



EINFÜHRUNG IN LIFE SCIENCE ENGINEERING III

1+0 SWSt.

Inhaltsverzeichnis

1. Anlagenplanung

- 1.1 Einführung
- 1.2 Fließschemata
- 1.3 Verfahrenstechnische Spezifikationen
- 1.4 Regelungsaufgaben

2. Betriebswirtschaftliche Fragen

- 2.1 Bestimmen des Investitionsaufwandes
- 2.2 Wirtschaftlichkeitsrechnung
- 2.3 Bilanz
- 2.4 Gewinn

Prof. Dr.-Ing. Rainer Reimert

Raum: 109, Geb. 40.11

Sprechzeiten: montags 10:00 - 11:30
und/oder nach Voranmeldung

Sekretariat: Sabine Hecht

Telefon: +49 (0)721 / 608-2561

Gregor Worringer

Raum: 003, Geb. 40.02

Sprechzeiten: nach Voranmeldung

Telefon: +49 (0)721 / 608-2575

Email: gregor.worringer@ciw.uka.de

Vorlesungstermine:

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------|--------|
| 23.10 | 30.10 | 6.11. | 13.11. | 20.11. | 27.11. | ---- | 11.12. |
|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------|--------|

1. Anlagenplanung

1.1 Einführung

Projektbegriff in Anlehnung an DIN 69901

Ein Projekt ist ein Vorhaben, das vor Allem durch die Einmaligkeit der gesamten Bedingungen gekennzeichnet ist. Hierzu zählen unter anderem:

- Die Zielvorgabe
- Eine zeitliche, finanzielle und personelle Begrenzung
- Eine projektspezifische Organisation
- Eine Abgrenzung gegenüber anderen Vorhaben

Tab. 1.1: Projektbegriff

- Instandhaltung
- Erhöhung des Produktionsstroms
- Verfahrensänderung zur Energieeinsparung
- Verfahrensänderung zur Emissionsverminderung
- Verfahrensentwicklung
- Standardisierung
- Erstellen eines Angebots
- Abwicklung / Bau einer Teilanlage
- Abwicklung / Bau einer Gesamtanlage
- Abbau einer Anlage

