

Standortmanagement

Charakterisierung der Standortplanung

Problem der Standortplanung

- nicht alle denkmöglichen Standorte einer Fabrik (eines Betriebes) sind gleich gut geeignet zur Erreichung der betrieblichen Ziele
 - Sachziele: Was soll getan werden? „Etwas Richtiges tun.“ → z.B. Effektivität
 - Formalziele: Wie soll etwas getan werden? „Etwas richtig tun.“ → z.B. Effizienz
- typisches Auswahlproblem

Aufgabe der Standortplanung

- Auswahl eines Fabrik-/Betriebs-Standortes derart, dass
 - die betrieblichen *Anforderungen* an einen Standort und
 - die tatsächlichen *Eigenschaften* eines Standorts
 bestmöglich aufeinander abgestimmt sind
- Anforderungen resultieren aus den Sach- und Formalzielen → es gibt genau 1 Anforderungsprofil
- Eigenschaften resultieren aus der Analyse der Standorte
 - es gibt so viele Eigenschaftsprofile wie Standorte

Aufgabentyp

- „best fit“ zwischen je zwei Multikriterien-Profilen, d.h. Abgleich zwischen Anforderungs- und Eignungsmustern
 - Cas-based Reasoning (KI-Forschung)
 - Goal Programming (Operations Research)

5 Phasen der Aufgabenerfüllung

- 1) Katalog der Determinanten/Einflussgrößen/Standortfaktoren, von denen die Eignung eines Standorts abhängt
 - *Standortfaktoren-Katalog*
 - Festlegung eines Zielsystems, *Artenpräferenzen*
- 2) erwünschte Niveaus/Richtungen der Ausprägungen aller Eignungsdeterminanten
 - spezifisches *Anforderungsprofil* für einen *Betrieb*
 - Festlegung der *Höhenpräferenzen*
- 3) Ermittlung aller potenziellen betrieblichen Standorte
 - *Vorauswahl* einer kleineren Anzahl potenzieller Standorte, die in die engere Wahl einbezogen werden
- 4) Bewertung aller Standorte nach Maßgabe des Anforderungsprofils
 - spezifische *Eignungsprofile* für jeden Standort
- 5) *Auswahl* eines Standorts mit bestmöglichem Eignungsprofil („best fit“)

das Transportkostenmodell von Steiner/Weber als Basismodell

Überblick

- eines der einfachsten Modelle zur Planung des Fabrik-/Betriebs-Standorts
- wegen der rigiden Modellstruktur sind erhebliche Vereinfachungen gegenüber dem Realproblem der Standortauswahl erforderlich
 - potenzielle Standorte werden nur als Punkte (x_s, y_s) in einem *flachen, zweidimensionalen Koordinatensystem* erfasst

- die *einzige Determinante* der Standorteignung sind die *Transportkosten* zwischen dem Fabrik-/Betriebs-Standort und den Beschaffungs- oder Absatzorten
- je Entfernungseinheit der Transportstrecke entstehen immer die *gleichen Transportkosten je Mengen- und Streckeneinheit*: Transportkostensatz K_T
- alle *Mengen* m_i , die auf allen Transportstrecken mit den Längen s_i transportiert werden müssen, sind *lösungsunabhängig bekannt*

Real- vs. Formalproblem

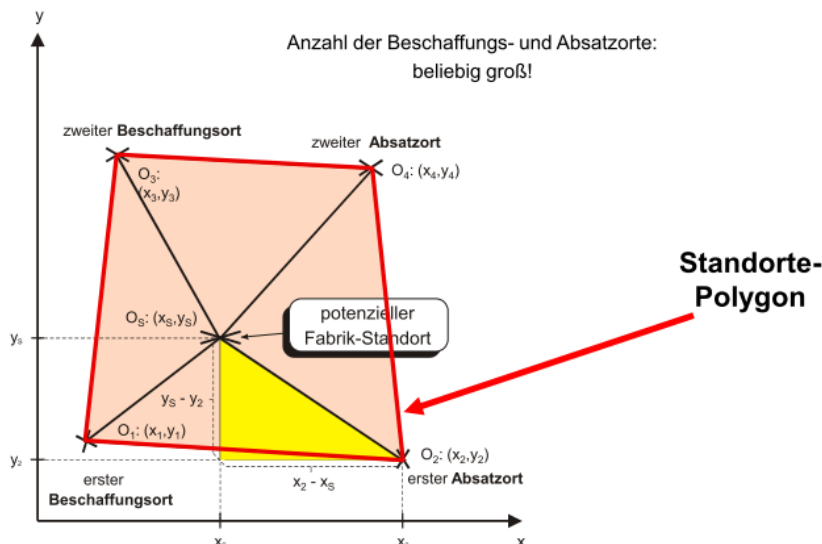
- 5-Phasen-Bearbeitung des ursprünglichen *Realproblems* reduziert auf die scheinbar zwei-phasige Bearbeitung eines Entscheidungsmodells als *Formalproblem*
 - 1) Konstruktion eines Entscheidungsmodells als Spezifikation des Formalproblems
 - 1./2. Phase (Ziele und Präferenzen): relevante Einflussgrößen und deren gewünschte Richtungen kondensiert in der Zielfunktion „Transportkosten-Minimierung“
 - 3. Phase (Restriktionen): zulässige Standorte im 1. Quadranten → Standort-Polygon
 - 2) Ermittlung einer optimalen Lösung für das modellierte Formalproblem
 - 4. Phase (Berechnung): Bewertung potenzieller Standorte $S = (x_s, y_s)$ durch die Zielfunktionswerte $K_T(x_s, y_s)$
 - 5. Phase (Entscheidung/Auswahl): „best fit“ für transportkostenminimale Standorte
- Modell-Konstruktion als schöpferische Aktivität
- keine objektive Abbildung der Realität, sondern subjektive Erschaffung einer modellhaften Repräsentation von Realität

Modellstruktur

- Minimierung der gesamten Transportkosten K_T als Zielfunktion

$$K_T = k_T * \left(\sum_{i=1}^I m_i * s_i \right) \rightarrow \min!$$

- Problem: Liegt ein Entscheidungsmodell vor?
 - begründete Zweifel
 - Welche Entscheidungsvariablen zur Optimierung
 - Ist eine Optimierung möglich, wenn auf der „rechten“ Gleichungsseite nur konstante Werte stehen?
 - Welche Qualität haben die „konstanten“ Wege s_i ?
- Standorte-Polygon



- Minimierung der gesamten Transportkosten K_T als Zielfunktion

$$K_T = k_T * \left(\sum_{i=1}^I m_i * s_i \right) \rightarrow \min!$$

- laut Lehrsatz des Pythagoras gilt für alle Transportstrecken s_i :

$$s_i = \sqrt{(x_s - x_i)^2 + (y_s - y_i)^2}$$

- daraus folgt für die operationale Zielfunktion

$$K_T, x_s, y_s = k_T * \left(\sum_{i=1}^I m_i * \sqrt{(x_s - x_i)^2 + (y_s - y_i)^2} \right) \rightarrow \min!$$

Exkurs zur „generischen“ Struktur von Entscheidungsmodellen

- subjektive Komponente
 - Repräsentation des Handlungsspielraums des Entscheidungsträgers
 - a) Ziele: nur inhaltlich definiert
 - b) Präferenzen
 - Arten-, Höhen-, Risiko-, Zeit-, soziale Präferenzen
 - c) Entscheidungsvariablen
- quasi-objektive Komponente
 - Repräsentation der Handlungsschranken des Entscheidungsträgers
 - a) zumindest: *Definitionsbereiche* für die Entscheidungsvariablen
 - im Allgemeinen: Menge der reellen Zahlen \mathbb{R} als default-Wert
 - oder auch: \mathbb{Z} (ganze Zahlen), \mathbb{N} (natürliche Zahlen), $\mathbb{B} (\{0;1\})$, ...
 - b) weitere *Einschränkungen*, wie z.B.
 - Nichtnegativitätsbedingungen: $x_s \geq 0$ und $y_s \geq 0$
 - Mindest- oder Höchstgrenzen: hier das Standorte-Polygon
 - reflektiert die Sachzwänge der Realität, das Umsystem
 - Modellkonstruktion trotz quasi-objektiver Komponente *subjektiv*

Zielsystem
Zielfunktion

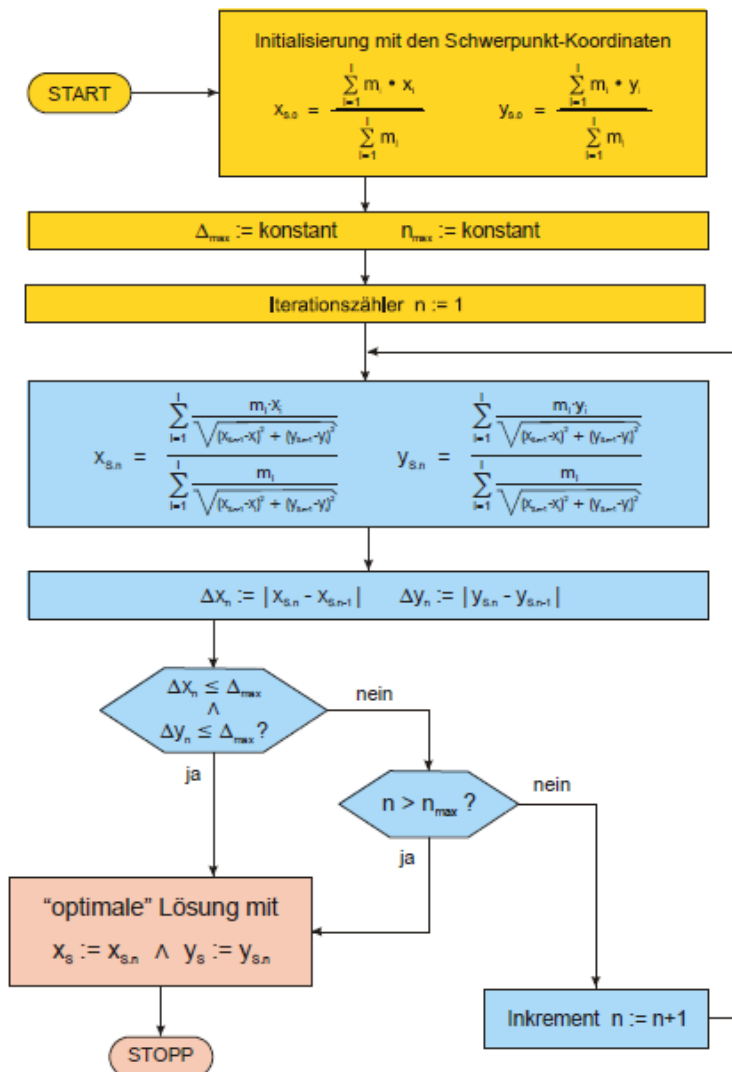
Techniken zur Modelllösung

- Problem
 - die notwendigen (und hinreichenden) Bedingungen für ein *lokales Minimum* der Zielfunktion sind mathematisch nur schwer zu handhaben
- mechanisches Lösungsverfahren durch den „Varignon’schen“ Apparat → Wiederverwendbarkeit?
- analytische Lösungsverfahren
- exakte Lösung durch Differentialkalkül
 - die notwendigen Bedingungen für ein *lokales Minimum* sind zugleich hinreichend
 - sofern der Standort nicht zufällig mit den vorgegebenen Bezugsorten (Beschaffungs-/Absatzorte) zusammenfällt
 - aber analytisch nicht mehr auflösbar für drei und mehr Beschaffungs- und Absatzort
 - allenfalls: Näherungsverfahren
- daher zumeist *Näherungslösung* durch ein Iterationsverfahren
 - für praktische Zwecke ausreichend, aber noch kein strenger Konvergenzbeweis bekannt
- pragmatisch: Faustformel mit Schwerpunkt-Koordination

$$x_s = \frac{\sum_{i=1}^I m_i * x_i}{\sum_{i=1}^I m_i} \quad y_s = \frac{\sum_{i=1}^I m_i * y_i}{\sum_{i=1}^I m_i}$$

- Startwert des vorgenannten Iterationsverfahrens

- algorithmische Darstellung des Iterationsverfahrens



charakteristische Dreiteilung:

- 1) Initialisierung
- 2) Iterationen
- 3) Abbruchkriterien

Verallgemeinerung des Basismodells

- Generalisierung als Steiner/Weber-Modell für die Bestimmung minimaler gewichteter Wegesummen in Graphen
 - z.B. Logistik (Errichtung eines Zentrallagers), Telekommunikation (Einrichtung einer Verteilerstation), Krankentransport (Einrichtung eines Heliports)
- Standortplanung als komplexes Problem der Investitionsrechnung
 - mehrperiodige Erfassung aller Errichtungs- oder Verlagerungsaktivitäten zusammen mit den zugehörigen Zahlungsströmen

Standortplanung mittels Standortfaktoren

- Standortfaktor: Einflussgröße, von der die Eignung eines potenziellen Standorts für eine Fabrik/einen Betrieb abhängt

Verallgemeinerung des Basismodells

- Generalisierung als Steiner/Weber-Modell für die Bestimmung minimaler gewichteter Wegesummen in Graphen
 - z.B. Logistik (Errichtung eines Zentrallagers), Telekommunikation (Einrichtung einer Verteilerstation), Krankentransport (Einrichtung eines Heliports)
 - nominal: schlichte Zugehörigkeit zu einer Menge (z.B. ja vs. nein)

Beispiele

- Hochöfen: unterschiedliche Transportkosten für
 - einerseits Eisenerz/Schrott und Koks (See-/Binnenschiffe, Bahn)
 - andererseits Rohstahl (Eigentransport, Bahn: Spezialwaggons)
 jeweils von verschiedenen Frachtarten/-mitteln abhängig
- Kernkraftwerke
 - Verfügbarkeit von Kühlwasser, Erdbebengefährdung, Nähe zu Bevölkerungszentren, ...

Problemlösung (1. Phase)

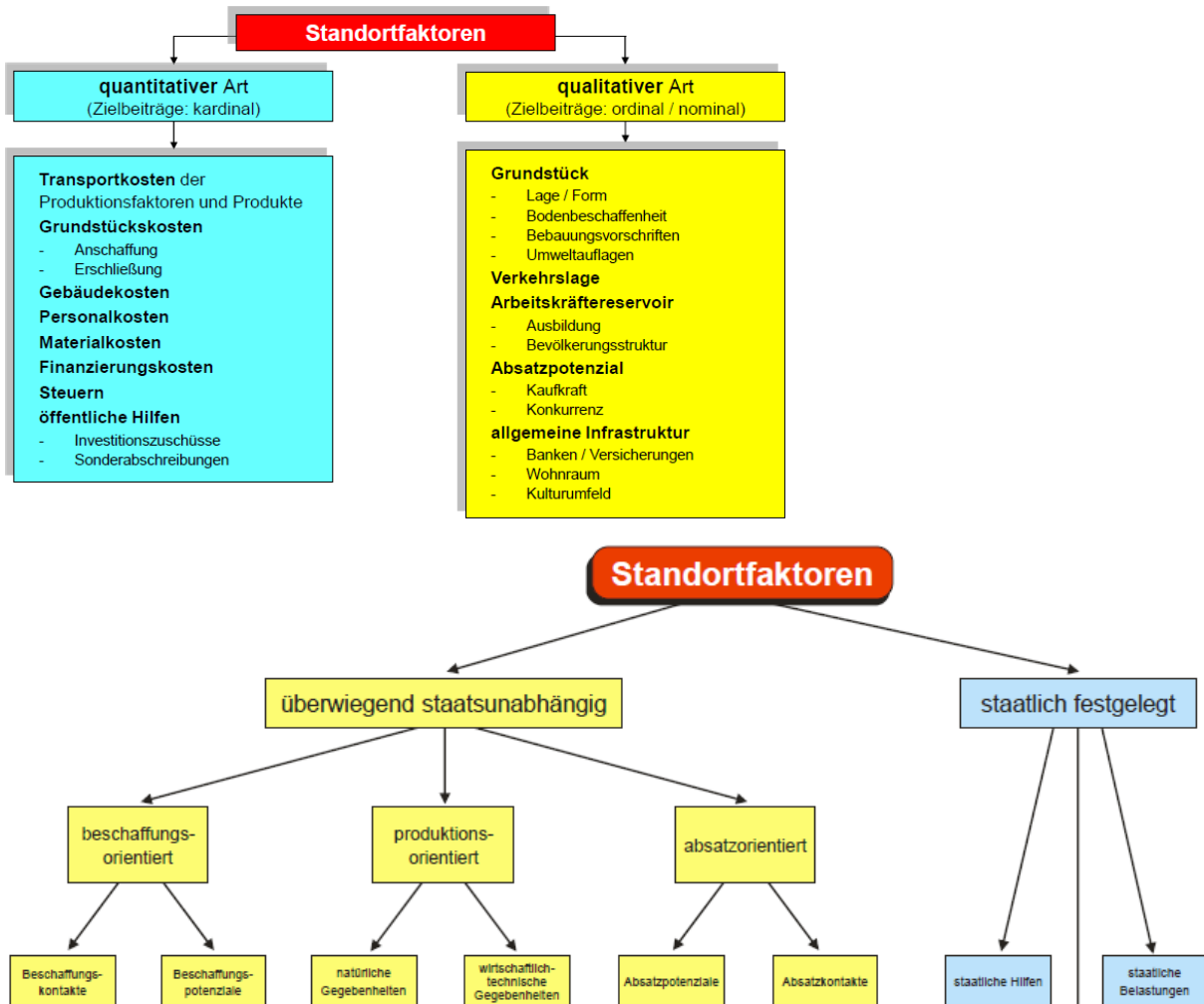
- Aufstellung eines Katalogs aller entscheidungsrelevanten Standortfaktoren oder -determinanten

Schwierigkeit der Problemlösung

- Auswahlproblem
 - Welcher Standortfaktoren-Katalog soll zugrunde liegen
- Vollständigkeits-/Anpassungsproblem
 - enthält der ausgewählte SF-Katalog genau alle entscheidungsrelevanten Einflussgrößen
 - oder muss er problemspezifisch erweitert/reduziert werden?

→ Tailoring und Customizing von standardisierten SF-Katalogen

Standortfaktoren



Problemlösung (5. Phase)

- Auswahl eines Standorts derart, dass
 - die betrieblichen *Anforderungen* an einen Standort und
 - die tatsächlichen *Eigenschaften* eines Standortes
 bestmöglich aufeinander abgestimmt sind
 - „best fit“-Problem
 - Lösungsverfahren für *multikriterielle Entscheidungsprobleme*

einfache Lösungstechniken

- intuitive Auswahl eines „besten“ Eignungsprofils
- Checklisten-Methode
 - Auszeichnung einzelner „K.O.“-Kriterien als Standort-Filter
 - grob-qualitative Beurteilung der Standorteignung hinsichtlich jedes Standortfaktors, z.B. auf einer Skala mit „gut“, „mittelmäßig“, „mangelhaft“ → K.O. bei 3 Kriterien mit mangelhaft
- Vektoroptimierung
 - nicht-dominierte Standortalternativen („je größer, desto besser“)

Nutzwertanalyse

- i.d.R. ordinale Beurteilung der Standorteignung hinsichtlich jedes Standortfaktors nach einem normierten *Punkteschema* (z.B. 1: „sehr schlecht“ bis 5: „sehr gut“)
- Gewichtung aller Standortfaktoren
 - Problem: Ermittlung von intersubjektiv akzeptablen Gewichten für alle Standortfaktoren
 - Lösungsmöglichkeit: Analytic Hierarchy Process (AHP) von SAATY → später
- Addition der gewichteten Punktezahlen zu einem „Nutzwert“
 - Problem: Skalenbruch beim Übergang von ordinalen Punkten zu kardinalen Punktesummen
 - Sündenfall der praktisch bewährten Nutzwertanalyse
- Auswahl eines Standorts mit *maximalen Standort-Nutzen*

AHP-Technik: Grundlagen

- AHP-Technik als eine Kombination aus
 - Bewertungs-Konzept (Dekomposition und Paarvergleiche)
 - exakter Theorie (Eigenwert-Bestimmung)
 - Heuristiken (näherungsweise Bedeutungs- und Konsistenzurteile)
 - unterstützender SW (z.B. Konsistenzprüfung und -erzwingung)
 } Methoden
- Anspruch
 - Verringerung der Gewichtungs-*Willkür* der Nutzerwertanalyse durch mehrfache *Normierungen*
 - Reduzierung der informatorischen Anforderungen an die relativen Bedeutungsurteile durch „schlichte“ Ordinalskalen (wirklich?)
- *Dekomposition* des gesamten Entscheidungs-/Auswahlproblems in eine Vielzahl von gleichartigen Teilproblemen
 - jeweils werden nur mehrere Alternativen oder Kriterien in Bezug auf ein übergeordnetes Kriterium verglichen
- beurteilungstechnisch wird nicht unterschieden zwischen Bewertungs-Kriterien und zu bewertende Entscheidungs-/Auswahl-Alternativen (*Beurteilungsobjekte*)
- Reduzierung der Komplexität des Beurteilungsproblems auf eine Vielzahl einfacher *Paarvergleiche*

- systematische Aggregation aller Paarvergleichsurteile zu einem Gesamturteil
 - theoretische Fundierung durch *Eigenwerte*

AHP-Technik: Paarvergleichsurteile

1. Verfahrensschritt: Paarvergleichsurteile für je 2 Beurteilungsobjekte (BO)
 - Kriterien oder Alternativen i vs. j werden in Paarvergleichsurteilen $a_{i,j}$ eingestuft
 - z.B. 9er-Skala (1 = gleiche Bedeutung, 9 = i hat sehr viel höhere Bedeutung als j)
 - oder 3er-Skala (mit 2, 1 und $\frac{1}{2}$)
2. Paarvergleichsurteile
 - *Bedeutungsurteile* (hier: heuristische Näherungsmethode)

| Beurteilungsobjekte | originäre Evaluationsmatrix | | | | normierte Evaluationsmatrix | | | | Zeilen-summen | Bedeutungs-urteile |
|---------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------|
| | BO ₁ | BO ₂ | BO ₃ | BO ₄ | BO ₁ | BO ₂ | BO ₃ | BO ₄ | | |
| BO ₁ | 1 | 2 | 5 | 2 | 0,455 | 0,462 | 0,417 | 0,462 | 1,794 | 0,449 |
| BO ₂ | $\frac{1}{2}$ | 1 | 3 | 1 | 0,227 | 0,231 | 0,250 | 0,231 | 0,939 | 0,235 |
| BO ₃ | $\frac{1}{5}$ | $\frac{1}{3}$ | 1 | $\frac{1}{3}$ | 0,091 | 0,077 | 0,083 | 0,077 | 0,328 | 0,082 |
| BO ₄ | $\frac{1}{2}$ | 1 | 3 | 1 | 0,227 | 0,231 | 0,250 | 0,231 | 0,939 | 0,235 |
| Spalten-summen | 2,200 | 4,333 | 12,000 | 4,333 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 4,000 | 1,000 |

- ② Spaltensummen der originären Evaluationsmatrix (EM) ermitteln
- ③ normierte Evaluationsmatrix: Koeffizienten der originären EM dividiert durch die Spaltensummen
- ④ Zeilensummen der normierten Evaluationsmatrix ermitteln
- ⑤ Bedeutungsurteile: Zeilensummen dividiert durch die Anzahl N der Beurteilungsobjekte

AHP-Technik: Anmerkungen Bedeutungsurteile

1. Bewertung von Entscheidungs- oder Auswahl-Alternativen
 - Ermittlung der *relativen* Alternativenbedeutungen in Bezug auf das jeweilige betrachtete „unterste“ Kriterium
 - ergibt einen (Teil-)„Nutzenindex“ oder eine (lokale) Priorität für die beurteilten Alternativen, der sich auf das jeweils unterste Kriterium bezieht
 - die Alternativen werden in Bezug auf höhere Kriterien nicht direkt beurteilt
 - Verfeinerungen zur Ermittlung von absoluten Alternativenbedeutungen
 - Paarvergleiche zunächst zwischen Intensitätsintervallen
 - spezifische für die betrachteten Kriterien
 - danach Einordnung der Alternativen in die Intensitätsintervalle *ohne* Paarvergleiche zwischen den Alternativen
 - Ersetzung der Paarvergleiche durch Anwendung von Nutzenfunktionen auf die Kriterienausprägungen
 - kardinale Messbarkeit des Nutzens vorausgesetzt
 - Ersetzung der Paarvergleiche durch *direkte Ausprägungsmessung*
 - jeweils relativiert durch die Gesamtheit der Kriterienausprägungen bei allen Alternativen

2. Bewertung von Entscheidungs- oder Auswahl-Kriterien

- Ermittlung der *relativen* Kriterienbedeutungen in Bezug auf das jeweils betrachtete *nächst höhere Kriterium*
 - ergibt kriterienspezifische, relative „*Bedeutungsurteile*“ $b_{m,n}$ für die beurteilten Kriterien $K_{m,n}$ jeweils in Bezug auf das nächst höhere Kriterium K_m
 - „Durchdeklinieren“ der gesamten Kriterien-Hierarchie erforderlich
 - bis zum obersten Knoten für das Entscheidungs-/Auswahlproblem
- Ermittlung der *aggregierten Bedeutungsurteile* für jedes Kriterium der untersten Stufe in der Kriterien-Hierarchie
 - Multiplikation aller Bedeutungsurteile für diejenigen Kriterien, die auf einem *zusammenhängenden Pfad* liegen zwischen der Spitze der Kriterien-Hierarchie und dem betrachteten Kriterium auf der niedrigsten Stufe

AHP-Technik: Gesamt-Nutzenindex

3. Verfahrensschritt: Aggregation zum Gesamt-Nutzenindex

1) für jedes Bewertungskriterium auf der untersten Stufe der Kriterien-Hierarchie

(Teil-) Nutzenindex oder (lokale) **Priorität der Alternative**
 x **aggregiertes Bedeutungsurteil** für das Kriterium

= gewichteter (Teil-) Nutzenindex oder (lokale) Priorität
 der Alternative für das Kriterium

2) *addiert* über alle *Bewertungskriterien* auf der untersten Stufe

- (eine) Ursache des Skalenbruchs bei AHP

3) ergibt den *Gesamt-Nutzenindex*/die (globale) *Priorität* der Alternative

4) Auswahl einer Alternative mit maximalem Gesamt-Nutzenindex

- *keine* Eindeutigkeit der Alternativenauswahl garantiert („tie breaking rules“)
- erstaunliche Ähnlichkeit des 3. Verfahrensschritts mit der *Nutzwertanalyse*

AHP-Technik: 1. Erweiterungsoption: Trennung von nutzen- und kostenartigen Bewertungskriterien

- Variante A: AHP-Technik wird in *Reinform* angewandt
 - Alternativenbeurteilung auch in Bezug auf *kostenartigen* Kriterien mittels *Ordinalskalen*
 - weiterhin Paarvergleichsurteile, jetzt jedoch
 - entweder *relativ* für „qualitative“ Kostenvergleiche
 - oder *absolut* zwischen Intensitätsintervallen für Kosten
 - *getrennte*, aber *gleichartige* Berechnung
 - eines Gesamtnutzenindex und
 - eines Gesamtkostenindex: mit zu Kosten „inversen“ Prioritäten
 - *unproblematische* Maximierung des Verhältnisses $\frac{\text{Nutzenindex}}{1/\text{Kostenindex}}$
 - Verzicht auf *kardinale* Kosteninformationen im Ausgangszustand
 - bewusster *Informationsverlust* zugunsten einer *einheitlichen* Anwendung des AHP-Verfahrens
- Variante B: AHP-Technik eingebettet in *Cost/Benefit-Analyse* (CBA)
 - *kostenartige* Kriterien auf *Kardinalskalen* beurteilt
 - *kein* Informationsverlust durch ein zu grobes ordinales Skalenniveau
 - Problem: aus *skaleninkompatiblen* Nutzen- und Kostengrößen ein *Gesamturteil* über die Vorteilhaftigkeit von Alternativen zu gewinnen

AHP-Technik: 2. Erweiterungsoption: Konsistenzbeurteilung

- Berechnung eines Konsistenz-Index C.I. (consistency index)

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - N}{N - 1}$$

- N : Anzahl der Beurteilungsobjekte BO_n
- λ_{max} : maximaler Eigenwert der originären Evaluationsmatrix \underline{A}
- heuristische Approximation $\bar{\lambda}_{max}$ des maximalen Eigenwerts

$$\bar{\lambda}_{max} = \sum_{n=1}^N \text{Spaltensumme für } BO_n \times \text{Bedeutungsurteil für } BO_n$$
$$\bar{\lambda}_{max} = \sum_{n=1}^N \text{Spaltensumme}$$

- im Beispiel:

$$\bar{\lambda}_{max} = 2,200 * 0,449 + 4,333 * 0,235 + 12,000 * 0,082 + 4,333 * 0,235 = 4,008$$

$$C.I. = \frac{4,008 - 4}{4 - 1} \approx 0,003$$

AHP-Technik: heuristische Empfehlungen von Saaty

- Überarbeitung der originären Evaluationsmatrix wegen übermäßiger Inkonsistenz
 - Random-Index $R.I.$: durchschnittlicher Konsistenzindex aus zufällig generierten reziproken Matrizen der Dimension N
 - Konsistenz-Rate $C.R. = C.I./R.I.$

AHP-Technik: theoretisches Fundament

- 2-fach normierter Eigenvektor \underline{b}^* entspricht der rechten Spalte ⑤ im o.a. Ermittlungs-Tableau für das heuristische Näherungsverfahren

AHP-Technik: Eigenwert-Anwendungen

- im 2. Verfahrensschritt des AHP-Verfahrens
 - *exakte* Ermittlung der (relativen) *Bedeutungsurteile* \underline{b}_n^* aus Paarvergleichsurteilen $a_{i,j}$ bei Einhaltung der Konsistenzbedingungen $a_{i,k} * a_{k,j} = a_{i,j}$ für alle Paare der Evaluationsmatrix
- für die 2. Erweiterungsoption des AHP-Verfahrens zur Konsistenzprüfung
 - die *exakte* Ermittlung des maximalen Eigenwerts λ_{max} ergibt für den *Konsistenz-Index* $C.I.$ bei Erfüllung der Konsistenzbedingung $a_{i,k} * a_{k,j} = a_{i,j}$ für alle Paare der Evaluationsmatrix \underline{A} wegen des o.a. Saaty-Theorems $\lambda_{max} = N \rightarrow C.I. = \frac{\lambda_{max} - N}{N - 1} = \frac{0}{N - 1} = 0$

AHP-Technik: offene Probleme

- die 9er-Skala für Paarvergleichsurteile
 - stellt *hohe informatorische Anforderungen* an das Beurteilungsvermögen vor allem für die Zwischenstufen (Einfallstor für Willkür!)
 - impliziert eine *Pseudo-Kardinalität* bei der späteren Aggregation (Addition!) aller Paarvergleichsurteile
- weiterhin ein *Skalenbruch* (wie bei der Nutzwertanalyse) beim Übergang von *ordinalen* Paarvergleichsurteilen zur *kardinalen* Aggregation der Einzelurteile (3. Verfahrensschritt, Operationen ② und ④: Berechnung von Summen)

- sogar bei der schlichten 3er-Skala *unvermeidlich*
- durch *Normierungen* wird nur die Gefährlichkeit des Skalenbruchs als Einfallstor für *Willkür reduziert*
- problematische *Konsistenzbedingung* $a_{i,k} * a_{k,j} = a_{i,j}$
 - bei *ordinalen* Paarvergleichsurteilen
 - o.k. als Transitivität von Präferenzurteilen
 - bei *numerischen* Paarvergleichsurteilen
 - höchst *problematisch*, z.B. $a_{i,k} = 3$ und $a_{k,j} = 5$, also $a_{i,j} = a_{i,k} * a_{k,j} = 15$?
 - die Saaty-Skala lässt sich bei Erfüllung der Konsistenzbedingung nur sehr restriktiv anwenden
- Problem-*Lösungen* (vor allem in AHP-SW)
 - nach oben offene Skalen für numerische Werte von Paarvergleichsurteilen, die z.B. auch 15 als Wert gestatten → nicht mehr wirklich überblickbar
 - automatische Generierung transitiver Paarvergleichsurteile
 - *Konsistenz erzwingung* via SW, alle transitiv erschließbaren Urteile werden automatisch generiert
 - aber: „*Entmündigung*“ menschlicher Entscheidungsträger
- *mangelnde* theoretische *Fundierung* der pragmatischen Überarbeitungsempfehlungen bei übermäßiger Inkonsistenz
 - besonders relevant, wenn Eingabe von Paarvergleichsurteilen nicht auf obere/untere Dreiecksmatrix eingeschränkt wird
- „*Rank Reversal*“-Problem
 - die *Reihenfolge* von Alternativen kann sich *umkehren*, wenn
 - die Beurteilung im Hinblick auf *mehrere* Kriterien erfolgt und
 - neue Alternativen *hinzugefügt* bzw. alte Alternativen *entfernt* werden

Goal-Programming (Charnes/Cooper): Überblick

- *Bewertungs-Konzept*
 - geeignet für alle Entscheidungsprobleme, in denen *nur Satisfizierungsziele* (einschließlich Fixpunktziele) eine Rolle spielen
 - direkte Operationalisierung der „best fit“-Vorstellen zwischen
 - einem *Anforderungsprofil* an einen neuen Standort und
 - mehreren *Eignungsprofilen* für potenzielle Standorte
- formalsprachliche *Modellierung* durch charakteristische *Abweichungsvariablen*

Standort „Deutschland“

| Standortvorteile | Standortnachteile |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ hervorragend ausgebildete Facharbeiter ▪ hohe Arbeitsmotivation ▪ große Innovationskraft im Bereich F&E ▪ gute Infrastruktur ▪ hohe Lebensqualität ▪ politische und soziale Stabilität ▪ weitreichende Freiheit von protektionistischer Industriepolitik ▪ zentrale Lage im EU-Wirtschaftsraum | <ul style="list-style-type: none"> ▪ hohe Arbeitskosten, insb. Lohnnebenkosten ▪ geringe monatliche/jährliche Arbeitszeiten ▪ erheblich regulierter Arbeitsmarkt ▪ hohe Umweltauflagen ▪ Technikfeindlichkeit politisch tonangebender Bevölkerungsgruppen ▪ hohe nominelle Steuersätze ▪ Undurchsichtigkeit der Steuerbelastung ▪ Bürokratie führt zu langen Planungsfristen |

Fabrikmanagement

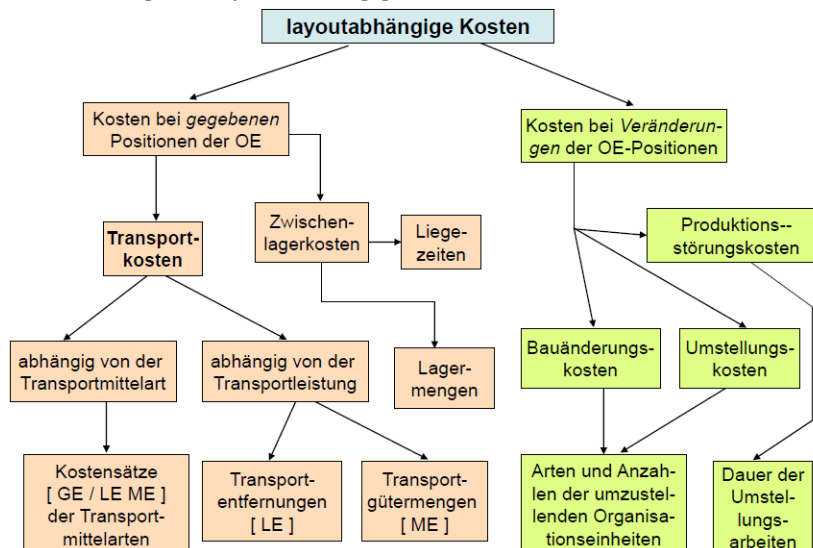
Planung des Fabrik-Layouts

Überblick

- Synonyme: Layoutplanung, innerbetriebliche Standortplanung
- Vorgaben
 - eine Fläche: im Normalfall Fabrikboden, evtl. auch die Böden mehrerer Fabrikstockwerke
 - eine endliche, nicht-leere Menge aus Organisationseinheiten (OE): Maschinenräume, Lager Räume, Sozialräume, Transportverrichtungen, ...
 - eine endliche, nicht-leere Menge von Planungszielen: Standard: Minimierung der layoutabhängigen Kosten
 - eine Fülle von Restriktionen
 - die bei der Anordnung der OE auf der Fläche beachtet werden müssen, wie z.B.
 - Bodentransaktionen, Lokalisierung von Maschinen in Brandschutzzonen
 - insbesondere *Materialflussbeziehungen* zwischen den OE
- Aufgabe: Planung
 - der *Anordnung* aller OE
 - auf der *vorgegebenen Fläche*,
 - die unter Beachtung aller *Restriktionen* (insbesondere der *Materialflussbeziehungen*)
 - die *Planungsziele* bestmöglich erfüllt.
- *Probleme* bei der Lösung der Planungsaufgabe
 - die Positionierung von OE auf einer Fläche lässt sich nicht durch einfache *Entscheidungsvariablen* aus konventionellen OR-Modellen erfassen
 - die *Positionierungsrestriktionen* lassen sich oftmals mathematisch nur schwer handhaben
 - die zielwirksamen Konsequenzen der Materialflussbeziehungen variieren „zirkulär“ in *Abhängigkeit* von den Positionierungsentscheidungen
- analoge Aufgabenstellungen
 - Maschinen- und Lageranordnung innerhalb einer Werkstatt
 - Anordnung von Arbeitsplätzen in einem Großraumbüro
 - Anordnung von Parkbuchten und Verkehrswegen auf einem Kaufhaus-Parkplatz

Ziele der Layoutplanung

- Minimierung der layoutabhängigen *Kosten*



- Minimierung der *Durchlaufzeiten* von Werkstücken durch die Fabrik
- Minimierung der liquiditätsbelastenden *Kapitalbindung* in Zwischenlagern
- *Übersichtlichkeit* der Fabrikstruktur zwecks leichter Kontrolle der Produktionsprozesse
- Gewährleistung einer „*störungsarmen*“ Produktionsweise
- Gewährleistung eines hohen Grades an *Arbeitsicherheit*
- Minimierung der Arbeitswege der ausführenden *Arbeitskräfte* (inkl. Kantine, Meisterbüro, etc.)

Restriktionen

- 1) absolute Anordnungsprobleme
 - 1.1) absolute fixierte Standorte
 - Eingangs-/Ausgangslager unmittelbar an den Fabrikatoren
 - 1.2) zonen-fixierte Standorte
 - Lackiererei nur in den Randzonen des Fertigungsbereichs
 - feuer- und explosionsgefährdete Anlagen nur in Fabrikzonen, die über spezielle Eindämmungsvorkehrungen verfügen
- 2) relative Anordnungsprobleme
 - 2.1) verbundene Standorte
 - unmittelbare räumliche Nachbarschaft von produktionstechnisch abhängigen Betriebsmitteln
 - 2.2) getrennte Standorte
 - für Betriebsmittel, wenn eines Emissionen freisetzt, die für ein anderes unzulässige Immissionen wären

Modellierungs- und Lösungskonzepte

- *analytische* Layoutplanungs-Modelle
 - als „Variablen-Funktionen-Konglomerate“
 - mit ganzzahlig-quadratischer Modellstruktur
 die sich durch *exakte* Algorithmen aus dem Bereich der „klassischen“ Programmierung
 - z.B. Branch-and-Bound-Algorithmen
 „im Prinzip“ lösen lassen
 - Vorteil: Berechenbarkeit *optimaler* Lösungen
 - Nachteil: praktisch *kaum bewältigt* numerische Komplexität
- *graphische* Layoutplanungs-Modelle
 - mit einer „Rasterung“ der verfügbaren Fabrikfläche und der anzuordnenden OE
 die sich durch *heuristische* Konstruktions- und Verbesserungsalgorithmen lösen lassen
 - Vorteil: *praktische Berechenbarkeit* von Lösungen für *reale* Layoutplanungs-Probleme
 - Nachteil: *Verzicht* auf Optimalitätsgarantie
- *Kombinationen* aus analytischen Layoutplanungs-Modellen und heuristischen Konstruktions-/ Verbesserungsalgorithmen

Quadratisches Zuordnungsmodell: Zielfunktion

- originäre, lineare Zielfunktion

$$K_{la} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^I m_{i,j} * k_{i,j} \rightarrow \min!$$

quadratische Struktur der Mengenmatrix M und
der Kostenmatrix K aller Transportkostensätze

K_{la} : layoutabhängige Kosten (nur Transportkosten, keine Zwischenlagerkosten und keine Kosten bei Veränderungen der OE-Positionen)

I : Anzahl aller anzuordnenden OE

$m_{i,j}$: Transportmenge zwischen der OE_i und der OE_j

$k_{i,j}$: Transportkostensatz je Mengeneinheit beim Transport zwischen der OE_i und der OE_j

- Probleme
 - die *Transportkostensätze* $k_{i,j}$ je Mengeneinheit hängen von den *Entfernungen* zwischen den Standorten der OE_i und OE_j ab
 - die *Entfernungen* zwischen den Standorten der OE_i und OE_j
 - hängen von den *Entscheidungen* über die OE-Standorte ab, die ihrerseits nicht bekannt, sondern *noch zu treffen* sind → scheinbar *zirkuläre* Struktur des Entscheidungsproblems
- Lösung der Probleme:
 - Einführung von *binären Entscheidungsvariablen* $u_{i,m}$ und $u_{j,n}$
 - die jeweils genau dann den Wert 1 (0) annehmen
 - wenn die OE_i bzw. OE_j dem Standort SO_m bzw. SO_n (nicht) zugeordnet wird
 - sowie ergänzenden Festlegungen
 - M als Anzahl aller potenziellen Standorte ($M \geq I$)
 - $d_{m,n}$ als Transportentfernung zwischen Standorten SO_m und SO_n
 - quadratische $M \times M$ -Entfernungsmatrix $\underline{D} = [d_{m,n}]$
 - k_T als Transportkostensatz je Mengen- und Streckeneinheit aus K_{la} folgt dann mit

$$k_{i,j} = k_T * \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M d_{m,n} * u_{i,m} * u_{j,n}$$

als derivative, „bi-lineare“ oder quadratische Zielfunktion

$$K_{la}(u_{1,1}, \dots, u_{I,M}) = k_T * \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^I \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^M m_{i,j} * d_{m,n} * u_{i,m} * u_{j,n} \rightarrow \min!$$

Quadratisches Zuordnungsmodell: Restriktionen

- 1) jede *Organisationseinheit* OE_i muss *genau einmal* einem Standort SO_m zugeordnet werden

$$\forall i = 1, \dots, I: \sum_{m=1}^M u_{i,m} = 1$$

- 2) jedem Standort SO_m darf *höchstens einmal* eine Organisationseinheit OE_i zugeordnet werden

$$\forall m = 1, \dots, M: \sum_{i=1}^I u_{i,m} \leq 1$$

- häufig auch $u_{i,m} = 1$ unter der Prämisse $I = M$
- 3) die *Entscheidungsvariablen* stellen *Binärvariablen* dar
 - $\forall i = 1, \dots, I \quad \forall m = 1, \dots, M: u_{i,m} \in \{0; 1\}$
 - mit $u_{i,m} = 1$ bei Zuordnung und 0 bei keiner Zuordnung
 - Erweiterungsoption
 - eine OE nimmt nicht nur einen Standort ein, sondern kann sich über mehrere *zusammenhängende* Standorte erstrecken

Quadratisches Zuordnungsmodell: Modellstruktur

- *Verallgemeinerung* von Webers Transportkostenmodell
 - von der Einplanung *einer* OE bei Vorgabe der Standorte aller anderen OE
 - zur Einplanung *mehrerer* OE ohne Vorgabe der Standorte anderer OE

- die *Transportentfernungen* $d_{m,n}$ aus der *Entfernungsmatrix* \underline{D} werden als bekannt vorausgesetzt, sie können ermittelt werden:
 - *euklidisch*: als Luftlinie
 - *orthogonal*: entlang von rechtwinkligen Verbindungsstrecken
 - *real*: als tatsächliche Transportwege
- die *Transportmengen* $m_{i,j}$ aus der *Mengenmatrix* werden als bekannt vorausgesetzt, sie können ermittelt werden
 - bei *Veränderungsplanungen* für bereits vorhandene Fabrik-Layouts auf *empirische* Weise
 - bei *Neuplanungen* auf *analytische* Weise (Auswertung von Zeichnungen, Stücklisten; Simulation der Materialflüsse in virtuellen Fabriken)
- generelles Problem
 - *Freiheitsgrade* des Materialflusses
 - aufgrund *variabler* Maschinenfolgen und
 - aufgrund *alternativer* Maschinenzuordnungen für Jobs
 werden in der Regel *nicht berücksichtigt*
 - *Ausweg*: *Sensitivitätsanalysen* (vor allem durch Simulationen in virtuellen Fabriken)
- implizite Prämisse
 - $M \geq I \rightarrow$ die vorhandenen Standorte reichen stets für alle OE-Zuordnungen aus
- quadratische Zielfunktion
 - keine quadratische Funktion im gewöhnlichen Sinne ($y = x^2$)
 - sondern ein „bi-lineares“ Polynomial zweiten Grades ($y = x_1 * x_2$)
- „*Bösartigkeit*“ im Hinblick auf Lösungsverfahren (Algorithmen)
 - *Ganzzahligkeit* der Entscheidungsvariablen $u_{i,m}$ und $u_{j,n} \rightarrow$ kein Differentialkalkül anwendbar
 - *Nichtlinearität* der Zielfunktion \rightarrow keine lineare Optimierung anwendbar
 - *Lösungsoption* \rightarrow Branch-and-Bound-Algorithmen

Graphische Layoutplanungsmodelle

- die Fabrikfläche wird „gerastert“
 - Zerlegung in gleich große Flächeneinheiten als potenzielle Standort
- alle Flächeneinheiten, die aus bautechnischen Gründen als Standorte von OE *nicht* in Betracht kommen, wie z.B. Transportwege, werden für die Zuordnung von OE *gesperrt*
- jeder OE wird ihr *Bedarf an FE* zugeordnet
 - im einfachsten Fall: OE = FE
 - komplizierter: eine OE erstreckt sich über mehrere zusammenhängende FE, deren räumliche Anordnung jedoch beliebig ist
 - am kompliziertesten: eine OE erstreckt sich über mehrere zusammenhängende FE und muss dabei eine bestimmte FE-Anordnung einhalten

Heuristische Konstruktionsalgorithmen

- Erzeugung einer *ersten zulässigen Lösung* für das grafisch repräsentierte Layoutplanungsproblem
 - konstruktiv, weil das Erzeugen irgendeiner zulässigen Lösung ausreicht
 - analog zur Maschinenbelegungsplanung (OPM) mithilfe von *Prioritätsregeln*
 - in der betrieblichen Praxis oftmals vollkommen ausreichend
 - dann Planungsabschluss mit der ersten zulässigen Problemlösung
 - eventuell Versuch der iterativen Lösungsverbesserung
 - durch einen nachgeschalteten Verbesserungsalgorithmus

- Optimalitätsverzicht
 - stattdessen Verfolgen eines *Satisfizierungsziels* mit niedrigem Anspruchsniveau
 - lediglich eine „friktionsfreie“ Problemlösung gefordert
 - also Erfüllung aller Restriktionen
 - Einsatz vielfältiger *Heurismen* zur
 - sukzessiven Einplanung von Organisations- auf Flächeneinheiten

Heurismen zur Zuordnung von OE und FE

- 1) Heurismen für die Auswahl der nächsten einzuplanenden *OE*
 - 1.1) diejenige *OE*, die in Bezug auf *alle anderen OE* die *größte Transportmengensumme* aufweist
 - in der Mengenmatrix \underline{M} diejenige *OE* mit der größten Zeilensumme
 - 1.2) diejenige *OE*, die in Bezug auf die *zuletzt eingeplante OE* die *größte Transportmenge* aufweist
 - 1.3) diejenige *OE*, die in Bezug auf *alle bereits eingeplanten OE* die *größte Transportmengensumme* aufweist
 - 1.4) diejenige *OE*, die zu der *zuletzt eingeplanten OE* in der relativen Anordnungsbeziehung der *verbundenen Standorte* steht
 - Positionierung auf einer möglichst nahe gelegenen *FE*
 - 1.5) diejenige *OE*, die zu der *zuletzt eingeplanten OE* in der relativen Anordnungsbeziehung der *getrennten Standorte* steht
 - Positionierung auf einer möglichst weit entfernten *FE*
- 2) Heurismen für die Auswahl der nächsten einzuplanenden *FE*
 - 2.1) diejenige *FE*, die in Bezug auf alle anderen *FE* die *kleinste Transportmengensumme* aufweist
 - in der Entfernungsmatrix \underline{D} die *FE* mit der kleinsten Zeilensumme
 - es handelt sich tendenziell um den *Schwerpunkt* der Fabrikfläche
 - Verzerrungen durch gesperrte *FE* möglich
 - 2.2) diejenige *FE*, die in Bezug auf *alle bereits eingeplanten FE* die *kleinste Transportmengensumme* aufweist
 - 2.3) diejenige *FE*, die in Bezug auf *die zuletzt eingeplante FE* die *kleinste Transportentfernung* aufweist
 - 2.4) diejenige *FE*, die in Bezug auf *die zuletzt eingeplante FE* die *größte Transportentfernung* aufweist
- 3) übergeordnete Heurismen
 - 3.1) Prinzip der *zentralen Anordnung* von *verkehrsreichen OE*
 - Kombination der Heurismen 2.1) und 1.1)
 - 3.2) Prinzip der *kürzesten Transportwege* für *größte Transportmengen*
 - erstmals Kombination von 2.1) und 1.1), danach stets Kombination von 2.2) und 1.3)
 - 3.3) Prinzip der *räumlichen Nachbarschaft* verbundener Standorte (2.3 + 1.4)
 - 3.4) Prinzip der *räumlichen Isolierung* getrennter Standorte (2.4 + 1.5)
 - 3.5) Prinzip der *Ausnutzung des natürlichen Gefälles* (bei dreidimensionaler Layoutplanung)

Heuristische Verbesserungsalgorithmen

- zur *Erzeugung* von echt *besser stellenden* zulässigen *Lösungen* für das grafisch repräsentierte Layoutplanungsproblem
 - Ausführung eines *Konstruktionsalgorithmus* für eine zulässige Ausgangslösung wird *vorausgesetzt*

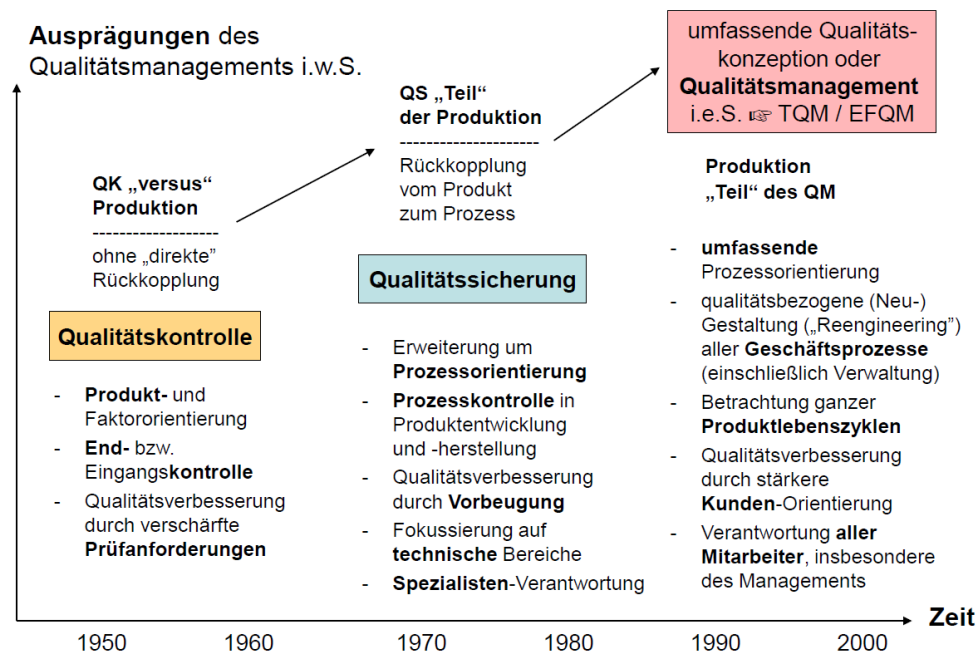
- *Optimalitätsverzicht*, aber Verfolgen eines *Meliorierungsziels*, das über dem Anspruchsziel von Konstruktionsalgorithmen liegt
- Abhängigkeit der Lösungsgüte und des Ressourceneinsatzes von der jeweils vorausgesetzten konstruktiven Ausgangslösung
- *Abbruch* der Ausführung eines *Verbesserungsalgorithmus*, wenn entweder ein vorgegebenes *Zielniveau* erreicht ist
 - z.B. höchste akzeptierte layoutabhängige Kosten (Gefahr einer Endlosschleife) oder wenn eine vorgegebenes *Ressourceneinsatzniveau* erreicht ist
 - z.B. höchste akzeptierte Iterationsanzahl (verhindert Endlosschleifen) oder wenn *keine signifikante Lösungsverbesserung* mehr eintritt
 - z.B. Lösungsverbesserung unter 1 ‰ (verhindert fast immer Endlosschleifen)
- simple *algorithmische Ablaufstruktur*
 - 1) Übernahme einer konstruierten zulässigen Ausgangslösung
 - 2) Zyklus aus
 - dem Vertauschen von jeweils 2 (oder 3) OE
 - der Bewertung des Vertauschungsergebnisses
 - Übernahme der neuen Anordnung, falls sie zu einer echten Besserstellung geführt hat
 - 3) Abbrechen der Iterationen des Zyklus, sobald das vorgegebene Abbruchkriterium erreicht ist

Qualitätsmanagement

Wandlung des Qualitätsverständnisses

Aufgabe

- das Qualitätsmanagement (i.w.S.) soll die *Eignung* von Produkten, Produktionsprozessen und Produktionsfaktoren zur Erfüllung *vorgegebener* oder zu *entwickelnder Anforderungen/Verwendungszwecke* – in Abhängigkeit von der jeweils aktuellen Qualitätssituation – herbeiführen, sicherstellen oder vergrößern



Sach- und Formalziele

- Übereinstimmung zwischen *Eignungs-* und *Anforderungsprofil*
 - nach Maßgabe des erwünschten *Übereinstimmungsmaßes*
 - oftmals unter Minimierung der *Qualitätskosten*
- Best-fit-Problem
 - multi-kriterielles Entscheidungsproblem
 - übliche Lösungstechniken wie Nutzwertanalyse, AHP/ANP, Goal Programming

DIN-Qualitätsbegriff

- Problem: es gibt keinen allgemein akzeptierten Qualitätsbegriff
- Lösungsvorschläge: weit verbreitet sind mehrere Varianten der Qualitätsdefinition gemäß DIN 55.350 / Teil 11
- Qualität ist
 - die Beschaffenheit einer *Einheit*
 - bezüglich ihrer *Eignung*,
 - die *Qualitätsforderung* zu erfüllen
- Vorteile
 - großer *Bekanntheitsgrad* → Kommunikationsvereinfachung
 - Einheit ist *inhaltlich offen* für eine Bezugnahme nicht nur auf Produkt-, sondern auch auf Prozess- und Faktorqualitäten → umfassender Objektbezug des Qualitätsmanagements möglich
 - objektiver Qualitätsbegriff
 - Qualität lässt sich ermitteln als Grad der Übereinstimmung zwischen *vorgegebenen* Anforderungen und *tatsächlichen* Eigenschaften einer Einheit
 - *Maßzahlen* für die Produkt-/Prozess-/Faktorqualität
 - *Profilvergleich* analog zur betrieblichen Standortplanung möglich
- Nachteile
 - *Scheinobjektivität* der vorgegebenen Qualitätsanforderungen
 - Wer gibt die Anforderungen vor, der Hersteller oder der Kunde?
 - verführt zu einer *technokratischen*, rein herstellerbezogenen Qualitätsauffassung
 - Qualität auf objektive Maßzahlen reduziert
 - Qualität wird lediglich in die Produkte nachträglich *hineingeprüft*
 - weil lediglich die *Übereinstimmung* mit *vorgegebenen* Anforderungen geprüft wird
 - *Normenkonformität*
 - regionale und temporale *Variabilität* von Qualitätsanforderungen wird vernachlässigt
 - mangelhafte *Kundenorientierung*, falls Kundenbedürfnisse heterogen sind oder sich rasch wandeln
 - Möglichkeiten zur aktiven Gestaltung von Qualitätsanforderungen bleiben häufig unbeachtet
 - kein unmittelbarer Bezug zur Qualitätspolitik
 - Scheinobjektivität verhindert Zugang zu subjektiver Gestaltung von Qualitätsanforderungen
 - zirkulärer Definitionsansatz in der neueren Version
 - „Qualität ist ... Eignung, die *Qualitätsanforderung* zu erfüllen“

Qualitätsbegriffe

- Total Quality Control (TQC)
 - Qualitätsauffassung nach A.V. *Feigenbaum*

- Qualität ist ausschließlich anhand der *Erwartungen* zu beurteilen, die von *Kunden* gegenüber einem *Produkt* gehegt werden
 - *Subjektivierung* des Qualitätsbegriffs
 - konsequente *Kundenorientierung*
 - *Prozess- und Faktorqualitäten* allenfalls indirekt erfassbar (als Einflüsse auf die Produktqualität)
- ansonsten ein *ganzheitlicher* Ansatz (TQC)
 - für Qualität ist jeder *Mitarbeiter* verantwortlich (einschließlich des Top-Managements)
 - Orientierung an den Konsumenten-Erwartungen (über den gesamten *Lebenszyklus* eines Produkts hinweg)
 - interfunktionale Zusammenarbeit aller *Abteilungen* (Marketing, F&E, Einkauf, Fertigung)
- Juran
 - Qualitätsauffassung nach J.M. Duran: „*fitness for use*“
 - Qualität richtet sich zwar weiterhin nach den Kunden-Erwartungen
 - aber *Vermittlung* zwischen
 - der *objektiven*, herstellerbezogenen Qualitätsauffassung (DIN 55.350)
 - der *subjektiven*, kundenbezogenen Qualitätsauffassung (Feigenbaum)
 - kein einkaufsseitiges KDM-System notwendig
 - durch die Differenzierung zwischen
 - den „externen“ Kunden auf den Absatzmärkten und
 - den „internen“ Kunden auf allen Produktionsstufen
 - *Vervielfachung* der Erwartungshaltung an „dasselbe“ Produkt
 - jede Kundengruppe (Produktion, Marketing, Endverbraucher) kann *andere* Qualitätsvorstellungen hegen
 - Produkte als *Bündel* von Problemlösungen (mit zu erfüllenden Erwartungen als „Problemen“)
 - Einsatz von Instrumenten der *Kommunikationspolitik*, um verschiedenen Kundengruppen die Erfüllung ihrer Erwartungen zu verdeutlichen
- Deming
 - Qualitätsauffassung nach E.W Deming
 - *Verzicht* auf eine allgemein Qualitätsdefinition
 - stattdessen ein *dialektischer* Umgang mit Qualitätsproblemen, die unter ständig variierenden Perspektiven behandelt werden
 - großes Gewicht auf *statistischen Kontrolltechniken*, deren Ergebnisse allerdings stets hinterfragt werden sollen
- Crosby
 - Qualitätsauffassung nach P.B. Crosby: „Quality is Free“
 - Kernziel des Qualitätsmanagements ist die Reduzierung von *Qualitätskosten*
 - Qualität ist *präzise messbar* durch Qualitätskosten, die durch die *Nichterfüllung* von Qualitätsanforderungen entstehen
 - später im Kapitel zur Qualitätspolitik weder aufgegriffen („Qualitätskosten-Ansatz“)

Fazit

- Qualität ist ein *multidimensionaler Begriff*, der nicht einseitig aus einer bestimmten Perspektive interpretiert werden sollte

- die praktische Relevanz unterschiedlicher Qualitätsperspektiven variiert *situationsabhängig* (temporal, regional, sektoral, ...)
- dennoch werden *klare Begriffsinhalte* benötigt, um
 - Qualität betriebswirtschaftlich *beurteilen* und
 - die Produktion von Qualität mit (bedingten!) *Gestaltungsempfehlungen* unterstützen zu können
- Ausdifferenzierung des Qualitätsbegriffs in eine *Vielzahl* von *Qualitätsdimensionen*
 - deren relative Bedeutungen *situationsabhängigen* variieren und
 - die nach Bedarf *inhaltlich* erweitert werden können

Qualitätsdimensionen

- Gebrauchstauglichkeit
 - Eignung eines Guts für seinen Verwendungszweck
 - spezielle *kundenorientierte* Perspektive
 - entspricht Jurans „fitness for use“
 - DGQ (Deutsche Gesellschaft für Qualität) bevorzugt jedoch *herstellerorientierte* Auslegung
- Funktionstüchtigkeit/Funktionalität
 - umfasst alle Eigenschaften eines Produkts, die sich mehr oder minder präzise *messen* lassen
 - sowohl hersteller- als auch kundenbezogen auslegbar
 - Bsp. für ein KFZ: Benzinverbrauch, Schadstoffemissionen, Beschleunigungsvermögen, ...
- Ausstattung
 - neben dem Grundnutzen, den ein Produkt durch seine Gebrauchstauglichkeit oder Funktionstüchtigkeit vermittelt, kann es auch *Zusatznutzen* aufweisen, der den letzten Pfiff verleiht
 - Bsp. für ein KFZ: ABS, Airbags, Metallic, Sitzbezüge, GPS
- Design/Stilqualität/Anmutung
 - Produktwirkung auf *sinnliche Wahrnehmungen* der Kunden (primär optisch)
 - *schwer messbare* Produkteigenschaften
 - die Produkteigenschaften können trotzdem wichtig sein
 - für die Produktpositionierung am Markt
 - insbesondere bei Marktreife oder -sättigung
- Zuverlässigkeit
 - misst die *Fehleranfälligkeit* von Investitionsgütern und von dauerhaften Konsumgütern
 - Standard-Maßzahlen: MTFF (Mean Time to First Failure), MTBF (Mean Time Between Failures), Fehlerraten
 - noch wenig üblich für Konsumgüter, insbesondere – derzeit noch – für Dienstleistungen
- Produktsicherheit
 - stark zunehmende Bedeutung angesichts u.a. juristischer Verpflichtungen aus der *Produzentenhaftpflicht* (insb. USA)
 - Bsp: Stromschlagsicherheit von Haushaltsgeräten, Elch-Test
- Haltbarkeit/Dauerqualität
 - *Lebensdauer* eines Produkts bis zur technischer (nicht: wirtschaftlicher) Unbrauchbarkeit
 - hängt u.a. von Lebensdauer verlängernder Instandhaltung ab
 - Bsp: Laufleistung von Autoreifen, Lebenserwartung von Haushaltsgeräten
- Umweltfreundlichkeit/Umweltqualität
 - stark zunehmende Bedeutung für ein kundenorientiertes Qualitätsbewusstsein
 - Bsp: FSKW-freie Sprays, PKW mit Hybridantrieb, Diesel-PKW mit Partikel-Filter

- Servicefreundlichkeit/Servicequalität
 - Möglichkeit, Leichtigkeit, Schnelligkeit und Kostengünstigkeit von Inspektions-, Wartungs- und Reparaturarbeiten
 - nicht nur von „harten“ Produkteigenschaften abhängig, sondern auch von „weichen“ Einflussgrößen wie der Kundenorientierung und dem Ausbildungsniveau des Servicepersonals
- Integrationsqualität
 - Eignung eines Produkts, mit anderen Produkten zu einem funktionsfähigen *System* kombiniert zu werden
 - Bsp: Komponenten eines PCs, Komponenten von Elektrogeräten in Bezug auf Spannung
- Adaptionsqualität/Zukunftsoffenheit
 - Möglichkeiten, ein Produkt nachträglich anzupassen an zukünftige Veränderungen von technisch-wirtschaftlichen oder politisch-gesellschaftlichen Rahmenbedingungen
 - Bsp: Umrüstbarkeit von Farbfernsehgeräten mit 4:3-Format auf neues 16:9-Format, HD
- Imagequalität
 - „Residualposten“ für *Qualitätszuschreibungen* zu einem Produkt
 - die seine Wertschätzung beim *Kunden* maßgeblich beeinflussen
 - sich aber *nicht* auf das *Produkt* selbst zurückführen lassen
 - Bsp: Öl-Unfall bei BP
- Konformität mit Qualitäts-Mindeststandards
 - GS-Zeichen (Geprüfte Sicherheit)
 - insbesondere für elektrische Haushaltsgeräte zusammen mit dem VDE-Prüfzeichen
 - RAL-Gütezeichen
 - Ausschuss für Lieferbedingungen und Gütesicherung, z.B. „Reine Schurwolle“
 - Grüner Punkt
 - als „Zusicherung“ von Mindeststandards für Entsorgungsprozesse am Ende der Produktlebensdauer
 - Blauer Engel
 - als Prüf- und Gütesiegel für besonders umweltverträgliche Produkte/Dienstleistungen
 - FSC-Siegel (Forest Stewardship Council)
 - Standards für umweltgerechte, sozialverträgliche und ökonomisch tragfähige Nutzung von Wäldern
 - Bio-Siegel
 - bundeseinheitliches Zeichen für Erzeugnisse aus dem ökologischen Landbau

Kritik

- die bisher genannten Qualitätsdimensionen knüpfen immer noch explizit – oder zumindest implizit – an der *Produktqualität* an
- die Perspektive der „modernen“ Qualitätssicherung,
 - dass *Qualität nicht* nur in die Produkte *hineingeprüft*,
 - *sondern* auch die *Produktionsprozesse* produziert werden sollte
 bleibt weitgehend unreflektiert
- Entwicklung von Indikatoren für *prozessuale* Qualitätsdimensionen
 - Maschinenfähigkeit: qualitative, insbesondere präzisionale Kapazität von Betriebsmitteln (auch als Indikator für die *Faktorqualität* auffassbar)
 - Prozessfähigkeit: Überwachung von *Prozessmerkmalen*, wie z.B. Löt-Temperatur, Lötbad-Verschmutzung

*Klassische Qualitätskontrolle***Überblick**

- klassische Qualitätskontrolle: konventionelle Techniken zur Qualitätssicherung
- Grundlage ist die *tayloristische Arbeitsteilung* mit
 - Spezialisierung der Arbeitstätigkeiten und
 - Begrenzung der Arbeitsverantwortung
- kontrolliert wird das Arbeitsergebnis am *Ende* des Arbeitsprozesses
 - als (Waren-)Eingangskontrolle der bezogenen Vorprodukte
 - als „End“-Kontrolle der hergestellten Zwischen-/Endprodukte
- primär wird nur kontrolliert, ob *Produkte* den vorgegebenen Anforderungen genügen
- wenn dies nicht der Fall ist:
 - zwar Ausschuss oder Nacharbeit der Produkte,
 - aber *kaum Rückkopplung* zum Arbeitsprozess
- aber: die konventionellen Techniken zur Produktkontrolle lassen sich im Prinzip ebenso nutzen, um prozessuale Qualitätsdimensionen zu überwachen
 - Maschinen- und Prozessfähigkeit ebenso abgedeckt (später),
 - falls neben Eingangs-/Endkontrollen auch prozessbegleitende Kontrollen durchgeführt werden
 - Arbeitsvorgangskontrollen, fortschreitende Reihenkontrollen (Qualitätsregelkarten)
- Intentionen der (klassischen) Qualitätskontrolle
 - Vergleiche zwischen Soll- und Ist-Qualität zur *Identifizierung* unerwünschter *Qualitätsabweichungen*
 - *Analyse* der *Abweichungsursachen* zur zukünftigen Abweichungsvermeidung
 - *Rückkopplung* doch möglich, sowohl Realisierungs- als auch Planungsfehler

Konstruktionskontrolle

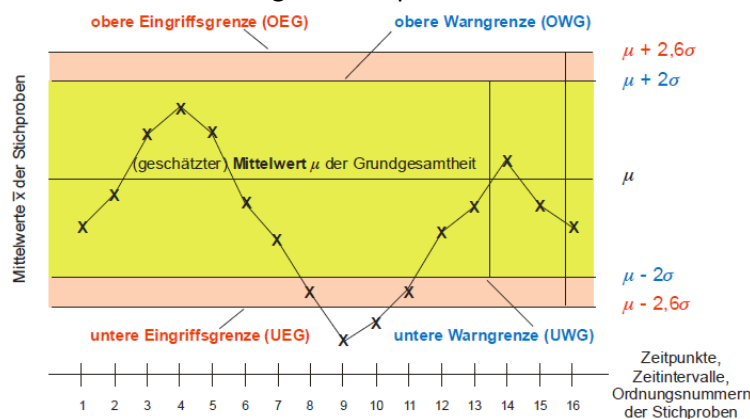
- Zweckkontrolle
 - Prüfung der Konstruktionsunterlagen (Zeichnungen, CAD-Modelle, Stückliste), ob sie dem Konstruktionszweck (festgelegt z.B. durch ein Pflichtenheft) gerecht werden
 - richtige Materialqualitäten, Festigkeits-/Belastbarkeitsrechnungen, funktionales Zusammenspiel der Einzelteile, Lebensdauerschätzungen und -tests
- Normkontrolle
 - Prüfung der Konformität der Konstruktionsunterlagen mit DIN- und Werksnormen
- Fertigungskontrolle
 - zwischen- und endproduktbezogene *Mengenkontrollen*
 - primitivstes Kontrollkonzept (z.B. Meisterwirtschaft)
 - potenzialfaktorbezogene *Kapazitätsauslastungen*
 - Standardfunktionen von PPS-Systemen
- auftragsbezogene *Termin-* und *Kostenkontrollen*
 - *PPS-Systeme* (problematisch: Auftragsverfolgung)
 - *Netzplantechnik* für anspruchsvolle Fertigungsprodukte
- produkt- oder prozessbezogene *Qualitätskontrollen*
 - *statistische Qualitätskontrolle/SPC* (statistical process control)

Kontrollkarten: Überblick

- auch: Qualitätskarten/fortschreitende Reihenkontrollen
- Aufgabe: Überwachung der *zeitlichen Entwicklung* einer *Prüfgröße* (in der Regel Indikator für die Produkt- oder Prozessqualität) durch Auswertung von *Stichproben*, die nacheinander aus der zu überwachenden Grundgesamtheit gezogen werden
- Voraussetzung
 - die Ausprägung der Prüfgröße erfüllen
 - sowohl in der Grundgesamtheit
 - als auch in den einzelnen Stichproben
 eine gemeinsame Verteilung (Gauß'sche *Normalverteilung*)
- wichtige Kenngrößen zur Charakterisierung der Resultate einer Stichprobe
 - n : Umfang der Stichprobe
 - x_i : Ausprägung der Prüfgröße bei der i -ten Einzelmessung
 - \bar{x} : Mittelwert der Stichprobe

$$\bar{x} = \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) : n$$

- R : Spannweite der Stichprobe
- s : Standardabweichung der Stichprobe



Kontrollkarten: Vorgehensschema

1) Festlegen des Stichprobenplans

- Stichprobenumfang
 - i.d.R. $5 \leq n \leq 10$
 - zu *kleiner* Stichprobenumfang → zu geringe Aussagekraft
 - zu *großer* Stichprobenumfang → Zeit/Kosten!
- Stichprobenfrequenz
 - i.d.R. in äquidistanten Zeitintervallen
 - Zeitintervalle so eingeteilt, dass während der Gesamtdauer der Produktion der Grundgesamtheit ca. 5 bis 10 % der Grundgesamtheit als Stichprobensumme geprüft werden
 - z.B. bei Grundgesamtheit von 1.500 Stück/h und $n=5$ 15 Stichproben im Abstand von jeweils 4 Minuten (5 %)

2) fortlaufende Durchführung der Stichproben

- *Prüfgrößen*ausprägungen x_i erfassen
- Mittelwert \bar{x} , Spannweite R und Standardabweichung s jeder Stichprobe können unmittelbar ermittelt werden

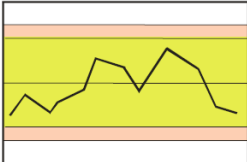
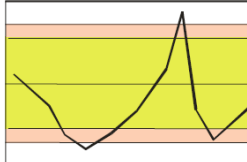
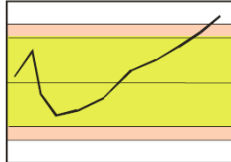
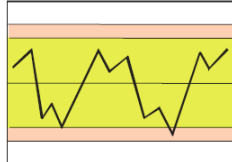
- für den Mittelwert μ der Grundgesamtheit gilt:
 - entweder als *Sollwert* vorgegeben
 - oder nach ca. 20 bis 30 Stichproben als Mittelwert aus den Stichprobenmittelwerten \bar{x} geschätzt
- für die Standardabweichung s der Grundgesamtheit gilt
 - entweder aus der Vergangenheit bekannt
 - oder aus den Spannweiten R der ca. 20 bis 30 ersten Stichproben und den Stichprobenumfängen n geschätzt
- Festlegen der oberen/unteren Warngrenzen (95 %-Niveau)
 - Standard: $OWG = \mu + 2\sigma$ $UWG = \mu - 2\sigma$
 - Bedeutung: Über- bzw. Unterschreiten der Warngrenzen deutet darauf hin, dass die Produkt- oder Prozessqualität außer Kontrolle zu geraten drohen
 - Handlungsempfehlung: *Kontrollintensivierung* durch Vergrößern von Stichprobenumfang oder –frequenz (*adaptive* statistische Qualitätskontrolle)
- Festlegen der oberen/unteren Eingriffsgrenzen (99 %-Niveau)
 - Standard: $OWG = \mu + 2,6\sigma$ $UWG = \mu - 2,6\sigma$
 - Bedeutung: Über- bzw. Unterschreiten der Eingriffsgrenzen zeigt an, dass die Produkt- oder Prozessqualität massiv beeinträchtigt ist
 - Handlungsempfehlung: Eingriff in den laufenden Prozess, um die Ursachen der Qualitätsstörung zu beseitigen
 - in den USA nur „control limits“ bei $\mu \pm 3\sigma$ (99,7 %-Niveau) üblich

3) Erstellen der Kontrollkarten

- streng genommen nicht nach 2), sondern mit 2) zeitlich verzahnt
 - Kontrollkarten-Fortschreibung entsprechend zum Eintreffen der Stichproben-Ergebnisse
 - *fortschreitende* Reihenkontrolle

4) Interpretation der Kontrollkarten

- abermals: mit den Schritten 2) und 3) zeitlich verzahnt
- unmittelbare *Interpretationen*:
 - entweder Normalfall lediglich zufälliger Qualitätsschwankungen
 - oder Handlungsempfehlungen
 - bei Verletzungen der Warn- oder Eingriffsgrenzen
 - wegen *systematischer* Qualitätsveränderungen
- mittelbare – weiter reichende - *Handlungsempfehlungen*
 - heuristische Analyse mutmaßlicher *Ursachen* von Qualitätsveränderungen anhand von Kenngrößen-Entwicklungsmustern
 - Erforschung „Künstlicher Intelligenz“

| | | | |
|---|--|--|--|
|  |  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ keine Eingriffsrelevanz | <ul style="list-style-type: none"> ▪ systematische Qualitätsabweichungen ▪ Ursachenanalyse nötig | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Indiz für Abnutzung oder Ermüdung ▪ Instandsetzungsgefahr | <ul style="list-style-type: none"> ▪ deutliche zyklische Schwankungen ▪ detaillierte Arbeitsablaufanalysen empfohlen |

Qualitätssicherung

Prozessfähigkeit

- Übergang von der klassischen, rein produktorientierten Qualitätskontrolle
 - zur moderneren *Qualitätssicherung*
 - Beherrschung der *Prozessqualität* im Vordergrund
- Übernahme der Technik der *Qualitätsregelkarten* für fortschreitende Reihenkontrollen
 - *indirekte Messung* der Prozessqualität durch direkte Erhebung von Daten über die Produktqualität (Juran: „das Produkt berichtet über den Prozess“)
- Voraussetzung
 - aus der klassischen Qualitätskontrolle liegt eine Schätzung der *Standardabweichung* σ der Grundgesamtheit aller möglichen Prozessausführungen vor
 - z.B. aus den Spannweiten der Stichproben von bereits geschehenen Prozessausführungen hergeleitet
- dann gilt für die *Prozessfähigkeit PF*
 - $PF = 6 \sigma$ (z.B. in der Automobilindustrie)
 - d.h. ca. 99,7 % der Stichprobenmittelwerte liegen innerhalb $[\mu - 3 \sigma; \mu + 3 \sigma]$
- Problem
 - die Prozessfähigkeit sagt nur etwas über das *Ausmaß* der Prozessstreuung aus
 - aber *nichts* über die technische oder ökonomische (*Un-)*Erwünschtheit dieser Streuung
- diese Lücke schließen erst zusätzliche Kennzahlen
 - Prozessstrebreiten und Prozessfähigkeitsindizes

Prozessbeherrschung

- oftmals keine klare Abgrenzung zwischen Prozessfähigkeit und Prozessbeherrschung
- Abgrenzung nach Füller: ein Prozess wird genau dann *beherrscht*, wenn
 - *systematische* Streuungseinflüsse weitest gehend eliminiert sind, sodass die restliche Streuung der Mittelwerte der Stichproben praktisch nur noch auf *zufälligen* Prozessfluktuationen beruht
 - Problem: Woran erkennt man „systematische“ Streuungseinflüsse?
- mögliche *Gründe* mangelnder Prozessbeherrschung, die sich als *systematische* Streuungseinflüsse äußern können, sind z.B.
 - übermäßiger Werkzeugverschleiß
 - verändertes Werkzeug oder veränderte Werkzeugeinstellung
 - veränderte Materialart oder Materialbeschaffenheit
 - veränderte Umgebungseinflüsse, wie etwa Temperatur oder Luftfeuchtigkeit
 - mangelnde Sorgfalt/Motivation am Montagmorgen
- meisten wird *zunächst* versucht, die *Beherrschung* von Prozessen – als Voraussetzung für spätere Prozessfähigkeits-Betrachtungen - herbeizuführen
 - Ausschalten aller systematischen, „externen“ Streuungseinflüsse
- erst *danach* wird die „interne“ *Prozessfähigkeit* der bereits beherrschten Prozesse näher untersucht

| | befähigt | nicht befähigt |
|------------------|---|--|
| beherrscht | kein Handlungsbedarf | Betriebsanlagen sind zu verbessern |
| nicht beherrscht | keine sichere Aussage möglich, Prozess muss überwacht und stabilisiert werden | Prozess muss zuerst beherrscht werden, dann befähigt |

Qualitätsfähigkeit

- liegt genau dann vor, wenn ein Betrieb in der Lage ist,
 - bei der *Erfüllung* von *Qualitätssicherungs-Aufgaben* ein bestimmtes – aber im Allgemeinen nicht näher präziertes – *Niveau* der Aufgabenerfüllung zu gewährleisten
- die Aufgaben der Qualitätssicherung
 - erschöpfen sich *nicht* in der Kontrolle der *Produktqualität*,
 - sondern erstrecken sich darauf, in *allen* betrieblichen Funktionsbereichen nur solche
 - Richtlinien, Planungs-, Realisierungs- und Kontrollprozesse anzuwenden, welche die erwünschte Produktqualität sicherstellen sollen
- die Qualitätssicherung stellt den *prozessualen* Qualitätsaspekt in den Vordergrund
 - 2. Stufe des Qualitätsmanagements i.w.S.
 - vorsorgliches *Produzieren von Qualität* durch Beherrschung und Fähigkeit aller qualitätsrelevanten *Prozesse*
 - hat *Vorrang* gegenüber dem nachsorgenden *Prüfen* der Qualität von bereits hergestellten *Produkten*
- die Qualitätssicherung *vernachlässigt* aber den *normativen* Qualitätsaspekt weitgehend, indem sie
 - *keine Qualitätsziele* festlegt
 - sondern nur dafür sorgt, dass Richtlinien und Prozesse eine *extern vorgegebene*, erwünschte Produktqualität sicherstellen
 - *keine Gestaltungsempfehlungen* hinsichtlich der *intern* gewünschten Produktqualität (später: Qualitätspolitik)
- *Reflexivität* des Gedankens der Prozessbeherrschung
 - auch der Prozess des Qualitätssicherns sollte „beherrscht“ werden
 - siehe früher: Qualitätssicherung durch Beherrschung von Prozessen
 - allerdings dort: von direkten Produktionsprozessen!
 - jetzt: auf indirekte Prozesse der Qualitätssicherung übertragen
 - Strukturieren und Systematisieren der Erfüllung von Qualitätssicherungsaufgaben durch ein *Qualitätssicherungssystem (QS)*
- Prämisse
 - alle funktionierenden QS-Systeme bestehen aus *ähnlichen* Aufbau- und Ablaufelementen
 - es ist möglich, *Normen* für die Gestaltung
 - funktionierender oder gar erfolgreicher QS-Systeme aufzustellen,
 - die extern vorgegeben sind (!)

Normenfamilie DIN ISO 9000 ff.

- Gestaltung von Qualitätssicherungssystemen
 - Siegeszug der *Normenfamilie* DIN ISO 9000 ff.
 - übernommen in die europäische Normenfamilie EN 29000 ff.
 - Ziel: *Aufbau* von normgerechten Qualitätssicherungssystemen
 - *Auditierung* von QS-Systemen auf Grundlage der Normenfamilie DIN ISO 9000 ff.
 - als Beurteilung der Wirksamkeit von QS-Systemen und deren Komponenten
 - durch „unabhängige“ und systematische Untersuchungen
 - *Zertifizierung* als Nachweis erfolgreicher Qualitätsaudits durch „neutrale“ Institutionen
- Komponenten der Normenfamilie DIN ISO 9000 ff.

- 1) Grundlagen (grundlegende Konzepte und Definitionen)
 - DIN ISO 9000: Leitfaden zur Auswahl und Anwendung der Normen über Qualitätssicherung und QS-Nachweisführung
 - 2) Auditierung der QS-Systeme *Dritter*
 - DIN ISO 9001: QS-Nachweisstufe für Entwicklung und Konstruktion, *Produktion, Montage* und *Kundendienst*
 - DIN ISO 9002: QS-Nachweisstufe für *Produktion* und *Montage*
 - DIN ISO 9003: QS-Nachweisstufe für *Endprüfungen*
 - 3) Auditierung des eigenen QS-Systems
 - DIN ISO 9004: *Qualitätsmanagement* und Elemente eines QS-Systems (Leitfaden zur Entwicklung von QS-Systemen)
- Anmerkungen zur Normenfamilie
 - DIN ISO 9001-9003 sind auf die *Auditierung von Zulieferern* durch ihre Abnehmer zugeschnitten
 - große wirtschaftliche Bedeutung
 - relativ *konventionelle* Qualitätsauffassung des Erprüfens von Qualität, insb. in DIN ISO 9003 (*Endprüfungen!*)
 - DIN ISO 9004 zielt auf die Gestaltung eines *innerbetrieblichen* QS-Systems ab
 - Aufzählung der wesentlichen *Aspekte* eines QS-Systems
 - Vorschläge für den Umgang mit nicht nur technischen, sondern auch *personal-/administrativen* Faktoren, welche auf die Qualität von Produkten und Prozessen wirken
 - *holistischer* Ansatz der Qualitätsverantwortlichkeit
 - Gradmesser für die Verwirklichung eines *TQM-Systems*

Normen-Konformität: Chancen

- große *internationale* Akzeptanz der DIN ISO (EN)-Normen
 - alle EU-Staaten, USA und Kanada übernehmen die Normen als nationale Standards
- Reduktion der *Transaktionskosten* bei der Suche nach Produktionspartnern mit hohem Qualitätsniveau
 - *nachgewiesene* *Qualitätsfähigkeit* anstelle vager *Qualitätsversprechen*
 - *vereinfachte* Kommunikation durch Vereinheitlichung von Qualitätsbegriffen und Verfahrensweisen
- angesichts zunehmender internationaler Zulieferer- und Produktionsnetzwerke besitzen die Normen große Bedeutung für den Nachweis der jeweils gewünschten *Qualitätsfähigkeit*
 - internationale und nationale *Akquisition* von *Zuliefereraufträgen*
 - wesentlicher Bestandteil der *Vertragsgestaltung* zur Regelung der *Qualitätsverpflichtungen* bei Produktionsverbänden
- Anleitung zum systematischen Aufbau eines QS-Systems
 - in dem die *Erfahrungen* früherer Qualitätsexperimente kondensiert sind, Wissensmgmt
 - Vermeidung überflüssigen Lernaufwands, Informationsökonomie
 - Best Practices, hilfreich für Akzeptanz im Unternehmen
 - detaillierte Hilfestellungen, z.B. Gliederung QS-Handbuch
- *Abwehr* von Ansprüchen aufgrund verschärfter Produzentenhaftung
 - *Beweislastumkehr* zu Lasten des Produzenten
 - Nachweis einer fehlerfreien Produktionsweise und eines funktionierenden QS-Systems

- wird durch den Beweis des ersten Anscheins zugunsten des Produzenten *entkräftet*,
 - wenn er über ein QS-System auf dem „state of the art“ verfügt
- Problem
 - wenn ein Betrieb für *mehrere Abnehmer* tätig ist und
 - von diesen Abnehmern jeder einen *eigenen Nachweis* der Qualitätsfähigkeit fordert,
 - dann entsteht dem Betrieb *beträchtliche Nachweiskosten*, die zum Teil auf redundanten Mehrfachnachweisen beruhen
 - Beurteilung der Qualitätsfähigkeit eines Betriebs durch „*unabhängige*“ Institutionen
- Lösung
 - Auditierung durch überbetriebliche Spezialisten (DQS, DIN, TÜV)
 - Ausstellung eines *Zertifikats* im Falle einer positiven Auditierung

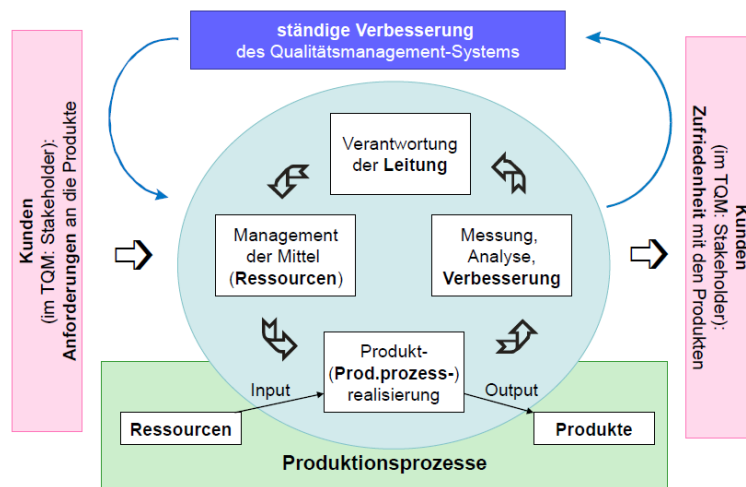
Normen-Konformität: Risiken

- durch jede Normierung droht eine *Zementierung* des Status quo
 - *suboptimale* Regelungen werden festgeschrieben
 - *zukünftige* Verbesserungen können sich wegen ihrer Nonkonformität nur schwer etablieren
 - der Gedanke *kontinuierlicher* Verbesserungen ist in der Normenfamilie (noch) *nicht* enthalten, obwohl er ein wesentlicher Bestandteil moderner Qualitätsphilosophien ist
- je größer der Kreis der Beteiligten ist, desto größer ist die Tendenz
 - sich auf den *kleinsten gemeinsamen Nenner* zu einigen
 - hier besonders große Gefahr wegen der großen *internationalen* Akzeptanz
 - Kritik: andere Normen mit teilweise *höheren* Qualitätsstandards sind übergangen worden
- Unvollständigkeit der Normen
 - keine Auskunft über die Art, in der ein QS-System zu dokumentieren ist (bis auf Gliederung)
 - keine Aufschlüsse über eine „vernünftige“ Qualitätspolitik
 - aber: Kann das überhaupt Gegenstand einer situationsunabhängigen Normung sein?
 - Einfluss der situativen Kontextfaktoren?
 - relativ *geringe* Gewichtung der qualitätsrelevanten „*soft factors*“
 - Führungsstil, Kommunikationsverhalten, Arbeitsklima, Unternehmenskultur, ...
- hohes *Risiko* der *Investition* in die Normenkonformität
 - *ressourcenintensive* Vorbereitung einer Fremd-Auditierung (6-18 Monate, > 10.000 €)
 - beträchtliche Fehlinvestitionen und *Reputationsschäden* bei Verweigerung der Zertifikaterteilung

DIN-EN-ISO 9001:2000 – Überblick

- Nahtstelle zum TQM
- Anlass: umfangreiche *Kritik* an der Normenfamilie 9000 ff.
 - *veraltet*: entstanden/dokumentiert ca. 1987, zuletzt aktualisiert 1994
 - daher *keine* (explizite) Berücksichtigung von Einsichten aus dem TQM-Konzept, insb. von Orientierung an *GPs* und Leitidee der *kontinuierlichen Verbesserung* (KVP)
 - Erzeugung von „Papiersystemen“
 - anstelle durchgreifender Änderungen der GPs
 - weil primäres Ziel die *Erfüllung* der *Nachweisanforderungen* der Norm war
 - Leitfaden aller Bemühungen
 - die 20 Elemente der sogenannten Nachweisstufe
 - Zertifizierung *degeneriert* zum Selbstzweck
 - aber *nicht* die *tatsächlichen* Abläufe im Unternehmen

- schwer verständliche *Normensprache*, die auf erhebliche *Akzeptanzwiderstände* stieß
 - außerhalb klassischer Industriebetriebe, im höheren Management
- mangelhafte *Kundenorientierung*
 - Pfitzinger: „man kann mit der ISO 9000 auf die Produktion von *Betonschwimmwesten* zertifizieren lassen“
- Intransparenz und Überregulierung
 - Umfang der Normenfamilie 9000 ff.: über 1000 Seiten
- Aktion: Langzeitrevision der DIN-ISO-EN-Normenfamilie Ende der 90er Jahre
- Resultat: im Wesentlichen die Norm 9001:2000
 - gültig seit dem 15.12.200 („lean“: mit weniger als 400 Seiten)
 - Übergangsfrist für alle Unternehmen 3 Jahre
- Leitkonzept: „generischer“ Prozesszyklus des Qualitätsmanagements



DIN-EN-ISO 9001:2000 – Neuerungen

- wesentlich stärkere Ausrichtung des Qualitätsmanagements (QM) auf
 - *Geschäftsprozesse* (betriebswirtschaftliche Prozessorientierung)
 - *kundenzentrierte* Qualitätsperspektive (→ Feigenbaum)
 - *kontinuierliche Verbesserung* von Prozessen und QM-Systemen (→ TQM, Lean Production)
 - Szenario #3: Bestellsystem mit Content Provider
- die Norm 9001:2000 spezifiziert die *Inhalte* und die *Terminologie* (Ontologien) eines modernen *QM-Systems*
 - *nicht* mehr nur Charakter eines Leitfadens wie in 9000 (alt) zur Auswahl und Anwendung der Normen 9000 ff.
 - *aber*: die inhaltlichen Spezifikationen bleiben auch weiterhin zum Teil *wenig konkret*
 - für spezialisierte *Consultants* bleibt also ein reichhaltiges Betätigungsfeld erhalten
 - Beratung zur Qualitätssicherung als Geschäftsmodell

DIN-EN-ISO 9001:2000 – Detailspekte

- qualitätsrelevante *Prozesse* sind im *gesamten* Unternehmen nach einem einheitlichen Schema zu erfassen und zu dokumentieren
- stärkere Betonung der Verantwortlichkeit der *Unternehmensleitung* (flachere Hierarchien)
- für alle Funktionen, aber auch die o.a. Prozesse werden
 - *messbare Qualitätsziele* festgelegt und überprüft
 - *Operationalisierung* der kontinuierlichen Verbesserung
 - eigenständige Qualitätsdimension in einer *Balanced Scorecard*?

- die Norm 9001:2000 fokussiert sich auf die *Kundenperspektive*
 - aber auch Interessen anderer Stakeholder (z.B. Lieferanten) berücksichtigt
- die Messung der *Kundenzufriedenheit* wird ausdrücklich gefordert
 - QM-System mit Nahtstelle zu *CRM-Systemen*
- die Messung der *Prozessfähigkeit* wird ausdrücklich gefordert
 - unmittelbarer Anschluss an die *konventionelle* Qualitätssicherung der alten Normenfamilie DIN ISO 9000 ff.

DIN-EN-ISO 9001:2008 – Neuerungen

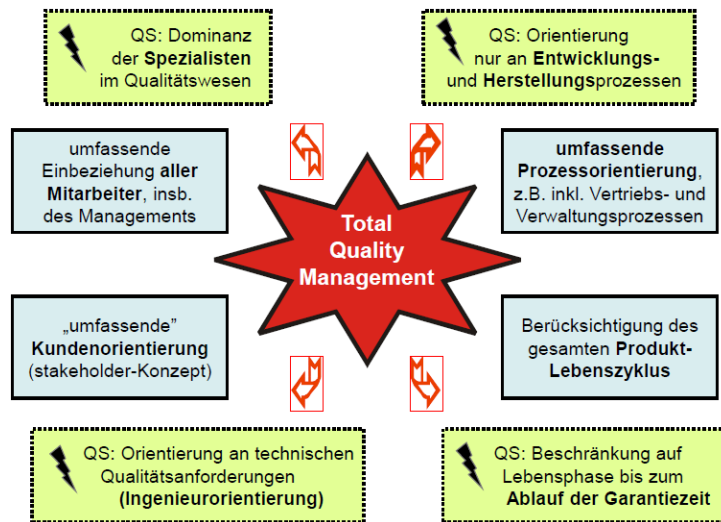
- *ISO 9001:2000* endete im November 2008
- *Übernahme* der Aufgaben durch ISO 9001:2008
- *bestehende Anforderungen* wurden präzisiert und ergänzt
- *keine* neuen Anforderungen ans QM
- *keine* Veränderung der Grundstruktur

Total Quality Management

TQM-Philosophie: Überblick

- 3. und derzeit modernste Stufe des QM i.w.S.
 - in *Japan* seit den 50er Jahren in der betrieblichen Praxis kontinuierlich entwickelt und heute von den meisten international agierenden Industriebetrieben Japans angewendet
 - in den 80er, vor allem 90er Jahren in westlichen Industrieländern zu *der* Ton angehenden Qualitätskonzeption aufgestiegen
- TQM unter verschiedenartigen Bezeichnungen bekannt
 - TQC: Total Quality Control (Feigenbaum)
 - wird oft als Synonym verwendet, wir sollten den Unterschied aber kennen
 - CWQC: Company Wide Quality Control (Ishikawa)
 - starke inhaltliche und entwicklungsbedingte *Überschneidungen* mit
 - dem *Lean-Management-Konzept* (LM)
 - daher Gestaltungsprinzipien des LM problemlos auf das TQM übertragbar (vice versa)
- DIN ISO 8402: TQM ist eine auf ...
 - der Mitwirkung *aller* ihrer *Mitarbeiter*
 - beruhende *Führungsmethode* einer Organisation,
 - die *Qualität* in den *Mittelpunkt* stellt und
 - durch Zufriedenstellung der *Kunden*
 - auf *langfristigen Geschäftserfolg* sowie
 - auf Nutzen für die *Mitglieder* der Organisation und
 - für die *Gesellschaft* zielt.
 - diese Norm ist in die moderne DIN-EN-ISO-Norm 9001:2000 eingegangen
 - „Management“ betont die Wichtigkeit des Managements
 - TQM ist nicht nur ein Konzept, sondern eine Unternehmensphilosophie
- Oess: TQM ist ...
 - ein *langfristig, integriertes* Konzept,
 - die *Qualität* von Produkten und Dienstleistungen einer Unternehmung
 - in Entwicklung, Konstruktion, Einkauf, Fertigung und Kundendienst
 - durch die Mitwirkung *aller Mitarbeiter*
 - *termingerecht* und zu günstigen *Kosten* zu gewährleisten

- sowie *kontinuierlich zu verbessern*,
- um eine optimale Bedürfnisbefriedigung der *Konsumenten* zu ermöglichen.
- Veränderungen/Verbesserung im Vergleich zur Qualitätssicherung



TQM-Philosophie: Mitarbeiter

- die Produktion von Qualität ist *nicht* Aufgabe
 - einer spezialisierten Abteilung (Qualitätswesen) oder
 - eines speziellen Funktionsbereichs (Qualitätssicherung)
 sondern eines *jeden Mitarbeiters* in *allen* betrieblichen *Bereichen*
 - Vorentscheidung über die Zuverlässigkeit und Haltbarkeit von Produkten im *Konstruktionsbereich*
 - Verarbeitungsqualität im *Fertigungs- und Montagebereich*
 - Servicequalität im Bereich von Kundendienst und *Vertrieb*
 - Imagequalität im *Marketingbereich*
 - Zeitqualität durch Planungshandlungen im Bereich der *Verwaltung* (z.B. Arbeitsvorbereitung)
 - bis hin zu *überbetrieblichen* Qualitätsanforderungen, insbesondere an die Lieferanten
- integrierter Ansatz
 - Qualität soll *nicht* ressortspezifisch von den Mitarbeitern einer OE (Abteilung),
 - sondern *ressortübergreifend* im Interesse der Gesamtunternehmung behandelt werden
 - starke Tendenz zu ressortübergreifender *Teamarbeit* in *Qualitätszirkeln, Projektteams*
- Bottom-up- und Top-down-Ansatz
 - Qualität muss von jedem Mitarbeiter an seinem *Arbeitsplatz* produziert und auch verantwortet werden: Gemba-Prinzip (gehe an den Ort des Geschehens und stelle den Mitarbeiter in den Mittelpunkt)
 - versus Qualitätskontrolle bei spezialisierten Kontrolleuren
 - Vorbildfunktion des *Top-Managements*
 - Qualitätsbewusstsein muss glaubwürdig vorgelebt und kommuniziert werden
 - Leiter des Qualitätsmanagements ist die Unternehmensführung selbst
- intensive Maßnahmen der *Personalentwicklung*
 - Training spezieller Analyse- und Gestaltungsmethoden („Techniken“)
 - Ishikawa-Diagramme (Fischgrätendiagramm/Ursache-Wirkungs-Diagramm), Pareto-Analysen, Quality Function Deployment, Failures Modes and Effects Analysis, ...
 - führt zum „job enlargement“ durch Erweiterung der *Methodenkompetenz* der Mitarbeiter

- Training der Gruppenarbeits- und Kommunikationstechniken
- Bereitschaft fördern, ständig hinzulernen (Kaizen: kontinuierliche Verbesserung)
- Umerziehung aller Mitarbeiter zu einer konsequent qualitätsorientierten Denk- und Handlungsweise
- neben Methodenkompetenzen erlangen vor allem Soft Skills eine zunehmende Bedeutung im beruflichen Alltag
- Folgen
 - Eigenverantwortlichkeit und Selbstbestimmungswille der zunehmend qualifizierten Mitarbeiter steigen an
 - Mitarbeiterführung: weniger Anweisung und Kontrolle, eher betreuende Führung/*Coaching*
 - die Führungskraft als *Moderator*, Berater, Kümmerer
- wohlklingende Bekenntnisse
 - die wichtigste Ressource ist der einzelne Mitarbeiter
 - Schaffung einer neuen Arbeitskultur, in welcher der Mensch im Mittelpunkt des Handelns und Denkens steht
 - Aufwertung des *Humankapitals* (wie beim Lean Management)
 - humanzentrierte Führungskonzepte (partizipativer Führungsstil: *Coaching*)
 - Abbau der Statusunterschiede im betrieblichen Alltag (Büros, Kantinen, Anrede, ...)
 - Offenheit für Mitarbeiter-Vorschläge (kontinuierliche Verbesserung)
- grundsätzlich: *Vertrauen* in die Fähigkeiten der Mitarbeiter
 - *Kontroll*-Mechanismen werden abgebaut
 - zugunsten einer Konzentration auf die Mitarbeiter-*Motivierung*
- im Fehlerfall
 - keine generelle Schuldzuweisung an „die“ Mitarbeiter
 - sondern individuelle Gespräche mit dem Ziel, die *Ursachen* von Fehlern aufzuspüren und abzustellen

TQM-Philosophie: Kundenorientierung

- im scharfen *Gegensatz* zur einseitig *ingenieurtechnisch* ausgelegten Qualitätsauffassung nach DIN 55.350 leitet TQM Qualität aus den Bedürfnissen oder Anforderungen der *Kunden* her
 - scheinbare Verletzung des ganzheitlichen Ansatzes
 - eng verwandt mit den Qualitätsauffassungen von Feigenbaum und Juran
- aber:
 - keine Beschränkung lediglich auf „Konsumenten“, sondern auf beliebige Kundengruppen
 - Kunden sind auch *Produzenten* als *externe* Kunden, *Mitarbeiter* auf nachgelagerten Produktionsstufen als *interne* Kunden
- Ausweitung des Kundenbegriffs bis hin zum wahrlich umfassenden *Stakeholder-Konzept*
 - die Qualitätsanforderungen aller an einer Unternehmung Interessierten müssen berücksichtigt werden, z.B. auch Politiker, Umweltschützer
- *Techniken* zur systematischen Erfassung und Umsetzung von *Kundenbedürfnissen* und -*anforderungen*
 - konventionelle statistische Technik der *Marktforschung*
 - Technik des *Quality Function Deployment* (QFD)
 - Umsetzen von Kundenanforderungen in einzeln prüfbare *Produkteigenschaften*
 - Umsetzen dieser Eigenschaften in konkrete *Fertigungs-* und *Montageanforderungen*
- Problem: Kennen Kunden ihre „latenten“ Bedürfnisse?

TQM-Philosophie: Prozessorientierung

- Prozessbeherrschung und Prozessfähigkeit
 - wie bei der klassischen Qualitätssicherung
 - aber nicht mehr auf Fertigungs- und Montageprozesse konzentriert
 - sondern in Bezug auf *alle Prozesse* entlang der *Wertschöpfungskette*
 - Fokussierung auf GPs statt nur Produktionsprozesse, inkl. Verwaltung etc.
- Dynamisierung der Prozessorientierung
 - (*Business*) *Process Reengineering* zur systematischen Verbesserung der Prozessstruktur
 - in der Regel inkrementell, nicht radikal wie bei Hammer/Champy
- *integrativer* Ansatz: angestrebt wird ...
 - *nicht* die ressortspezifische Optimierung von *Teil-Prozessen*
 - sondern die ressortübergreifende Optimierung *vollständiger Prozessketten*
- *Techniken* zur systematischen Analyse und Verbesserung der Prozessqualität
 - Einführung von *Management-Indikatoren* zur Beurteilung von *Prozessqualität*
 - Nahtstelle zum *Benchmarking*
 - Qualitätsphilosophie „*speak with data*“
 - Wichtigkeit exakter Daten, aber Warnung vor Datenhörigkeit
 - Übernahme der *statistischen Prozesskontrolle* (SPC) und der fortschreitenden Reihenkontrolle mit *Qualitätsregelkarten* und 6σ -„*Philosophie*“ zur Beobachtung der Prozessqualität
 - *Ishikawa-Diagramme* & *FMEA-Technik* zur Analyse der *Ursachen* mangelnder Prozessqualität
 - *QDF-Technik* mit „*House of Quality*“ zur *Umsetzung* von Qualitätsanforderungen aus Kundensicht in Qualitätsmerkmale von Produkten und Produktionsprozessen
 - *Qualitätszirkel* zur mitarbeiterorientierten Qualitätsanalyse und -verbesserung

TQM-Philosophie: Produkt-Lebenszyklus

- zunächst ein *Fremdkörper* im rein *japanisch* geprägten TQM
- Einbeziehung des Produkt-Lebenszyklus in Qualitätsbetrachtungen
 - bereits im TQC-Konzept von Feigenbaum verankert
 - unter dem Aspekt der *Umweltverträglichkeit* in Deutschland besonders relevant

TQM-Philosophie: eine 5. Perspektive

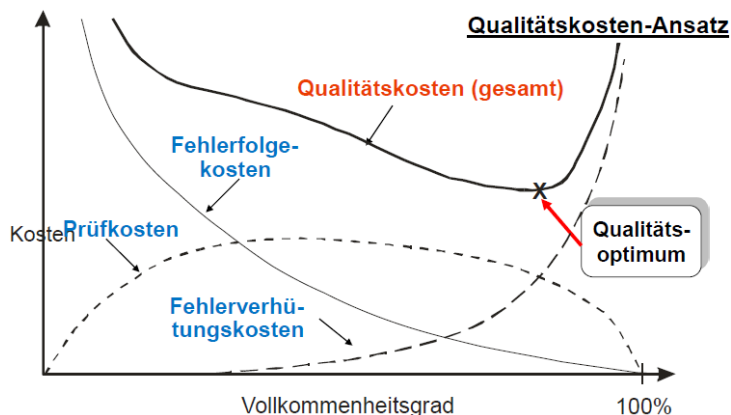
- Integration der früher angeführten Qualitätsdimensionen zu einer multiplen, möglichst umfassenden Qualitäts-Strategie
 - Beispiel Boss-Anzüge
 - deutsche Qualitätsfacetten: Anforderungserfüllung, Zuverlässigkeit, Haltbarkeit
 - italienische Qualitätsfacetten: Form und Farbe (Design)
 - französische Qualitätsfacetten: Imagequalität

TQM-Philosophie: Aktivitätscluster

- Grundlage: Norm DIN ISO 8402 (QM und QS, Begriffe)
- Zielebene: „*Management*“ im engsten Sinne (Qualitätspolitik)
- Mittelebenen: Instrumente zur Zielerreichung
 - *Qualitätsplanung*: Festlegung von *Qualitätsanforderungen* (Ebene 1) und Festlegung der Anforderungen an das QM-System (Ebene 2: QM-Handbuch)
 - *Qualitätslenkung*: Techniken zur Erfüllung von Qualitätsanforderungen
 - *Qualitätssicherung*: vgl. früher „*Qualitätsfähigkeit*“
 - *Qualitätsverbesserung*

Qualitätspolitik: Determinanten

- die Qualitätspolitik umfasst
 - die Festlegung der anzustrebenden *Qualitätsziele*
 - Auswahl der relevanten *Q-Dimensionen*, Bestimmung der erwünschten *Niveaus*
 - die Festlegung der *Qualitätsstrategien* zur Erreichen der Qualitätsziele
 - *technikzentrierte*, deutsche Strategie: Investition in *Betriebsmittel*
 - *humanzentrierte*, japanische Strategie: intensive *Personalentwicklung*
- im Gegensatz zur konventionellen QS werden die erwünschte *Produkt- und Prozessqualität*
 - *nicht als exogen vorgegeben* betrachtet
 - sondern als *endogene Gestaltungsparameter* des QM angesehen
 - Qualitätspolitik ist *aktive Gestaltung* der angestrebten Qualitätsniveaus
- im Gegensatz zu einer „naiven“ *Kundenorientierung* ist die Orientierung an den Kundenbedürfnissen und -anforderungen insofern *aufgeklärt*, als
 - *unterschiedliche Qualitätserwartungen* in verschiedenen Kundengruppen existieren, die i.d.R. mit unterschiedlichen Erlöspotenzialen verknüpft sind (→ *Differenzierungsthese*)
 - *latente* oder noch nicht existente *Qualitätserwartungen* bei den Kunden durch eine entsprechende Qualitätsoffensive geweckt werden können (→ *Manipulierungsthese*)
- Aufgabe der Qualitätspolitik ist es, die durch Gestaltungsspielräume der o.g. Thesen eröffnet werden, nach Maßgabe übergeordneter Handlungskriterien optimal auszuschöpfen
- die übergeordneten *Handlungskriterien* entstammen im Regelfall
 - entweder dem *strategischen Management*
 - Empfehlung der Differenzierungsstrategie (Porter: *Qualitätsführerschaft*)
 - oder aber einer entsprechend modern ausgebauten Version der betrieblichen *KLR*
 - Empfehlung von Strategien mit Minimierung der *Qualitätskosten* (Crosby)

Qualitätspolitik: Qualitätskosten

- *Fehlerfolgekosten* sind sämtliche Kosten (Leistungsminderungen), die durch Mängel der Produkt- oder Prozessqualität verursacht werden
 - *Ausschuss:* erhöhte Materialkosten und Erlösausfall
 - *Nacharbeit:* erhöhte Lohn- und Maschinennutzungskosten
 - Fehlerfolgekosten fallen umso *geringer* aus, je *höher* der Vollkommenheitsgrad - also das Qualitätsniveau von Produkten und Prozessen – ist
 - Beispiele: Erlösminderungen, Gewährleistungskosten, Gerichts- und Strafkosten, Goodwill-Verlust
- *Fehlerverhütungskosten* sind sämtliche Kosten, die von Maßnahmen zur Verminderung oder Vermeidung von Qualitätsmängeln bei Produkten oder Prozessen verursacht werden

- steigen tendenziell mit zunehmendem Qualitätsniveau sehr stark an
- Beispiele: Kosten für Auditierung/Zertifizierung des eigenen oder eines fremden Betriebs, Kosten für Arbeitsausfall während Auditierung, Kosten für Qualitätsdokumentation etc.
- *Prüfkosten* sind sämtliche Kosten, die von der Vorbereitung, Durchführung und unmittelbaren Auswertung von Qualitätskontrollen verursacht werden (Personal-, Messmittel-, Raumkosten)
 - Prüfkosten *steigen* zunächst mit *ansteigendem* Qualitätsniveau (Hereinprüfen von Qualität), *fallen* jedoch bei noch *weiter zunehmenden* Qualitätsniveau wieder ab (Produzieren von Q)
 - Beispiele: Wareneingangs-, Qualitäts-, Warenausgangskontrollen, Abnahmeprüfungen
- *problematische* Vermengung von *Produktqualität* und *Prozessqualität*, weil vermutlich *zunächst* ein Bezug auf die *Produktqualität*, *später* aber ein Bezug auf die *Prozessqualität* erfolgt
- Perspektiven
 - *alle* Aspekte des QM werden „*rechenbar*“
 - Qualitätsauffassung von Crosby: Kernziel des QM ist die konsequente Reduzierung von Qualitätskosten
 - Relevanz der Qualitätskosten zwischen 3 % (Lebensmitteln) und 30 % (KKW) vom Umsatz
- Probleme
 - traditionelle KLAR-Systeme weisen *keine Qualitätskosten* aus
 - Qualitätskosten müssen mühsam aus anderen Kostenarten hergeleitet werden
 - Gefahr von *Fehlern* und *Willkür*
 - höchst fraglich, ob die Qualitätskosten und ihre Komponenten in Abhängigkeit vom Qualitätsniveau *verursachungsgerecht* ermittelt werden können

Qualitätspolitik: Erweiterungen

- Erweiterung des Qualitätskosten-Ansatzes: Qualitätsbilanzen
- strategischer Ansatz: Auditierungs/Rentabilitäts-Portfolio
- aktuelle Strategie-Debatte
 - Lehrmeinung: i.d.R. muss man sich entscheiden, ob *entweder* Kostenführerschafts- oder Differenzierungsstrategie (U-Kurve von Porter)
 - *Outpacing-These*: *zunächst* eine Strategie auf hohem Niveau verwirklichen, *danach* auch die jeweils andere Strategie auf ebenso hohes Niveau führen
 - *Simultaneitäts-These*: CIM und Gruppenarbeit lassen beide Strategien *zugleich* auf hohem Niveau verwirklichen
- Perspektiven
 - fließender Übergang vom *taktischen* zum *strategischen* Produktionsmanagement
 - die *technische Machbarkeit* von Produkt- und Prozessqualität tritt zurück hinter ihre Beiträge zu Aufbau, Sicherung oder Ausbau von *Erfolgspotenzialen*
 - Rechtfertigung von Empfehlungen wie die „*Null*“-Fehler-Strategie
 - rein kostenorientiert nicht plausibel: siehe „Kostenkurven“
 - erfordert essenzielle eine *strategische* Perspektive
- falls der Outpacing-Ansicht oder der Simultaneitäts-These zugestimmt wird,
 - verliert der Qualitätskosten-Ansatz mit seiner Suche nach einem (kosten-)optimalen Qualitätsniveau zusätzlich an Überzeugungskraft, denn ein sehr *hohes Qualitätsniveau* steht nicht mehr in Konflikt zu *niedrigen (Qualitäts-)Kosten*

Qualitätsverbesserung: Qualitätskulturen

- die japanische TQM-Konzeption zeichnet sich auf der Mittelebene durch eine eigentümliche *Dichotomie* aus

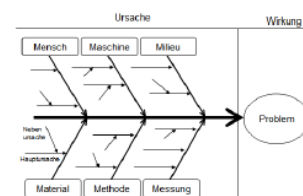
- *einerseits* herrscht im Bereich von Qualitätsplanung, -lenkung und -sicherung ein „*Status quo*“-Denken in *Standards* vor (vom Management im Rahmen der Qualitätspolitik festgelegt)
- *andererseits* wird großer Wert auf *Qualitätsverbesserung* durch Anheben der Qualitätsstandards gelegt
- aus japanischer Sicht bestehen *zwei* unverträgliche *Qualitätskulturen*
- *westliche* Manager konzentrieren sich einseitig auf
 - *Sicherung* der Qualität als Normalverhalten (2. Stufe des QM i.w.S.) und
 - *sporadische Innovationen* mit Möglichkeit zur *sprunghaft* verbesserten Qualität
- *östliche* Manager
 - berücksichtigen zwar auch Qualitätssicherung sowie Innovationen,
 - widmen sich aber darüber hinaus sehr intensiv der *kontinuierlichen Qualitätsverbesserung*
- These einer „*Verbesserungslücke*“
 - der westlichen Qualitätskultur fehlt es sowohl an *mentaler* Aufgeschlossenheit als auch an *Techniken* für kontinuierliche Verbesserungsprozesse

Techniken: Überblick

- *Quality Function Deployment (QFD)*: systematische *Umsetzung* von *Kundenbedürfnissen* in Produkteigenschaften und Fertigungs-/Montage-Anforderungen
- *Wertanalyse*: Verbesserung der Erfüllung von *Qualitätsanforderungen* an ein Produkt durch systematische *Produktgestaltung*
- *Ishikawa-Diagramme*: Identifizierung *plausibler Ursachen* von Qualitätsmängeln
- *Pareto-Analyse*: Erkenntnis *wesentlicher Ursachen* von Qualitätsmängeln
- *Failure Mode and Effects Analyses (FMEA)*
 - Fehlermöglichkeits- und Effekt-Analyse
 - *Identifizierung* und *Bewertung* denkmöglicher Produkt- und Prozessfehler

Techniken: Ishikawa-Diagramme

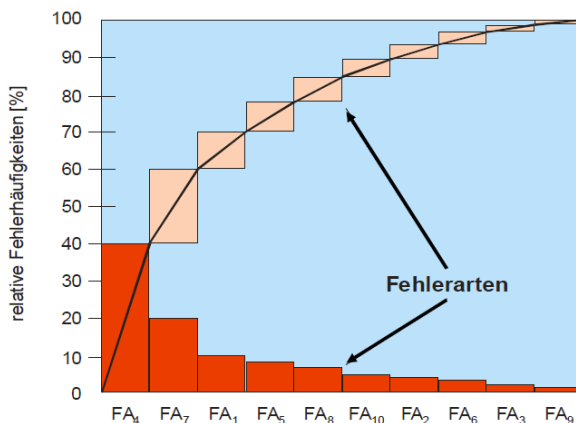
- auch: Ursache/Wirkungs- oder „Fischgräten“-Diagramme
- Anwendung
 - *systematische Sammlung* aller denkmöglichen *Ursachen* von Qualitätsmängeln
 - *Checkliste* zur Vollständigkeitsprüfung
 - *Strukturierung* der Ursachen-/Einflussgrößensammlung durch
 - *optische Zusammenfassung* von Einflussgrößen-Gruppen
 - *optische Differenzierung* zwischen Ursachenhierarchien
 - einzelfallabhängiges *Herausfiltern* der *plausibelsten* Mängelursachen
 - durch Diskussion oder *Relevanzbaum-Analyse*
- Vorgehensweise
 - Problembeschreibung
 - *Identifizierung* eines Qualitätsmangels anhand leicht *messbarer* Produkt-/Prozessmerkmale (→ Übereinstimmung Deming: „speak with data“)
 - günstig für die spätere *Überwachung* der Bekämpfung von Ursachen des Qualitätsmangels (unterstützt das *Qualitäts-Controlling*)
 - Diagramm-Konstruktion
 - horizontale Kante für das Problem / den *Qualitätsmangel*
 - Schrägkanten („Fischgräten“) für *Hauptursachen*
 - horizontale Kurzkanten für *Nebenursachen*
 - kurze Schrägkanten für *Unterursachen*



- Vollständigkeits-Check
 - durch intuitive *Anschauung* des Diagramms
- Relevanz-Beurteilung
 - Diagramme als *Kommunikationsmittel*, aber nicht als *Analysemittel*
- Kritik
 - *reine Darstellungstechnik* für bereits gefundene Erkenntnisse (Kommunikationstechnik)
 - *keine* Technik zur *Erkenntnisgewinnung*
 - *keine* Behandlung von *Maßnahmen* zur Bekämpfung der identifizierten Ursachen

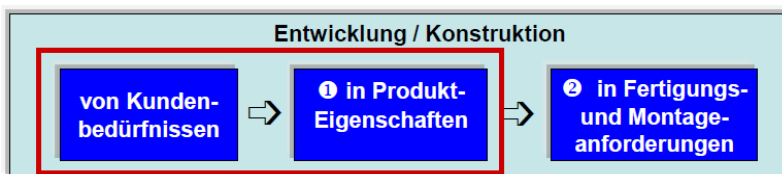
Techniken: Pareto-Analyse

- ermöglicht Erkenntnisse über die *Wesentlichkeit/Relevanz* der bereits identifizierten Ursachen von Qualitätsmängeln
 - gut geeignet zur *relevanzanalytischen Auswertung* von Ishikawa-Diagrammen
- Darstellungsinstrument: *Pareto-Diagramm*
 - ähnlich der *Lorenz-Kurve* aus der materialwirtschaftlichen ABC-Analyse



- *Relevanzindikator* ist
 - die *relative Häufigkeit* von Fehlerarten
 - je *häufiger* eine Fehlerart, desto *wichtiger* ihre Bekämpfung
 - Resultat: *Prioritätenliste* für die Fehlerbekämpfung (sehr wichtig für die betriebliche Praxis)

Techniken: Quality Function Deployment



- keine spezielle Methode, sondern ein *Arbeitsstil/Denkmuster*
 - Qualität wird nicht in Produkte hineingepflegt, sondern durch *systematisches* Handeln produziert
 - *Hauptansatz*: „*House of Quality*“
- *starke Kundenorientierung*
 - Qualitätsanforderungen gehen von Kundenbedürfnissen aus
 - weitgehendes Vermeiden nachträglicher Produktkorrekturen
- Zusammenführung aller am *Gesamtprozess* (Produktentstehung und -nutzung) beteiligten Unternehmensbereiche zu *gemeinsamer Arbeit* (*Integration* aller Prozessbeteiligten)
- Schwergewicht auf der Unterstützung innerbetrieblicher *Kommunikationsprozesse*
- Prozessorientierung bis hin zum *Lebenszyklus*-Konzept

Techniken: House of Quality

- Instrument, das anleitet
 - zum *systematischen Nachdenken* über die Umsetzung von Kundenbedürfnissen
 - zur *transparenten Dokumentation* der Planungsergebnisse
 - zur *strukturierten Kommunikation* über Ziele und Maßnahmen der Produktgestaltung / QM
- klar definierte Gestaltungsziele: *operatives Innovations- und Produktionsmanagement*
- Vorgehensmodell zur Erstellung
 - 1) Ermittlung der Kundenbedürfnisse (Marktforschung, Befragung, Beobachtung)
 - 2) kundenorientierter Vergleich mit den Wettbewerbern (Stärken-Schwächen-Profil)
 - 3) Übersetzung der Kundenbedürfnisse in (messbare) Produkteigenschaften
 - 4) Operationalisierung der Gestaltungsziele (Messverfahren, Zielwerte, Optimierungsrichtung)
 - 5) Konstruktion der Beziehungsmatrix (Produkteigenschaft ↔ Kundenbedürfnis)
 - 6) Konstruktion der Wechselwirkungsmatrix für Produkteigenschaften („Hausdach“)
 - 7) Ermittlung der Gesamtrelevanz einer Produkteigenschaft jeweils aus Kundensicht
 - 8) Ermittlung des Schwierigkeitsgrads der Realisierung einer Produkteigenschaft
 - 9) produktorientierter Vergleich mit den Wettbewerbern
 - 10) Keller des Hauses (Sammelplatz für Anmerkungen)

