (DNA)** zuständig. Seine Mitglieder sind Fachverbände, Firmen und Experten. Zu den wichtigsten Aufgaben gehören:

- Schaffung, Überprüfung, Überarbeitung und Koordinierung von Normen
- Herausgabe aller Normblätter sowie des Schrifttums über Normung
- Maßnahmen zur Einführung von Normen in Praxis und Lehre sowie Beratung von Unternehmen zur Normung
- Zusammenarbeit mit Behörden, Körperschaften und Mitarbeit in internationalen Gremien

Neben dem Deutschen Normenausschuss gibt es Verbände und Vereine, die eigens für ihren Tätigkeitsbereich Richtlinien und Vorschriften erarbeiten, die mit Normen gleichzusetzen sind. Das betrifft zum Beispiel den Verband Deutscher Ingenieure (VDI) und den Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE). Diese Verbandsnormen haben zwar nur einen Empfehlungscharakter, indirekt kann sich daraus jedoch eine zwingende Anwendung ergeben. Ein typisches Beispiel dafür ist das VDE-Gütezeichen, ohne das bestimmte Geräte keinen nennenswerten Markterfolg erzielen würden.

### Lernbereich

Den engsten Gültigkeitsbereich haben **Werksnormen**. Aufgabe der Werksnormen, die sich lediglich auf bestimmte Unternehmen beziehen, ist es, den Leistungsprozess in dem jeweiligen Unternehmen rationell zu gestalten.

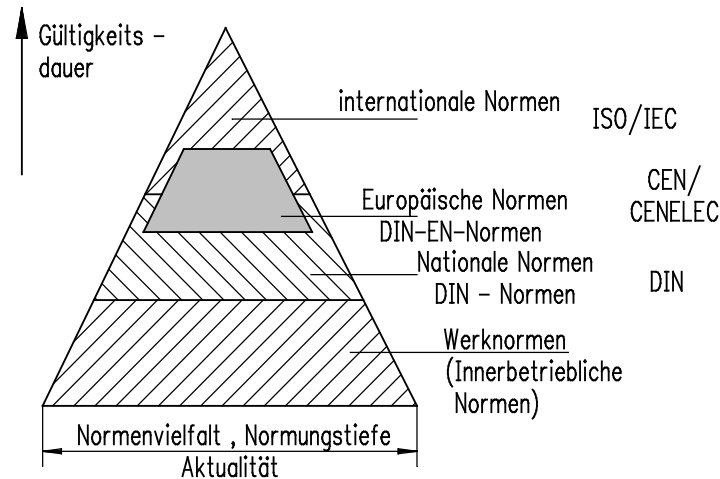


Abbildung 15 Zuordnung der Normen

In Hinblick auf die Normeninhalte lassen sich die in folgender Tabelle zusammenge-  
stellten Arten von Normen zusammenfassen.

Art der Norm	Inhalt
Dienstleistungsnorm	Festlegung technischer Grundlagen für Dienstleistungen, z.B. Bauarbeiten
Gebrauchstauglichkeitsnorm	Festlegung objektiv feststellbarer Eigenschaften in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit eines Gegenstandes, z.B. von bestimmten Haushaltsgeräten
Liefernorm	Festlegung technischer Grundlagen und Bedingungen für Lieferungen
Maßnorm	Festlegung von Maßen und Toleranzen materieller Gegenstände, z.B. von Wellen und Lagern
Planungsnorm	Festlegung von Planungsgrundsätzen und Grundlagen für Entwurf, Berechnung, Aufbau, Ausführung und Funktion von Anlagen, Bauwerken und Erzeugnissen, z.B. Planungsgrundlagen für den Wohnungsbau
Prüfnorm	Festlegung von Untersuchungs-, Prüf- und Messverfahren für technische und wissenschaftliche Zwecke zum Nachweis zugesicherter und/oder erwarteter (geforderter) Eigenschaften von Stoffen und/oder von technischen Erzeugnissen, z.B. Verfahren zur Prüfung der Klopffestigkeit von Kraftstoffen
Qualitätsnorm	Beschreibung der für die Verwendung eines materiellen Gegenstandes wesentlichen Eigenschaften sowie Festlegung objektiver Beurteilungskriterien, z.B. Gütevorschriften für Feinbleche aus unlegiertem Stahl
Sicherheitsnorm	Festlegung zur Abwendung von Gefahren für Menschen, Tiere und Sachen (Anlagen, Bauwerke, Erzeugnisse usw.)
Stoffnorm	Festlegung physikalischer, chemischer und technologischer Eigenschaften von Stoffen, z.B. Zusammensetzungen von Legierungen
Verfahrensnorm	Festlegung von Verfahren zum Herstellen, Behandeln und Handhaben von Erzeugnissen
Verständigungsnorm	Festlegung terminologischer Sachverhalte, Zeichen oder Systeme zur eindeutigen und rationellen Verständigung, z.B. Begriffe der Informationsverarbeitung

Tabelle 6 Arten und Inhalt von Normen

Standardisierungsmaßnahmen in der Wirtschaft sind mit den nachfolgend aufgeführten Wirkungen verbunden. Dabei zeichnen sich folgende Vorteile ab:

- Vereinfachung/Verbilligung von Produktentwicklung und Konstruktion
- Vereinfachte Benennung und Beschreibung von Produkten
- Produktion höherer Stückzahlen gleicher oder ähnlicher Teile bei kostengünstiger Beschaffung, kostengünstiger Herstellung durch Spezialisierungsvorteile, weniger Umstellungen und anderer Größendegressionseffekte sowie des Erfahrungseffektes
- geringere Kapitalbindung durch niedrigere Lagerbestände
- Kosteneinsparung bei Werk- und Messzeugen
- Verwendung kostengünstigerer, ebenfalls standardisierter Transport- und Lagerbehälter
- Kurze Lieferzeiten
- Austauschbarkeit
- Verbesserung der Recyclingeignung durch reduzierte Materialvielfalt
- Flexibilitätssteigerung durch Austauschbarkeit von Komponenten mit Vorteilen für den Kunden bei der Instandhaltung
- vereinfachte Kalkulation und Vorgabezeitermittlung

Nachteilig kann sich auswirken:

- marktinadäquate Einengung des Produktionsprogramms
- Wettbewerbsnachteile infolge von Beschränkungen bei der Produktgestaltung durch die Verwendung von Normteilen
- Tendenz zur Bürokratisierung und Erstarrung im Falle eines ausufernden Normungswesens

Ein typisches Beispiel für die Standardisierung ist das Softwareprodukt Windows, das sich weltweit als Standard durchgesetzt hat. Hier zeigt sich, dass durch fehlende Möglichkeiten einer wirklichen Konkurrenz möglicherweise technischer Fortschritt gebremst wird.

Das Erfordernis der Austauschbarkeit von Baugruppen kann dazu führen, dass diese in manchen Einsatzfällen überdimensioniert werden. Das trifft zum Beispiel für den Automobilbau zu, wenn einheitliche Baugruppen für die Kraftübertragung (Getriebe, Antriebswellen usw.) für Motoren mit unterschiedlicher Leistung eingesetzt werden. Insgesamt hat aber die Normung und die Standardisierung gerade für Klein- und Mittelbetriebe der Zulieferbranche einen entscheidenden Vorteil. Die Stückzahlen sind wesentlich gestiegen und damit ebenfalls die Wirtschaftlichkeit solcher Unternehmen.

**Aufgaben**Aufgabe 1

*Was versteht man unter Normung? Nennen Sie typische Geltungsbereiche!*

Aufgabe 2

*Nennen Sie drei Beispiele für inhaltliche Arten von Normen!*

Aufgabe 3

*Welche Wirkungen haben Standardisierungsmaßnahmen für die Wirtschaft?*

Aufgabe 4

*Nennen Sie Beispiele, wo die Normung Voraussetzung für eine wirtschaftliche Arbeitsweise darstellt!*

## 6 Erzeugnisbeschreibung

### Lernbereich

### 6.1 Zeichnungen

Die funktionsfähige und fertigungsreife Gestaltung eines Erzeugnisses drückt sich in der Erzeugnisbeschreibung aus. Diese hat wesentliche Bedeutung im Leistungsprozess des Betriebes für die Bereiche **Beschaffung, Disposition, Arbeitsplanung, Fertigung, Qualitätsprüfung, Kalkulation, Marketing und Ersatzteilwesen**.

Für die technische Beschreibung eines Erzeugnisses werden die drei sich ergänzenden Arten der Dokumentation **Zeichnung, Stückliste** und **Nummerierung** herangezogen.

Die technische Zeichnung definiert ein Erzeugnis grafisch und ist durch vier Merkmale gekennzeichnet:

- durch die **Einhaltung von Normen**, die für technische Zeichnungen gelten (DIN 6 und DIN 6789)
- durch den **Maßstab**, der dem Zeichnungsinhalt angemessen sein soll, um die Lesbarkeit zu garantieren (DIN 823)
- durch die **Symbole**, die normgerecht zu benutzen sind, z.B. Bemaßungsrichtlinien
- durch **Textangaben**, die sich auf das Notwendigste beschränken sollen (DIN 199)

Technische Erzeugnisse sind auf Grund ihrer Komplexität nur selten in einer Einzelzeichnung darstellbar. Früher machten die Unterlagen für die Konstruktion, Planung und Fertigung eines Werkstückes Stapel von Papier aus. Heute lassen sich die Informationen gegebenenfalls auf wenigen Datenträgern speichern. Wie groß der Aufwand sein kann, zeigt das Beispiel für die Fertigung einer Papiermaschine:

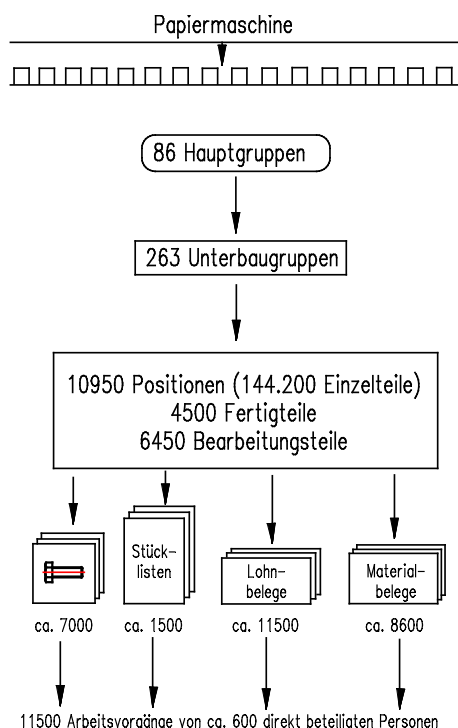


Abbildung 16 Anfallende Unterlagen für die Fertigung einer Papiermaschine, an der ca. 600 Personen beteiligt sind

Das Erzeugnis wird in einem **Zeichnungssatz** dargestellt, der folgende Arten von Zeichnungen enthält:

- **Zusammenstellungszeichnungen** stellen das gesamte Erzeugnis dar, wobei auf Einzelheiten verzichtet wird. Aus ihnen können das Zusammenwirken einzelner Baugruppen, Lageorientierungen und Größenverhältnissen entnommen werden.

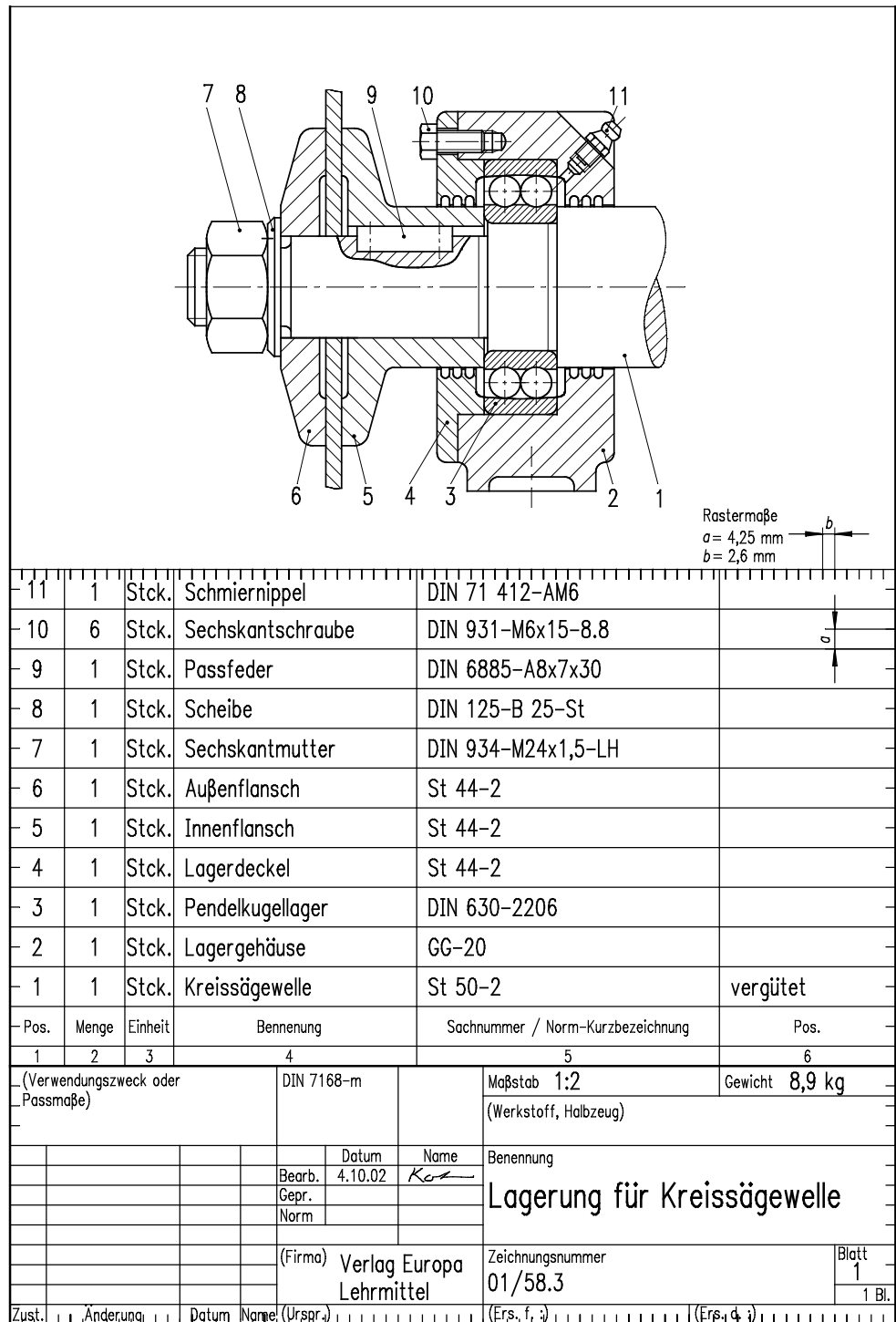


Abbildung 17 Lagerung für Kreissägewelle



- In **Baugruppenzeichnungen** werden in der Regel Montagegruppen mit einheitlicher Funktion dargestellt (z.B. Getriebe, Motoren usw.). Aus ihnen müssen alle Einzelheiten erkennbar sein, da sie für die Montage genutzt werden. Auch werden in der Baugruppenzeichnung die Lagen der einzelnen Bauteile, soweit erforderlich, zu einander bemaßt.
- Die **Einzelteilzeichnung** stellt das einzelne technische Bauelement dar und dient zu seiner Fertigung. In ihr müssen die das Werkstück kennzeichnenden Merkmale wie Form, Maß, Toleranz und Oberflächengüte angegeben sein. Zum Teil werden hier auch schon einzelne Fertigungsverfahren vorgeschrieben, um bestimmte Güten zu erreichen.