Tab. 1.2: Typische Projektarten

- Zielgerichtet
- Widerspruchsfrei
- Vollständig
- Einschluss von Varianten

Tab. 1.3: Anforderungen an die Planung

Nur zum persönlichen Gebrauch

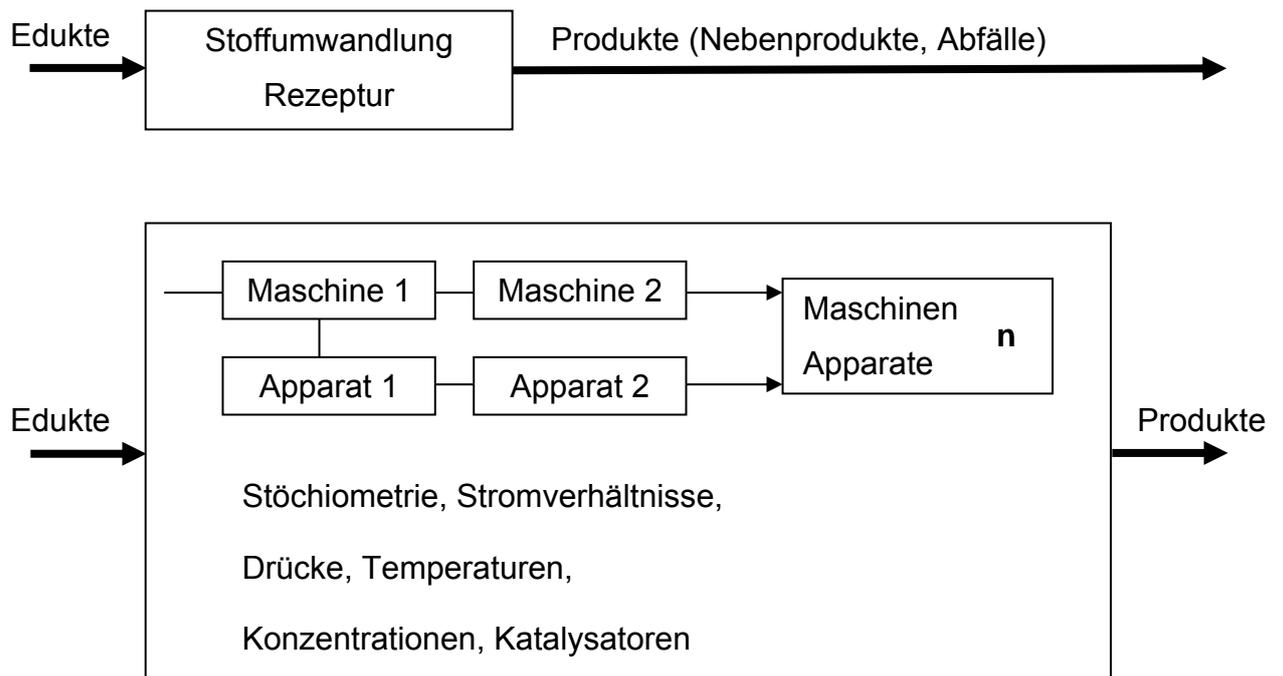


Abb. 1.1: Prinzipieller Aufbau einer Chemieanlage

- Beschreibung des Verfahrens (verbal und mit Fließbildern)
- Aufstellung der Stoff- und Energiebilanzen
- Festlegen der Betriebsbedingungen
- Festlegen der Stoffdaten
- Quantifizieren der Emissionen und Abfallstoffe
- Spezifizieren der Maschinen und Apparate
- Werkstoffvorauswahl
- Entwurf von Lage- und Aufstellungsplan

Tab. 1.4: In der Grundplanung (basic engineering) zu erledigende Arbeiten

Nur zum persönlichen Gebrauch

- Kick - off - meeting
- Projektbesprechungen
- Terminkontrolle
- Kostenkontrolle
- Fortschrittsberichte

Tab. 1.5: Mittel für die Projektsteuerung

- Stoff- und Energiebilanzen, (Impulsbilanzen)
- Fließschmata
- Verfahrenstechnische Spezifikationen der Apparate und Maschinen

Tab. 1.6: In der Verfahrensauslegung zu erstellende Dokumente

Nur zum persönlichen Gebrauch

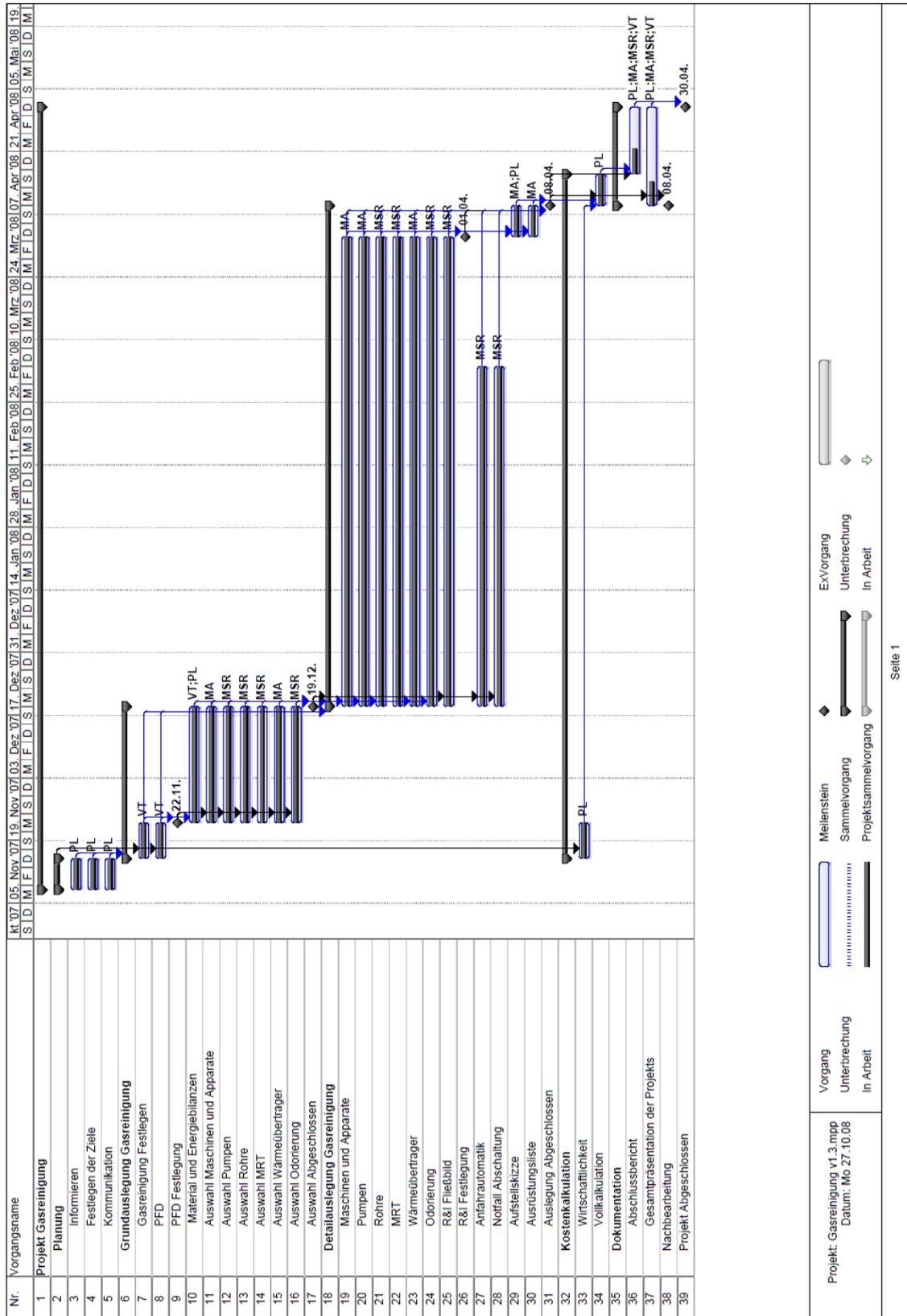


Abb. 1.2: Terminplan aus dem Projektierungskurs 2007/2008

1.2 Fließschemata

| | |
|--|--|
| Grundfließschema (block diagram, BD) | <ul style="list-style-type: none"> Anlagenteile, komplette Teilanlagen, Grundoperationen, Verfahrensabschnitte Darstellung in Rechtecken |
| Verfahrensfließschema (process flow diagram, PFD) | <ul style="list-style-type: none"> Konkrete Darstellung von Apparaten und Maschinen sowie von Hauptregelkreisen Darstellung mit genormten Symbolen |
| Rohrleitungs- und Instrumentenfließschema (piping & instruments diagram, P&ID) | <ul style="list-style-type: none"> Detaillierte Darstellung sämtlicher Apparate und Maschinen, MSR-Geräte und Rohrleitungen Darstellung mit genormten Symbolen |

Tab. 1.7: Die bei der Planung verwendeten Fließschematypen (die graphischen Symbole sind in DIN EN ISO 10628 definiert)

Nur zum persönlichen Gebrauch

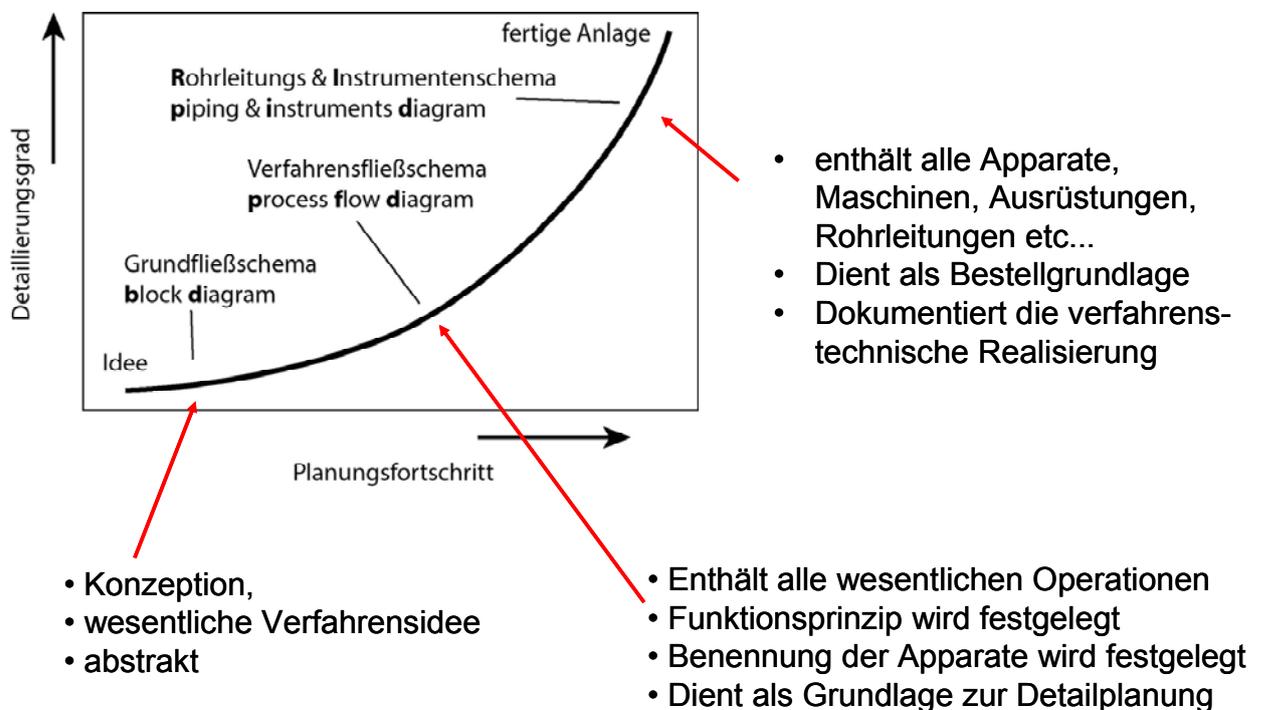


Abb. 1.3: Einordnung der Fließschematypen in den Planungsfortschritt

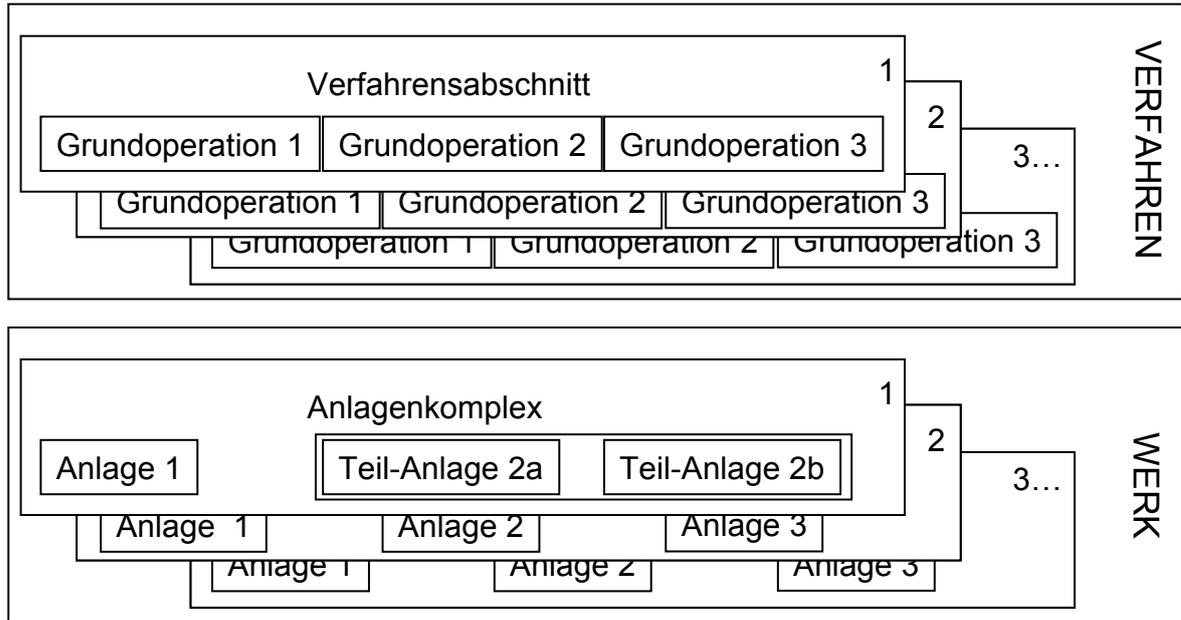


Abb. 1.4: Gegenüberstellung verschiedener wichtiger Begriffe.

Nur zum persönlichen Gebrauch

| Art des Abschlußkörpers | Starr | | | | Flexibel |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| | Geradlinig | | Drehend um Achse quer zur Strömung | | Je nach Ausführung |
| Arbeitsbewegung des Abschlußkörpers | Quer zur Bewegung | In Richtung der Bewegung | Durch den Abschlußkörper | Um den Abschlußkörper | Je nach Ausführung |
| Schematische Darstellung | | | | | |
| Grundbauarten | Schieber | Ventil | Hahn | Klappe | Membranarmatur |
| Beispiele | | | | | |

Abb. 1.5: Grundbauarten von Absperrarmaturen (Quelle: J. Ibanez, 3R International, 36, 1997, S. 100-115)

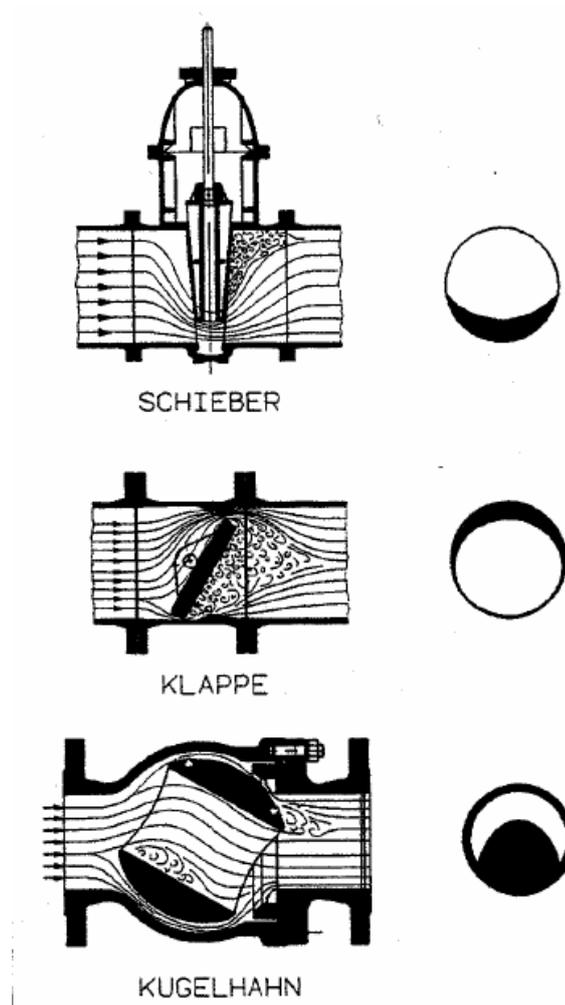


Abb. 1.6: Strömungsverhalten verschiedener Armaturen in Drosselstellung (J. Brien, Industriearmaturen, 1, 1997, S. 7-18)

Nur zum persönlichen Gebrauch

| Kennbuchstabe | Benennung |
|---------------|---|
| A | Allgemeine Apparate, Maschinen |
| B | Behälter, Tank, Bunker, Silo |
| C | Chemischer Reaktor |
| D | Dampferzeuger, Gasgenerator, Ofen |
| F | Filterapparat, Flüssigkeitsfilter, Gasfilter, Siebapparat, Abscheider |
| G | Getriebe |
| H | Hebe-, Förder-, Transporteinrichtung |
| K | Kolonne |
| M | Elektromotor |
| P | Pumpe |
| R | Rührwerk, Rührbehälter mit Rührer, Mischer, Kneter |
| S | Schleudermaschine, Zentrifuge |
| T | Trockner |
| V | Verdichter, Vakuumpumpe, Ventilator |
| W | Wärmeübertrager |
| X | Zuteil-, Zerteileinrichtung, sonstige Geräte |
| Y | Antriebsmaschine außer Elektromotor |
| Z | Zerkleinerungsmaschine |

Tab. 1.8: Kennbuchstaben für Apparate, Maschinen und Geräte
(DIN EN ISO 10628, Anhang D)

| Kennbuchstabe | Benennung |
|---------------|---|
| B | Absperrventil |
| F | Filter, Sieb, Schmutzfänger (in Rohrleitungen) |
| G | Sichtscheibe |
| H | Regelventil (Hahn) |
| K | Kondenstopf |
| R | Rückschlagventil |
| S | Armatur mit Sicherheitsfunktion (z.B: Berstscheibe) |
| V | Ventil, allgemein |
| X | andere Armatur (muss gesondert definiert werden) |
| Y | andere Armatur mit Sicherheitsfunktion (muss gesondert definiert werden) |
| Z | Blende, Blindscheibe |

Tab. 1.9: Kennbuchstaben für Armaturen (DIN EN ISO 10628, Anhang D)

| Kennbuchstabe | Benennung |
|---------------|----------------------------------|
| P, Q | Rohr, Rohrleitung, Leitungskanal |
| R | Rohrleitungsteil |
| S | Schlauch |
| T | Rinne (offen), Graben |
| U | Kanal (unterirdisch) |

Zusätzlich zu dem Rohrleitungs-Kennbuchstaben sind der nominale Durchmesser (DN), der nominale Druck (PN), Material und Art der Rohrleitung (Klassifizierungsnummer) anzugeben

Tab. 1.10: Kennbuchstaben für Rohrleitungen (DIN EN ISO 10628, Anhang D)

Nur zum persönlichen Gebrauch

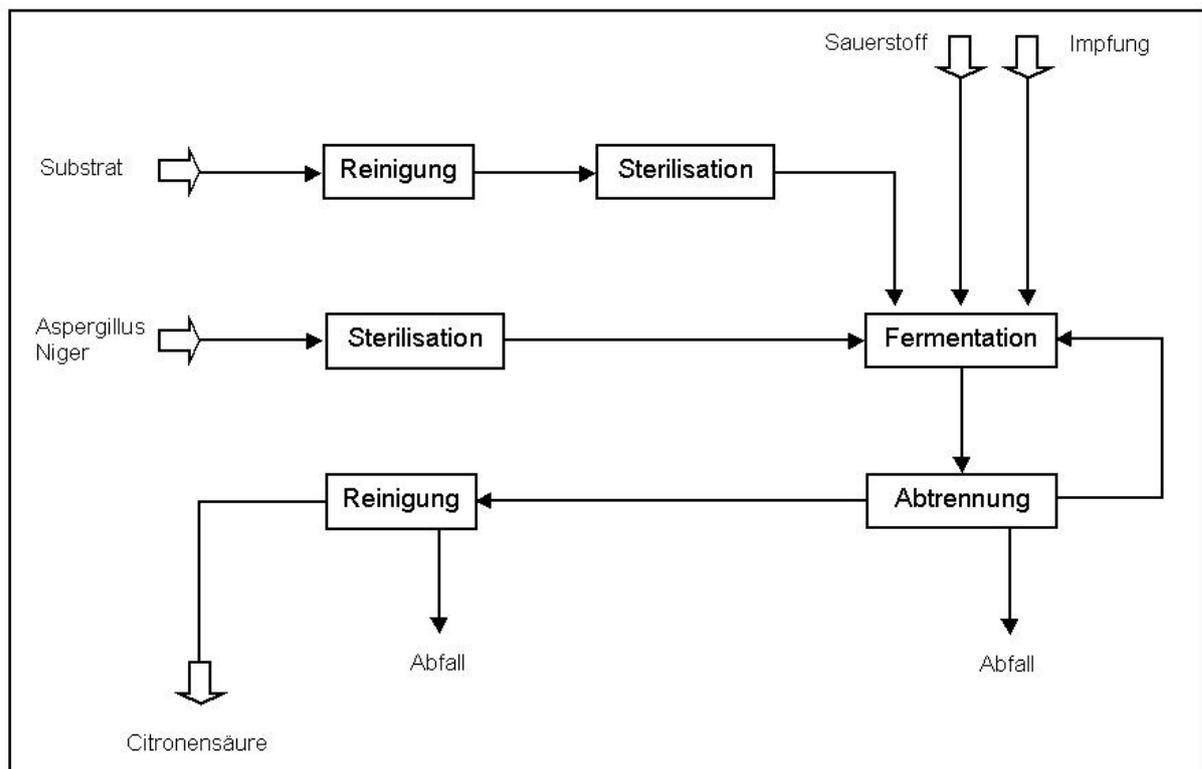


Abb. 1.7: Grundfließschema der Citronensäureherstellung

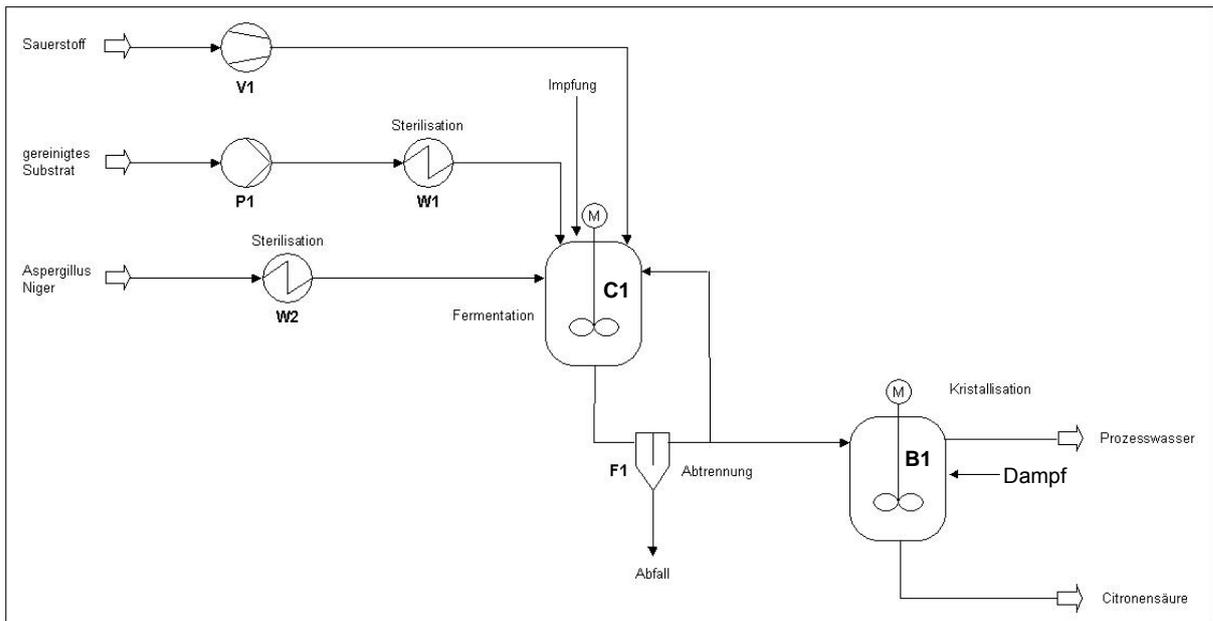


Abb. 1.8: Verfahrensfliesschema der Citronensäureherstellung

Nur zum persönlichen Gebrauch

1.4 Verfahrenstechnische Spezifikationen

Nur zum persönlichen Gebrauch

| LURGI LURGI GESELLSCHAFTEN Frankfurt (Main) | | ROHRBÜNDEL-WÄRMEAUSTAUSCHER Datenblatt | | Gesellschaft Wärme Auftrag: LTT-00-6744-40 Vorschrift: EA Blatt 1 von 1 | |
|---|--|---|---|--|---|
| 1 | Pos.-Nr.: EA 640T B | Benennung: Einsatzkeratin - Austauscher | | | |
| 2 | