

---

# Industrielle Produktionswirtschaft II

---

## 5.1. Anlagenplanung

- Rechtsgrundlagen
  - § Verträge
    - Kaufvertrag
    - Dienstvertrag (Angestellter)
    - Werkvertrag (z.B. leitender Angestellter)
  - § Vertragsarten
    - Studienvertrag (Marktanalyse,...)
    - Beratungsvertrag
    - Ingenieurvertrag
    - Liefervertrag
    - Montagevertrag
    - Inbetriebnahmevertrag
    - Lizenzvertrag
  - § Abrechnungsmodalitäten
    - Festpreis (lumpsum contract)
      - à Einrechnung von Inflation bei längerer Laufzeit
      - à Kurssicherungsklauseln (bzw. harte Leitwährung)
    - Aufwandserstattungsvertrag (cost plus (fixed) fee contract)
      - à Aufwandserstattung (à Nachweis) + Honorar
    - Zielpreisvertrag (target price contract)
      - à Bonus/Malus bei Über-/Unterschreitung von Höchst-/Mindestpreisen
      - à Evtl. Maximalpreisgarantie
    - Aufmaßvertrag
      - à Aufmaßpreisliste aufstellen und am Ende nach Leistung anhand der Liste Bezahlung
    - Vorvertrag (letter of intent)
  - § Vertragsgestaltung
    - nur Vertrag zu Gunsten beider Partner ist ein guter Vertrag
    - z.B. Leistungsgrenzen (battery limits), Vertragsstrafen (Pönalen)
- Logikpläne
  - § Organisationspläne/Matrixschemata/Tabelle
  - § Fließbilder
    - Grundfließbilder
    - Verfahrensließbilder
    - RI – Fließbilder (Rohrleitungs- und Instrumentenfließbilder, sehr detailliert)
  - § Verriegelungspläne -> Sicherheitstechnik
  - § Elektrische Schaltpläne
- Konstruktionspläne
  - z.B. Explosionszeichnung, Lageplan, Konstruktionszeichnung
- Zeitpläne

## 5.2. Spezifikation

- (1) Allgemeiner Teil
  - a) Standort, Standortbedingungen (Temperatur, Höhe über dem Meer, Infrastruktur)
  - b) Umfeld (best. Anlagen, Eigenschaften, Leistung)
  - c) Lageplan o.ä.
  - d) Gegenstand der Anfrage (Planung, Konstruktion, Lieferung, betriebsfertige Montage, Inbetriebnahme, Probetrieb, schlüsselfertig)
- (2) Technische Kriterien
  - a) Platz, Bodenverhältnisse
  - b) Technische Daten (Brennstoffzusammensetzung, Rauchgasdaten, Rauchgasschwankungen, VBh)
  - c) Anlagenbeschreibung (Folgeemissionen, Folgeprodukte, Meß-, Regel-, Leittechnik, Lager)
- (3) Techno- ökonomische Kriterien
  - a) Sicherheitsbestimmungen (Fluchtwege,...)
- (4) Leistungsumfang
  - a) Liefergrenzen
  - b) Bauseitige Leistungen
- (5) Gewährleistungen
  - a) Schallemissionen, Verfügbarkeit, Wirkungsgrad
- (6) ökonomische Kriterien
  - a) Termine
  - b) Preiszusammenstellung

Problem:

- § Spezifikation zu eng  $\Rightarrow$  Ausschluß einer evtl. besseren Lösung
- § Spezifikation zu weit  $\Rightarrow$  Angebote nicht vergleichbar

## 5.3. Anforderung an Bau und Betrieb von Anlagen

- § Unternehmen
  - § Haftung  $\Rightarrow$  Unternehmensform
  - § Außenwirtschaftsgesetz
- § Betrieb
  - § Bebauungsplan
  - § Rahmentarifverträge
- § Arbeitssicherheit
  - § Stand der Technik
  - § VDI- Richtlinien, DIN Normen, MAK Werte
  - § GefStoffVO, Unfallverhütungsvorschriften, GerätesicherheitsG
- § Umweltschutz
  - § UVPG
  - § BImSchG ( $\Rightarrow$  EAPW)
  - § Störfall VO, GFAVO
- § Emissionsgesetze
  - § Steuern/Abgaben, Auflagen
  - § Vereinbarungen, handelbare Rechte

## 5.4. Investitionsschätzung

- Summarische Verfahren der Vorkalkulation
  - § Vorgehen
    - § AV und UV Kapitalbedarf bestimmen
    - § Vorkalkulation Kosten
    - § Ertragsschätzung der Produkte (Marktanalyse, Absatzanalyse, Preisprognose)
    - § Wirtschaftlichkeitsrechnung
  - § Zeitindizes
    - § Chemical Engineering Plant Cost Index (USA)
      - à besonders chem. Industrie
    - § Process Engineering Plant Cost Index (GB)
      - à keine Produktivitätskorrektur à unbrauchbar?
    - § INSEE- Index (F)
      - à Korrekturfaktoren für Preissteigerung von Fe-/NE Metallen, Löhnen
    - § **Kölbel-Schulze-Index** (D)
      - Revision 1985=100, basiert auf Preisindizes des Statistischen Bundesamtes
    - § StO-Indizes (in D nicht so wichtig)
  - § Faktormethoden (Modulmethoden)
    - § **Zevnik-Buchanan**
      - $I_A = N \text{ CPF } 1,33 (P_t/P_0) 10^6 \text{ US\$}$
      - $CF = 2 * 10^{F_T + F_p + F_M}$
      - mit N = Anzahl funktionaler Einheiten
      - CPF = f(CF)
      - $P_t$  = Preisindex in t,  $P_0$  = Basispreisindex ( $P_0=300$  für 1960 nach CCI)
      - $F_T, F_p, F_M$ : Korrekturfaktoren für Temperatur, Druck, Material
      - Nachteil: nur Hauptstrom, Nebenströme mit nur kleinen Mengen
    - § **Stallworthy**
      - $C = \frac{0,075}{A} \sum_1^s (N F_M F_p F_T R) : 10 \text{ Pounds}$
      - mit: A = Größenfaktor, N = Anzahl der signifikanten Teilschritte, R = Massenverhältnis des Stroms zum Hauptstrom, S = Anzahl der Ströme,  $F_M, F_p, F_T$  = Material/Druck/Temperaturfaktoren
  - § Faktormethoden (Energie)
    - § Gaensslen (nur organische Grundstoffindustrie)
      - $I = 10^{-4} D$  mit D = pro ZE dissipierte Energie (1976)
      - Genauigkeit: 25%
  - § Faktormethoden (differenzierte Zuschlagssätze)
    - § Guthrie
      - 6 Modul Zuschlagssätze
      - à Kompliziert; je nach Kenntnisstand besserer Ergebnisse
  - § Faktormethoden (analytisch)
    - § Hirsch/Glazier
      - à besser für Berechnung durch den Computer
  - § Detaillierte Einzelermittlung
    - § **Chauvel**: Echangeurs tubulaires (WT)
      - $I = I_0 f_d f_\phi f_e f_{np} f_p f_t f_m$  mit  $f_x$  = Korrekturfaktoren

### 5.5. Schätzung von Kosten (VDI 3800)

$$K = \sum a_j (I_j - \Delta I_j) + \sum m_i p_i + \sum A_l p_l + \sum S_n + \sum F_q - \sum |E_u|$$

(siehe auch EAPW)

- (1) Investitionsabhängige Kosten  
 zu I: Investition (inklusive Planung, Montage, Unvorhergesehenes, Lizenzen,...)

- a<sub>1</sub>: Abschreibung (etwa 0,05/a); Δ I<sub>1</sub>: Grundstück
- a<sub>2</sub>: kalk. Zinsen auf Ø -geb. Kapital (etwa 0,04/a)
- a<sub>3</sub>: R&I (normalerweise 0,01 ≤ a<sub>3</sub> ≤ 0,11)
- a<sub>4</sub>: Versicherung
- a<sub>5</sub>: Realsteuern (Grund-, Gewerbekapital-, Vermögens-)

- (2) Betriebsmittelverbrauchsabhängige Kosten

- § Molmassen ( $\tilde{M}$ ):
  - § Schwefel (S): 32 g/mol
  - § Sauerstoff (O): 16 g/mol
  - § Kohlenstoff (C): 12 g/mol
  - § Wasserstoff (H): 1 g/mol
  - § Calcium (Ca): 40 g/mol
  - § Stickstoff (N): 14g/mol
- § Einheiten:
  - § 1 kcal = 1,16 \* 10<sup>-6</sup> MWh
  - § 1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup> = 1 Ws
  - § Molstrom:  $\dot{n} = \frac{\dot{M}}{\tilde{M}}$
- § Energiebilanzen / -erhaltung
- § Massenbilanzen / -erhaltung
- § Reaktionsgleichungen (Kalksteinwäsche)

### 5.6 Größendegression

I = a X<sup>m</sup> (X = Kapazität; m=0,6 (Durchschnitt))  
 (Vorsicht: Anlagen-, Werkstoffgrenzen)

GD Koeffizient ≤ 1	GD Koeffizient ≥ 1
§ <u>Werkstoffverbrauch</u> , denn Oberfläche wächst mit Potenz 2/3 des Volumens	§ <u>Werkstoffgrenzen</u> ⇒ stufenförmige Funktion
§ <u>Montageaufwand</u> stark degressiv, teilweise sogar unabhängig von Kapazität	§ <u>Materialdicken</u> abhängig von Kapazität
§ <u>Meß- und Regeltechnik</u> , <u>Offsites</u> (wie Heranführen von Strom), <u>Engineering</u> , <u>Anfahrkosten</u> weitgehend unabhängig von Kapazität	§ <u>Fremdbezug</u> : Preise unterliegen Angebot und Nachfrage; Konkurrenzsituation nicht von Kapazität abhängig
	§ <u>andere Größen</u> neben Kapazität haben einen Einfluß auf die Kosten (Druck, Temperatur,...)
	§ <u>Kapazitätsmaß</u> nicht einheitlich

aber: parallelgeschaltete Aggregate  
 ⇒ Verlust GD, durch höhere Sicherheit, Zuverlässigkeit kompensiert

### 5.7 Kapazitätsplanung und -expansion

- § verschiedene Definitionen Kapazität
  - § mengenmäßiges Leistungsvermögen (einer wirtsch. Einheit)
  - § Zahl der Arbeitsplätze
  - § Produktionsmenge in ME pro ZE
- § Arten
  - § qualitative  $\leftrightarrow$  quantitative Kapazität
  - § Normal- / Maximalkapazität
  - § Perioden- / Totalkapazität
- § Kapazitätsexpansionsmodelle
  - § **Schneider**
    - § Ann.:
      - § keine Fehlmengen
      - § lineares Nachfragewachstum
      - § Produktionskosten unabh. von Menge
      - § Erweiterungsstufen haben gleiche Länge
      - § kein technischer Fortschritt
  - § **Manne und Veinott**
    - § Umfang der Kap.erw.:  $v_t$  (Entscheidungsvariable) ( $t \in \{1, \dots, T\}$ )  
mit  $v$  zulässig  $\leftrightarrow v \geq 0 \wedge z_t = 0$
    - § Überkapazität am Ende von  $t$ :  $z_t$  mit  $z_0=0 \wedge z_t = \sum (v_j - D_j)$
    - § Ausgaben zum Kapazitätsplan  $v$ :  $C(v)$  (auf  $t=1$  abgezinst) aus Investitions und Importausgaben
    - § Regeneration Point Theorem  
opt. Kap.plan  $\leftrightarrow \exists$  Regenerationspunkt ( $z_t = 0$ ) zw. je 2 Kapazitätserweiterungen
    - § Variante a) Keine Importe zugelassen
    - § Variante b) zeitweilige Importe zugelassen
    - § Nachteile
      - § nur Nachfragewachstum  $\geq 0$  zulässig
      - § diskrete Zeitpunkte für Kap.erw.
    - § Vorteile (im Vgl. zu Schneider)
      - § unterschiedlich große Kapazitätserweiterungen möglich
      - § keine konstanten Erweiterungsintervalle
  - § **Coleman und York**
    - § chemische Industrie
  - § **Zechner und Fischer**
- § **Kapazitätsreduktion**
  - § Gesamtkostenminimierung (abgezinst)

## 5.8 Anlagenoptimierung

- Optimierung:= Entwickeln einer besseren, „machbaren“ Lösung in vorgegebener Zeit bei partieller Unkenntnis von Zusammenhängen
- Vorgehen: siehe IP 1: Systemstudie

## 5.9 Verfahrenswahl / Verfahrenvergleich

- § Neue Anlagen oder Aggregate
  - § Kapitalwert, Annuität, Amortisationsdauer
  - § auch: technische, techno-ökonomische, rechtliche, ökologische Faktoren ( teilweise nicht quantifizierbar)
- § Bestehende Anlagen oder Aggregate
  - § kritische Losgrößen berechnen
- § Anlagenersatzproblem
  - § Kapitalwert:  $C_0 = \sum [Q(t) (1+r)^t]$
  - § Kapitalwert bei stetiger Verzinsung:  $C_0 = -I(0) + \int_0^n Q(t) e^{-rt} dt + R(n) e^{-rn}$ 
    - § opt. Ersatzzeitpunkt  $\Leftrightarrow Q(n) + R'(n) - r R(n) = 0$
    - § Problem: Überbewertung des Restwertes
    - § bei identischen Aggregaten:  $\partial C_0 / \partial n_1 = 0 \wedge \partial C_0 / \partial n_2 = 0$
  - § Reparaturausgabengrenze - Ansatz
    - § kummulierte Ausgaben:  $Y(t) = A + b t^k$
    - §  $t_{opt} = \sqrt[k]{A / ((k-1) b)}$

### 5.10 Reparatur und Instandhaltung (R&I)

(nicht gelesen)