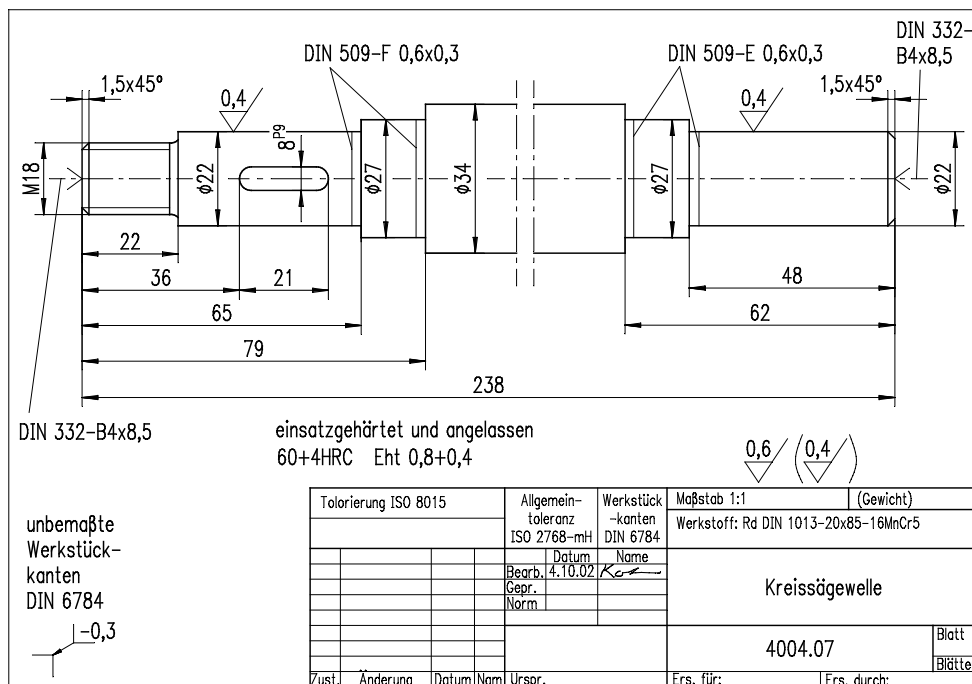


Abbildung 18 Kreissägewelle

Neben diesen Zeichnungsarten gibt es eine Reihe von Sonderzeichnungen wie z.B. Fundamentzeichnungen, Schaltplanzeichnungen, Schaltpläne, Isometrien, Rohrleitungspläne usw.

Die Zeichnungserstellung ist mit einem hohen Aufwand verbunden. Heute sind eine Reihe von Verfahren im Einsatz, die den personellen Aufwand deutlich senken. Die **manuelle Zeichnung** stellt die klassische Form dar, die mit Zeichenmaschinen, Zeichenschablonen, Beschriftungsmaschinen usw. als Hilfsmitteln erstellt wird. Das **Tabellezeichnen** kommt dann zum Einsatz, wenn Einzelteile sich nur in den Maßen nicht aber in der Form ändern. Dann wird das Einzelteil jeweils gleich abgebildet und die zugehörigen Maße sind in einer auf der Zeichnung stehenden Tabelle eingetragen.

**CAD-Zeichnungen** werden mit einer entsprechenden CAD-Software über den Computer erstellt. Der Ausdruck erfolgt über **Plotter bzw. Drucker**. Zunehmend wird auch mit reinen **Bildschirmzeichnungen** gearbeitet, d.h. es wird auf die Papierzeichnung verzichtet. Das wird vor allem dann sinnvoll, wenn die Konstruktionsdaten aus dem Computer direkt von der Werkzeugmaschine zur Fertigung übernommen werden.

In der **Zeichnungsverwaltung** sind zwei wesentliche Aufgaben zu lösen, die Zeichnungsarchivierung und die Zeichnungsbereitstellung. Beide Aufgaben stehen in einem engen Zusammenhang.

Zu ihrer Lösung werden klassische Verfahren wie die Lichtpaustechnik, die Mikroverfilmung und die Kopiertechnik eingesetzt. In der modernen Fertigung unter Berücksichtigung der Zeichnungserstellung über den Computer erlangt heute die Computerspeicherung mehr und mehr an Bedeutung. Die Vorteile sind erheblich. Man hat die unmittelbare Möglichkeit der CAD-Bearbeitung, die Ausgabe auf dem Bildschirm oder auch der Druck auf Papier, eine Weiterverarbeitung durch CAP und CAQ sind unmittelbar möglich, wodurch die Zeichnungsverwaltungskosten sinken.

## 6.2 Stückliste

Stücklisten sind Verzeichnisse in tabellarischer Form, die angeben, wie und mit welchen Mengen Rohmaterialien, Einzelteile und Baugruppen in ein Erzeugnis eingehen. Stücklisten werden im Rahmen der betrieblichen Planungsprozesse in den verschiedensten Organisationsbereichen eingesetzt. So benötigt die Materialdisposition Stücklisten zur Bedarfsplanung, die Arbeitsvorbereitung plant u.a. mit ihrer Hilfe den Fertigungsablauf, die Fertigungssteuerung braucht sie zur Verfügbarkeitskontrolle und der Kundendienst benötigt sie für Servicefunktionen. Außerdem dienen Stücklisten dem Controlling als Kalkulationsgrundlage. In einigen Industriezweigen werden Stücklisten wie folgt bezeichnet:

- Rezeptur      Chemische Industrie
- Materialliste    Bauindustrie
- Gattierliste    Stahl erzeugende Industrie
- Holzliste      Holz verarbeitende Industrie

Aber auch bei der Verwendung des Begriffes Stückliste haben sich auf Grund der Vielzahl der Verwender unterschiedliche Stücklistenarten durchgesetzt, wie sie in folgender Tabelle dargestellt sind.

Klassifizierung	Stücklistenart	Beschreibung	Einsatzbereich
Grundformen	Aufzählungsstückliste	Die Aufzählungsstückliste gibt alle Bestandteil eines Erzeugnisses mit den jeweiligen Gesamtmengen ohne Berücksichtigung der Erzeugnisstruktur an.	Wird als Unterlage in der Materialdisposition nur bei einfachen Fertigungs- und Montagestrukturen und zur Kalkulation eingesetzt.
	Mengenübersichtsstückliste	Die Mengenübersichtsstückliste enthält nur eigenerzeugte Einzel- und Zukaufteile.	
	Strukturstückliste	Die Strukturstückliste bildet die Erzeugnisstruktur eines Produktes ab. Sie enthält alle Einzelteil und Baugruppen des Produktes und gibt die jeweils eingesetzte Menge an.	Dient besonders konstruktiven und fertigungstechnischen Zwecken. Kann für Terminplanung eingesetzt werden.
	Baukastenstückliste	Die Baukastenstückliste enthält für eine Baugruppe nur die Teile und Baugruppen, die ihr jeweils direkt untergeordnet sind.	Baukastenstücklisten lassen sich redundanzarm auf EDVA speichern. Sie lassen sich sehr gut dort einsetzen, wo Erzeugnisse nach dem Baukastenprinzip gefertigt werden.
Mischform	Baukastenstrukturstückliste	Die Baukastenstrukturstückliste gibt wie die Strukturstückliste die Erzeugnisstruktur an. Es werden aber nicht alle Baugruppen vollständig aufgelöst. Für häufig auftretende Baugruppen werden gesonderte Baukastenstücklisten aufgeführt.	vereinigt die Vorteile der Struktur- und Baukastenstückliste. Sehr gut für die Disposition von Baugruppen geeignet.
Sonderformen	Variantenstückliste	Variantenstücklisten ordnen mehrere ähnliche Erzeugnisse einem Grundtyp zu. Sie lassen sich in allen Stücklisten Grundformen ausführen.	Wenn strukturell sehr ähnliche Erzeugnisse gefertigt werden, die eine große Zahl gleicher Teile besitzen.
	Gleichteilestückliste	Die Gleichteilestückliste enthält alle Teile und Baugruppen, die in den Varianten einer Erzeugnisgruppe in derselben Menge enthalten sind. Um ein vollständiges Produkt ableiten zu können, müssen noch Ergänzungsstücklisten eingeführt werden. Diese enthalten die übrigen Teile.	Wird in der Serienfertigung bei feststehenden Varianten eingesetzt.
	Plus-Minus-Stückliste	Plus-Minus-Stücklisten beziehen sich auf einen Grundtyp. Sie enthalten nur noch in der Variante zusätzlich vorkommende und die entfallenden Teile und Baugruppen.	Wird in der Serienfertigung eingesetzt, um spezielle Kundenwünsche aus der Grundauführung abzuleiten.

Tabelle 7 Übersicht über die wichtigsten Stücklistenarten

Stücklisten sind also eine Übersicht aller für ein Erzeugnis benötigten Teile und werden vor allem in der industriellen Montage eingesetzt. In der chemischen Industrie enthalten Stücklisten (Rezepturen) beispielsweise die Liste der Erzeugnisbestandteile, Arbeitsvorschriften, technische Vorschriften und Sicherheitsanweisungen, sind also umfangreicher als normale Stücklisten und ersetzen vielfach den zur Vollzugsplanung erforderlichen Arbeitsplan.

Um das Erzeugnis in seiner Fertigung und Darstellung eindeutig beschreiben zu können, ist aus Gründen der Übersichtlichkeit dieses in Haupt-, Untergruppen und Einzelteile zu gliedern. Durch diese Aufteilung entsteht die **Erzeugnisstruktur**.

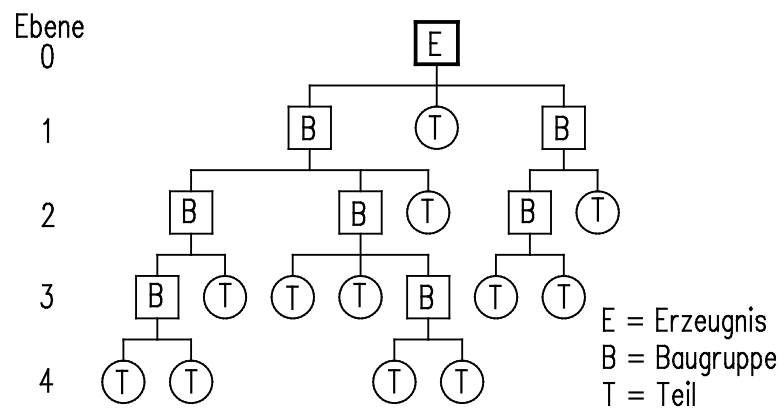


Abbildung 19 Erzeugnisgliederung als Stammbaum

Die Erzeugnisgliederung kann dabei sowohl als horizontaler und vertikaler Strukturbaum oder in Form einer Tabelle dargestellt werden.

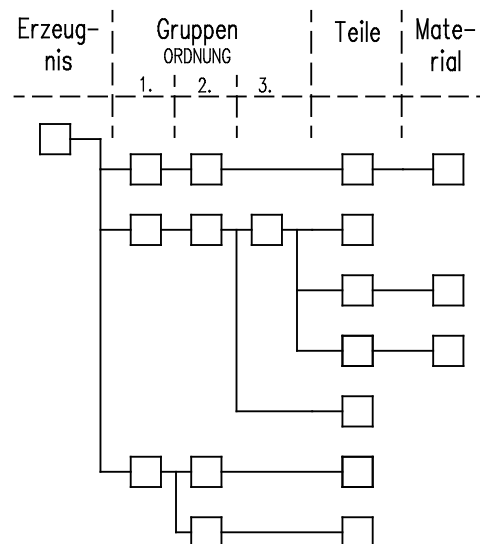


Abbildung 20 Erzeugnisgliederung als Aufbauübersicht dargestellt

Die Gliederung der Erzeugnisse ist überaus wichtig, weil so eine Grundlage für einen **einheitlichen Zeichnungs- und Stücklistenaufbau** gebildet wird.

Die folgende Abbildung soll die auf der Erzeugnisgliederung aufbauenden Informationen der Zeichnungen und Stücklisten im Überblick darstellen.

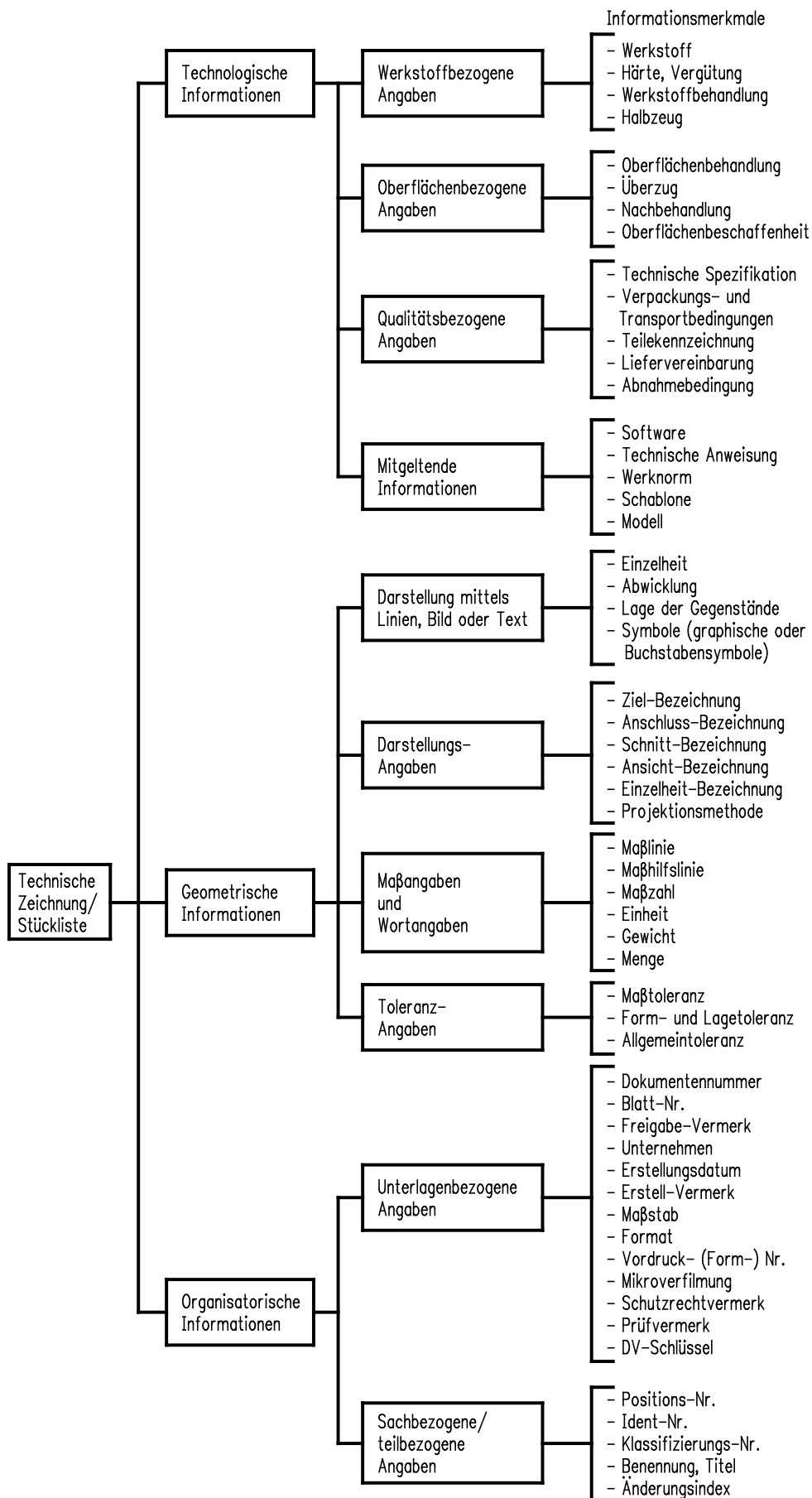


Abbildung 21 Informationsstrukturen von Stücklisten und Zeichnungen

Der Mindestinhalt von Stücklisten muss Erzeugnis, Komponenten und Mengen enthalten. Darüber hinaus kann eine Vielzahl von Daten in der Stückliste gespeichert werden:

- Basisdaten (Sachnummer, Benennung, Maßeinheit, Schlüssel für die Güterart)
- Technische Daten (Technische Definition, Klassifizierung, Änderungsstand usw.)
- Materialdaten (Sicherheitsbestand, Lagerort, Einkaufspreis, Lieferanten usw.)
- Daten des Rechnungswesens für Buchhaltung und Kostenrechnung

Durch den Einsatz der EDV bei der Speicherung und dem Ausdruck von Stücklisten ist es möglich, spezielle Stücklisten für unterschiedliche Verwendungszwecke zu erstellen und abzurufen. Die folgenden Arten von Stücklisten sind für unterschiedliche Anwendungen von besonderer Bedeutung:

- **Konstruktionsstücklisten**

Als einer der letzten Arbeitsgänge in der Konstruktion werden die Stücklisten zu den Zeichnungen erstellt. Der Aufbau ist in erster Linie nach den Funktionen der einzelnen Baugruppen und Teile zueinander ausgerichtet und nicht auftragsgebunden.

Die Konstruktionsstückliste kann entweder gleich auf der Zeichnung angebracht werden ("gebundene Stückliste") oder sie wird auf getrennten Formblättern erstellt.

Menge	Benennung	Norm- blatt Nr.	Werk- stoff	Teil	Zeich- nungs-Nr.	Bemerkungen
1	Ventilgehäuse		GS-38	1	Mt 2101	3.14 - 2.1.21
1	Ventildeckel		GS-38	2	Mt 2104	3.14 - 2.1.01
1	Stopfbuchsbrille		GS-38	3	Mt 2103	3.14 - 1.3.06
1	Querhaupt		GS-38	4	Mt 2102	3.14 - 2.3.10
1	Handrad	DIN 390	GG-10	5	-	3.14 - 2.3.6N

Tabelle 8 Beispiel einer Konstruktionsstückliste (Ausschnitt) für ein Ventil

Wenn die Konstruktionsstückliste ohne Rücksicht auf die Belange der Fertigung erstellt wurde, ist sie für diesen Bereich oft wenig brauchbar: fertigungsrelevante Angaben fehlen und eine Vielzahl der vorhandenen Angaben finden keine Verwendung in der Produktion.

- **Dispositionsstücklisten** für Dispositionen in der Eigen- und Fremdfertigung
- **Bereitstellungsstücklisten** zur Kommissionierung der einzelnen Fertigungsaufträge im Lager
- **Fertigungsstücklisten**, die einen Fertigungsauftrag in die Werkstatt begleiten und Teil der Fertigungsunterlagen sind
- **Ersatzteilstücklisten** für die Wartung und Reparatur der Erzeugnisse und für die Bestellung von Ersatzteilen
- **Kalkulationsstücklisten** enthalten Daten wie Verrechnungswerte und Durchschnittspreise für die Kalkulation

Die Archivierung von Stücklisten muss nach der Art ihrer Speicherung unterschieden werden. Durch die ständige Verbesserung der Informationsverarbeitung setzt sich mehr und mehr die Archivierung auf CDs, DVDs etc. durch.

### 6.3 Nummerierung und Teileklassifikation

Für Erzeugnisse und ihre Einzelteile empfiehlt es sich, neben der Bezeichnung auch ein Nummerierungssystem einzuführen, da sonst keine Klassifizierung durchgeführt werden kann und Fehler vorprogrammiert sind. Mit der breiten Anwendung der Informationsverarbeitung in den Unternehmen war dieser Schritt zwingend erforderlich. So werden neben den Erzeugnissen auch viele andere Objekte in der Wirtschaft mit Nummern versehen. Genannt seien hier Arbeitsplätze, Aufträge, Kostenarten, Kostenstellen. Aber auch Mitarbeiter, Kunden und Lieferanten werden nummeriert.

Unter **Nummerierung** oder **Nummerung** verstehen wir eine Verschlüsselung bzw. Codierung von Gegenständen, Vorgängen, Personen usw.

Nach DIN 6763 sind Nummernsysteme „... nach bestimmten Gesichtspunkten gegliederte Zusammenfassung von Nummernteilen bestimmter Bedeutung“.

Erzeugnisse	Organisation	Unterlagen	Betriebsmittel	Stoffe	Sonstiges
Produkt	Betrieb	Vorschriften	Gebäude	Rohstoffe	Formen
Teilprodukt	Abteilungen	Normen	Anlagen	Werkstoffe	Ausführungen
Einzelteil	Stellen	Pläne	Arbeitsmittel	Halbzeuge	Oberflächen
		Zeichnungen	Fördermittel	Hilfsstoffe	Farben
		Stücklisten	u.a.		u.a.
		u.a.			

Tabelle 9 Sachgruppen

In einem Nummernsystem spiegelt sich die Struktur und Organisation eines Betriebes wider.

#### Begriffe der Nummernsysteme

- Identifizieren ⇒ Kennzeichnen eines Produkts
- Klassifizieren ⇒ Ordnen nach bestimmten Merkmalen
- Nummernbereiche ⇒ Aufteilen einer Nummer in getrennte Nummernbereiche, woraus sich verschiedene Nummernsysteme ergeben
- Identnummer ⇒ es ist eine (nicht sprechende) reine Zählnummer. Um eine eindeutige Auskunft über das Produkt geben zu können, ist ein Schlüsselverzeichnis notwendig. Durch laufende Nummern werden die einzelnen Schlüsselobjekte des Schlüsselverzeichnisses der verschiedenen Sachgruppen erfasst.
- Klassifizierungsnummer ⇒ ist eine sprechende Nummer. Sie gibt Auskunft über die Gleichheit, Ähnlichkeit oder Zugehörigkeit bestimmter Merkmale eines Schlüsselobjektes.
- Nummernschema ⇒ verdeutlicht den Aufbau einer Nummer
- Kennzahlen (Leitzahlen) ⇒ zusätzliche Gliederungshinweise

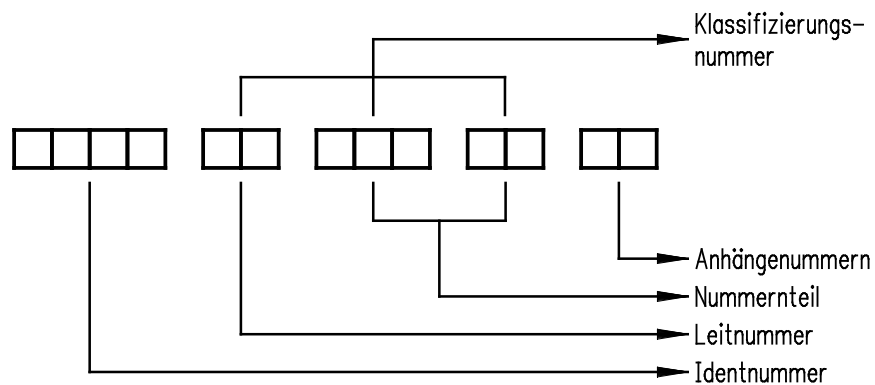


Abbildung 22 Aufteilung eines Nummernbereiches

Die Nummernsysteme werden wie folgt einteilt:

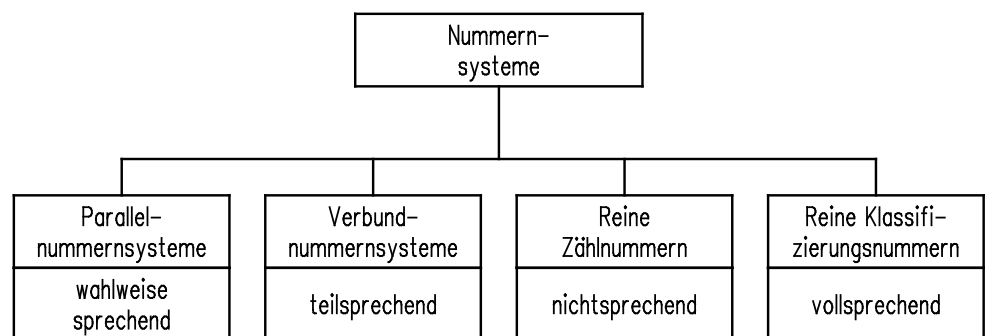


Abbildung 23 Einteilung der Nummernsysteme

Da das Parallel-Nummernsystem bei der Einführung von PPS-Systemen zum Standard geworden ist, soll es näher erklärt werden.

**Eine Parallelnummer besteht aus einer konstanten Identnummer und aus variablen wechselnden Nummernteilen.**

Die Identnummer und die klassifizierenden Felder laufen parallel, d.h. sie sind strikt voneinander getrennt. Maßgebend für die Art der Benummerung ist die immer konstante Identnummer. Da die klassifizierenden Daten von dieser getrennt sind, kann der Parallelschlüssel stets erweitert werden, d.h. er kann nicht „platzen“.

Die Identnummer kann dabei kurz gehalten werden. Drei alphanumerische und drei numerische Stellen reichen aus, um 13.824.000 Teilstammsätze zu unterscheiden.

Mit Nummerierungssystemen können folgende Aufgaben gelöst werden:

- Die eindeutige **Identifikation** von Personen, Objekten und Erzeugnissen, was voraussetzt, dass die Nummer nur einmal vergeben wird und die Sache selbst nicht zwei Nummern hat.
- Die **Klassifizierung** von Personen, Objekten, und Erzeugnissen als Zuordnung in eine oder mehrere Gruppen.
- **Informationen** über die nummerierte Person, das Objekt oder Erzeugnis zu liefern.



Ein weiteres Problem der Nummerierung ergibt sich, wenn man zur **Teileklassifikation** übergehen will. Aus ihr soll erkennbar sein, ob es im Unternehmen gleiche oder ähnliche Teile gibt. Diese Erkenntnis hat Bedeutung für die

- **Entwicklung und Konstruktion**, da bei vorhandenen ähnlichen oder gleichen Teilen der Kostenaufwand erheblich reduziert werden kann
- **Arbeitsplanung**, wenn nur eine Ähnlichkeitsplanung durchgeführt werden muss (der Aufwand wird deutlich geringer)
- **Fertigungssteuerung**, da beim Umrüsten von Maschinen größere Zeiteinsparungen möglich sind

Um die genannten Effekte zu erreichen, werden Teileklassifizierungssysteme eingeführt, mit deren Hilfe eine Einordnung in Ähnlichkeitsgruppen erfolgt. In der Praxis haben sich vor allem die folgenden, hier nicht weiter erläuterten, Systeme durchgesetzt:

- Klassifizierungssystem von Opitz
- BRISCH-Code
- ZAFO-Formenordnung nach Zimmermann
- IBM-Teilecode

Teileklassifizierungssysteme haben sich industriell in großer Breite bisher nicht durchgesetzt.

**Aufgaben**Aufgabe 1

*Durch welche Dokumentationen wird ein Erzeugnis eindeutig beschrieben und für welche Bereiche eines Unternehmens hat diese Beschreibung eine Bedeutung?*

Aufgabe 2

*Durch welche Merkmale ist eine technische Zeichnung gekennzeichnet?*

Aufgabe 3

*Woraus besteht ein Zeichnungssatz eines Erzeugnisses?*

Aufgabe 4

*Was verstehen Sie unter einer Stückliste?*

*Wofür werden Stücklisten benötigt?*

Aufgabe 5

*Nennen Sie drei Beispiele für spezielle Stücklisten und geben sie den Verwendungsbereich an!*

Aufgabe 6

*Was verstehen Sie unter einer technischen Nummerierung und wozu wird diese vorgenommen?*

Aufgabe 7

*Welche Aufgaben können Nummerierungssysteme lösen?*

Aufgabe 8

*Für welche Bereiche eines Unternehmens hat die Teileklassifikation eine Bedeutung?*

*Wo liegen die Vorteile der Teileklassifikation?*

Die Projektgruppe hat auf der Basis der Istanalyse den Personal-, den Material- und den Betriebsmittelbedarf geplant.

Folgende Typen von Werkzeugmaschinen kommen demnach in der Firma zum Einsatz:

- Langdrehautomaten mit 10 mm Spindeldurchlass
- Langdrehautomaten mit 20 mm Spindeldurchlass
- Langdrehautomaten mit 20 mm Spindeldurchlass und 2 Seitenspindeln
- CNC-Bearbeitungszentren
- eine Fräsmaschine für die Kurvenscheibenfertigung.

Bei der Erfassung des Istzustands stellt sich heraus, dass in der Fa. Muster bisher weder eine Einordnung des Teilesortiments in Erzeugnisgruppen noch eine Teileklassifizierung vorgenommen wurde. Die neu einzuführende computergestützte Arbeitsweise in der Firma und die Zusammenarbeit mit den neuen Partnern macht das aber für die Drehautomatenteile und die Kurvenscheiben zwingend notwendig.

Aus der Istanalyse zur Drehautomatenteilefertigung ergeben sich folgende typische Teile, die die Fa. Muster seit Jahren produziert und die auch weitestgehend die Palette der Produktionserweiterung abdeckt:

- Reine Drehteile im Durchmesserbereich 2 ... 20 mm
- Reine Drehteile im Durchmesserbereich 2 ... 20 mm mit einseitiger zentrischer Bohrung
- Drehteile im Durchmesserbereich 2 ... 20 mm mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse und einseitiger zentrischer Bohrung
- Teile mit Dreh-, Fräs- und Bohrbearbeitung im Durchmesserbereich über 20 mm

Folgende Werkstückwerkstoffe werden in allen Durchmesserbereichen verarbeitet:

- Automatenstahl,
- AlMg-Legierungen,
- Messing,
- Titan und
- Kupfer.

Die Materialzuführung erfolgt für Teile

- bis zu einem Durchmesser von 4 mm von aufgerolltem Material und
- über 4 mm Durchmesser von Stangenmaterial mit automatischer Zuführung.

**Realisierung  
Fallbeispiel  
„Vorbereitung einer  
rechnergestützten  
Produktions-  
planung“**

Für die Weiterbearbeitung des Projektauftrages stehen vor der Projektgruppe nunmehr folgende Aufgaben:

Aufgabe 1

*Legen Sie die Teileklassifizierungsmerkmale fest!*

Aufgabe 2

*Legen Sie die Teileklassifizierung auf der Basis der Klassifizierungsmerkmale entsprechend der Maschinen- und Fertigungsbedingungen fest!*

Aufgabe 3

Teileklassifizierungen werden häufig mittels einer betriebsinternen Teileklassifizierungsnummer, die Einzelteilgruppen eindeutig identifiziert, vorgenommen.

*Entwickeln Sie als Informatiker in der Projektgruppe für das vorliegende Teilesortiment der Fa. Muster eine möglichst einfache Teileklassifizierungsnummer!*

## Lösungsanhang

### Lösungen

#### 1 Erzeugnismerkmale

##### Aufgabe 1

- **Einführungsphase** - Hohe Investitionskosten, Bekanntheit muss aufgebaut werden, kein Konkurrenzprodukt, kein Gewinn
- **Wachstumsphase** - Umsatz und Gewinn steigen, Kundenzahl erhöht sich.
- **Reifephase** - Umsatz- und Gewinnzuwachs nimmt ab, Käuferkreis nimmt zu
- **Sättigungsphase** - Kundenzustrom lässt deutlich nach, Gewinn liegt auf hohem Niveau.
- **Degenerationsphase** - Umsatz nimmt deutlich ab, Produkt entspricht nicht mehr den Ansprüchen der Kunden.

##### Aufgabe 2

Man unterscheidet

- **käuferbezogene Ursachen** (wachsender Wohlstand, Mode- und Geschmackswechsel),
- **konkurrenzbezogene Ursachen** (Technischer Fortschritt, Nachahmung) und
- **unternehmensbezogene Ursachen** (Produktpolitik, Kommunikationspolitik, Distributionspolitik).

##### Aufgabe 3

In der Sättigungsphase kann durch verstärkten Werbeeinsatz, Verkaufsförderung u.Ä. ein gewisser Einfluss genommen werden. Innovative Verbesserungen am Produkt selbst können den Lebenszyklus deutlich verändern.

#### 2 Erzeugnisideen

##### Aufgabe 1

Forschung und Entwicklung, betriebliches Vorschlagswesen, Fertigung, Absatzorganisation, Marktforschungsabteilung

##### Aufgabe 2

Kunden, Verbraucherverbände und Testinstitute, Absatzmittler, Konkurrenz, beratende Unternehmen, Praktikanteneinsätze

**Aufgabe 3**

- Keine Kritik
- Möglichst keine Hierarchie in der Gruppe
- Emotionale Bremsen abbauen
- Freie Entfaltung
- Gruppe vielseitig zusammengesetzt
- Viele Ideen
- Kombination von Ideen

**Aufgabe 4**

Beim Brainstorming werden spontane Ideen kritiklos aufgegriffen und erfasst. Es geht Quantität vor Qualität. Beim Brainwriting werden Ideen von Mitgliedern schriftlich der Gruppe weitergegeben und bearbeitet. Es findet eine Auseinandersetzung mit den Ideen statt.

**Aufgabe 5**

individuell

**Aufgabe 6**

Flugzeug - Wabenbauweise - Stromlinienform - Klettverschluss u.v.a.m.

**Aufgabe 7**

- Tagesgeschäfte haben den Vorrang
- Konzeptionslosigkeit im Unternehmen, dadurch
- Vorgegebene Überlastung

**Aufgabe 8**

Die „Technische Wertigkeit“ stellt das Verhältnis der vorgesehenen Konstruktion unter technischer Sicht zur idealen Konstruktion dar.

**Aufgabe 9**

Bei der wirtschaftlichen Bewertung werden Material-, Fertigungslohn- und Fertigungsgemeinkosten zu den Herstellungskosten addiert.

**Aufgabe 10**

$$\bar{p} = (1 + 2 + 3 + 2 + 1 + 4 + 1 + 3) / 8 = 2,125$$

$$x = 0,53$$

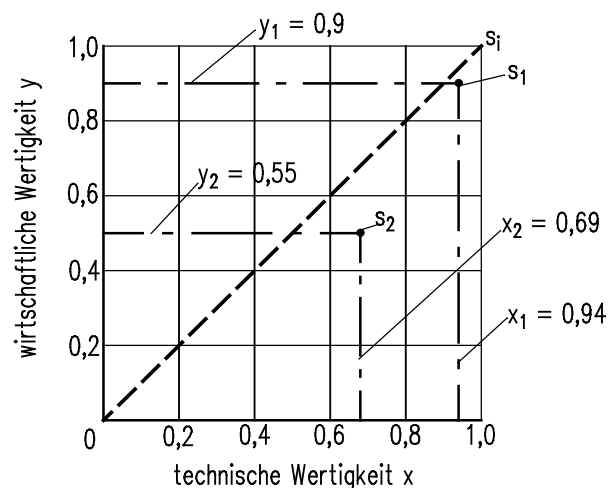
### Aufgabe 11

Die Werte für x und y sind annähernd gleich. Das Produkt ist technisch etwas besser. Beide Werte liegen nahe an der s-Linie. Da beide Werte größer als 0,8 sind, handelt es sich um eine sehr gute konstruktive Lösung.

### Aufgabe 12

Anforderung bzw. Eigenschaft	Entwurf 1	Entwurf 2	Idealwert
Geometrische Eigenschaft			
Raumbedarf	4	2	4
Befestigung	4	2	4
Mechanische Eigenschaft			
Widerstand gegen Formänderung	3	3	4
Lagerdruck	3	4	4
Gewicht	4	2	4
Gebrauchseigenschaft			
Lebensdauer	4	4	4
Riemenauswechslung	4	2	4
Zugang für Schmierung	4	3	4
Summe	30	22	32
Technische Wertigkeit	$x_1 = 0,94$	$x_2 = 0,69$	$x_i = 1$

Anforderung bzw. Eigenschaft	Entwurf 1 Bild 209/1	Entwurf 2 Bild 209/1	Idealwert
Zahl der Einzelteile			
Konstruktionsteile	4	3	4
Kleinteile	4	2	4
Herstelleigenschaften			
Zerspanungsvolumen	3	2	4
Einfachheit der Bearbeitung	3	2	4
Montage	4	2	4
Summe	18	11	20
Wirtschaftliche Wertigkeit	$y_1 = 0,9$	$y_2 = 0,55$	$y_i = 1$



s-Diagramm

### 3 Forschung und Entwicklung

#### Aufgabe 1

Unter Forschung versteht man das Herausfinden, Bestimmen und Festlegen von Wirkzusammenhängen unter Zuhilfenahme der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse mit dem Ziel, das Wissen zu erweitern.

##### Formen:

- **Grundlagenforschung** zur Erweiterung des Wissens, ohne dass dies in ein Produkt direkt einfließt, z.B. Erforschung von allgemeinen Verfahrensparametern.
- **Angewandte Forschung** zur kommerziellen Verwertbarkeit der Ergebnisse am Produkt, Verfahren oder der Anwendung.

#### Aufgabe 2

Unter Entwicklung versteht man die zielgerichtete Anwendung von Forschungsergebnissen auf wissenschaftlichem, technischen oder ökonomischen Gebiet. Gegenstand der Entwicklung können Erzeugnisse, Verfahren und Anwendungen sein.

#### Aufgabe 3

Die Entwicklung von Erzeugnissen beginnt mit der **Erzeugnisplanung**. Es wird nach marktorientierten Gesichtspunkten Art, Funktion, Menge und Einsatzgebiet des Produktes geplant. In der Phase der **Erzeugniskonkretisierung** muss die Realisierung der Forderungen an die einzelnen Funktionen des Erzeugnisses unter möglicher Einbeziehung von Kundenwünschen erfolgen. In der **Erzeugnisgestaltung** geht es im Wesentlichen um Designfragen.



## 4 Erzeugnisgestaltung

### Aufgabe 1

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Kundenattraktivität</b>            | - der Kunde muss im Produkt seine Vorstellungen wieder finden      |
| <b>Qualitätsparameter</b>             | - das Produkt muss sein Geld wert sein                             |
| <b>Optimale Fertigungsbedingungen</b> | - Fertigungsbedingungen des Unternehmens müssen zum Produkt passen |

### Aufgabe 2

- |   |   |
|---|---|
| <b>Produkt- und Komponentengestaltung</b> | - Form, Maß und Toleranzen                                    |
| <b>Erzeugnisdesign</b>                    | - spezielle Produktgestaltung                                 |
| <b>Berechnungen</b>                       | - Sicherung von Qualitätsanforderungen, z.B. Festigkeitswerte |
| <b>Zeichnungserstellung</b>               | - als Grundlage für die Fertigung                             |

### Aufgabe 3

Simultaneous Engineering ist ein Verfahren zur beschleunigten Entwicklung neuer Erzeugnisse. Es zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- Projektorganisation
- Überlappende Bearbeitung
- Einbeziehung der Zulieferer
- schlanke und stabile Entscheidungsprozesse

### Aufgabe 4

- Kürzere Konstruktionszeiten und damit schnellere Lieferzeiten
- Geringerer Zeitaufwand des Konstrukteurs
- Genauere Arbeitsunterlagen bei besserer Einhaltung der Standards
- Direkte Übernahme der Konstruktionsergebnisse auf eine CNC-Maschine

### Aufgabe 5

Prototypen werden als Designmodell, als geometrischer Prototyp, Funktionsprototyp, technischer Prototyp oder als Vorserienmuster angewendet. Sie dienen der Erprobung des Erzeugnisses in verschiedenen Funktionen.

### Aufgabe 6

Beim Rapid Prototyping erfolgt die Werkstückformgebung nicht durch Werkstoffabtrag sondern durch Hinzufügen bzw. Verfestigen eines flüssigen oder pulverförmigen Materials unter Anwendung der CAD-Technik.

### Aufgabe 7

Die Ursachen für ein notwendiges Reengineering können sein:

- die technische Entwicklung hat das Produkt überholt
- Veränderungen der Materialpreise
- Bessere oder preiswertere Erzeugnisse der Konkurrenz
- Funktionen des Produktes entsprechen nicht mehr den Kundenwünschen
- Form und/oder Farbe entsprechen nicht mehr dem Kundengeschmack

### Aufgabe 8

ABC-Analyse, Schwachstellenanalyse, Produktbenchmarking

### Aufgabe 9.1

Benennung	Preis €/Stück	Menge Stück/Jahr	VK-Wert €/Jahr	VK-Wert in %	Rang- folge
15W40 - 1 l	4,90	255	1249,50	1,59	10
Wälzlagerfett - 200 g	5,30	80	424,00	0,53	14
10W40 - 1 l	8,50	210	1785,00	2,27	8
Motorreiniger - 250 ml	9,90	72	712,80	0,91	12
5W40 - 1 l	12,50	64	800,00	1,02	11
MoS2 Paste - 100 ml	12,90	52	670,80	0,85	13
Kettenfett - 185 ml	14,50	25	362,50	0,46	15
Kühlerdicht - 250 ml	15,90	150	2385,00	3,04	7
15W40 - 5 l	22,-	440	9680,00	12,32	4
Ölleck-Stopp	25,50	60	1530,00	1,95	9
10W40 - 5 l	35,-	525	18375,00	23,39	1
5W40 - 5 l	45,-	150	6750,00	8,59	5
15W40 - 20 l	79,-	192	15168,00	19,3	3
10W40 - 20 l	129,-	120	15480,00	19,7	2
Normalschmieröl N6 - 80 l	160,-	20	3200,00	4,07	6
			Σ 78572,6		

## Aufgabe 9.2

	<b>Rangfolge (aus 9.1)</b>	<b>VK-Wert in % (aus 9.1)</b>	<b>VK-Wert summiert</b>	<b>ABC- Klasse</b>
1	10W40 - 5 l	23,39	23,39	A
2	10W40 - 20 l	19,70	43,09	A
3	15W40 - 20 l	19,30	62,39	A
4	15W40 - 5 l	12,32	74,71	A
5	5W40 - 5 l	8,59	83,3	A
6	Normalschmieröl N6 - 80 l	4,07	87,37	B
7	Kühlerdicht - 250 ml	3,04	90,41	B
8	10W40 - 1 l	2,27	92,68	B
9	Ölleck-Stopp	1,95	94,63	B
10	15W40 - 1 l	1,59	96,22	C
11	5W40 - 1 l	1,02	97,24	C
12	Motorreiniger - 250 ml	0,91	98,15	C
13	MoS2 Paste - 100 ml	0,85	99,00	C
14	Wälzlagerfett - 200 g	0,53	99,53	C
15	Kettenfett - 185 ml	0,46	100	C
			7,5P	3x0,5P

## Aufgabe 9.3

Der Zwischenhändler erhält folgende Ergebnisse:

- Die A-Klasse Produkte sind die Umsatz stärksten.
- Die C-Klasse Produkte sind die Umsatz schwächsten.
- Die C-Klasse Produkte sind aus dem Sortiment zu nehmen.

Der Absatz der C-Klasse Produkte ist zu fördern, um das Produkt besser in den Markt zu bringen.

Der Absatz der A-Klasse Produkte ist zu fördern, da hier die größten Resultate erreicht werden können.

## 5 Normung und Standardisierung

### Aufgabe 1

Normung ist die planmäßige, durch interessierte Kreise gemeinschaftlich durchgeführte Vereinheitlichung von materiellen und immateriellen Gegenständen zum allgemeinen Nutzen.

Es gibt Internationale Normen, Nationale Normen, Verbandsnormen und Werksnormen.

### Aufgabe 2

- Dienstleistungsnormen als technische Grundlage für Dienstleistungen, Baugewerbe
- Maßnormen zur Festlegung von Toleranzen (Passungssystem)
- Sicherheitsnormen zur Abwendung von Gefahren
- Prüfnorm als Festlegung von Prüfvorschriften
- Liefernorm als technische Grundlagen und Bedingungen für Lieferungen

### Aufgabe 3

- Vereinfachung und Verbilligung von Produktentwicklung und Konstruktion
- Kosteneinsparung bei Betriebsmitteln
- Produktion mit höheren Stückzahlen
- Flexibilitätssteigerung durch Austauschbarkeit
- Reduzierte Materialvielfalt

### Aufgabe 4

Austauschbarkeit von Bauteilen und Baugruppen im Maschinenbau, der Automobilindustrie und der Elektronik.

## 6 Erzeugnisbeschreibung

### Aufgabe 1

Die technische Beschreibung eines Erzeugnisses erfolgt durch die **Zeichnung**, die **Stückliste** und die **Nummerierung**.

### Aufgabe 2

Eine technische Zeichnung ist gekennzeichnet durch:

- die Einhaltung von Normen für technische Zeichnungen
- den Maßstab
- normgerechte Symbole
- ergänzende Textangaben

### Aufgabe 3

Ein Zeichnungssatz eines Erzeugnisses besteht aus:

1. der **Zusammenstellungszeichnung** des Gesamterzeugnisses
2. den **Baugruppenzeichnungen** (Montagegruppen)
3. den **Einzelteilzeichnungen**

### Aufgabe 4

Stücklisten sind Verzeichnisse in tabellarischer Form, die angeben, wie und mit welchen Mengen Rohmaterialien, Einzelteile und Baugruppen in ein Erzeugnis eingehen. Stücklisten werden für die Materialdisposition, für die Bedarfsplanung, die Arbeitsvorbereitung, die Fertigungssteuerung, den Kundendienst und das Controlling benötigt.

### Aufgabe 5

**Konstruktionsstücklisten** für Konstruktion und Entwicklung

**Dispositionsstücklisten** für die Eigen- und Fremdfertigung

**Fertigungsstücklisten** für den Werkstattbereich

**Ersatzteilstücklisten** für Wartung und Reparatur

**Bereitstellungsstücklisten** zur Kommissionierung der Aufträge im Lager

### Aufgabe 6

Unter technischer Nummerierung verstehen wir eine codeförmige Verschlüsselung eines Gegenstandes bestehend aus Zeichen, Sonderzeichen und Strukturmitteln. Sie dienen der eindeutigen Identifikation des Objektes oder Gegenstandes.

### Aufgabe 7

Nummerierungssysteme können eine eindeutige **Identifikation** ermöglichen, mit ihr kann eine **Klassifizierung** vorgenommen werden und sie können **Informationen** zum nummerierten Objekt liefern.

### Aufgabe 8

Eine Teileklassifizierung hat für große Unternehmen eine hohe Bedeutung. So kann in der **Konstruktion und Entwicklung** der Kostenaufwand durch Rückgriff auf ähnliche Teile erheblich reduziert werden. Bei der **Arbeitsplanung** kann auf die Ähnlichkeitsplanung zurückgegriffen werden. In der **Fertigung** kann durch vereinfachtes Umrüsten Zeit eingespart werden.

### Fallbeispiel „Die rechnergestützte Produktionsplanung durch eine Teileklassifizierung vorbereiten“

#### Aufgabe 1

Aus der Angabe zum Fertigungsprogramm lassen sich folgende Klassifizierungsmerkmale ableiten:

- Werkstückwerkstoffe
- Art der zu fertigenden Teile (Buchsen, Wellen, Kurvenscheiben, Kombiteile)
- Durchmesserbereiche der zu bearbeitenden Teile
- Lieferform des Rohmaterials
- Bearbeitungsvorgänge
- Stückzahlen

#### Aufgabe 2

Aus den in Aufgabe 1 abgeleiteten Merkmalen leiten sich folgende Teilegruppen ab:

Nr.	Teileart	Größe	Geometrien
1.	Wellen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	ohne Bohrung
2.	Wellen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	ohne Bohrung
3.	Wellen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	ohne Bohrung
4.	Wellen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	ohne Bohrung
5.	Wellen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	ohne Bohrung
6.	Wellen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20	ohne Bohrung
7.	Wellen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	mit Bohrung
8.	Wellen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	mit Bohrung
9.	Wellen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	mit Bohrung
10.	Wellen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	mit Bohrung
11.	Wellen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	mit Bohrung
12.	Wellen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	mit Bohrung
13.	Buchsen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	ohne Bohrung
14.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	ohne Bohrung
15.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	ohne Bohrung
16.	Buchsen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	ohne Bohrung
17.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	ohne Bohrung
18.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	ohne Bohrung
19.	Buchsen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	mit Bohrung
20.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	mit Bohrung
21.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	mit Bohrung
22.	Buchsen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	mit Bohrung
23.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	mit Bohrung
24.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	mit Bohrung
25.	Wellen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbe- arbeitung quer zur Achse
26.	Wellen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbe- arbeitung quer zur Achse
27.	Wellen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbe- arbeitung quer zur Achse
28.	Wellen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbe- arbeitung quer zur Achse

Nr.	Teileart	Größe	Geometrien
29.	Wellen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
30.	Wellen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
31.	Wellen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
32.	Wellen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
33.	Wellen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
34.	Wellen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
35.	Wellen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
36.	Wellen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
37.	Buchsen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
38.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
39.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
40.	Buchsen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
41.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
42.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	ohne Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
43.	Buchsen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
44.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
45.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
46.	Buchsen im Durchmesserbereich	bis 4 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
47.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 4 ... 10 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
48.	Buchsen im Durchmesserbereich	> 10 ... 20 mm	mit Bohrung mit Fräs- und Bohrbearbeitung quer zur Achse
49.	Werkstücke mit einem Außendurchmesser	> 20 mm	
50.	Kurvenscheiben für die Steuerung von Drehautomaten		

In dieser Einteilung wurden die gestalterischen Merkmalen und die Einsatzmöglichkeiten der Maschinen beachtet.

Für jede Gruppen gilt außerdem, dass die gesamte Werkstoffpalette zu berücksichtigen ist. Damit ergeben sich für jede Gruppe jeweils 5 Untergruppen für das eingesetzte Material.

### Aufgabe 3

Will man die 50 Teilegruppen einschl. ihrer Materialuntergruppen in einer Teilenummer unterbringen, müssen die Teileform, der Durchmesserbereich, das Vorhandensein einer zentrischen Bohrung und Geometrien quer zur Achse beachtet werden.

Außerdem ist die Teilegruppe 50 (Kurvenscheiben) in Material- und Geometrieigenschaften nicht spezifiziert.

Eine mögliche Nummerung ist folgende:

Ziffer			Nummer
1	Teileform	Buchse	1
		Welle	2
		Kurvenscheibe	3
2	Durchmesserbereich	bis 4 mm	1
		> 4 ... 10 mm	2
		> 10 ... 20 mm	3
		> 20 mm	4
		kein Drehteil	0
3	zentrische Bohrung vorhanden?	ja	1
		nein	2
		nicht spezifiziert	0
4	Geometrie quer zur Achse vorhanden?	ja	1
		nein	2
		nicht spezifiziert	0
5	Material	Automatenstahl	1
		AlMg	2
		Messing	3
		Titan	4
		Kupfer	5
		nicht spezifiziert	0

### Beispiele:

Welle mit Ø 14 mm mit zentrischer Bohrung und Fräsbearbeitung quer zur Achse aus Titan hätte die Klassifikationsnummer 2 3 1 1 4.

Eine Kurvenscheibe hätte die Klassifikationsnummer 3 0 0 0 0.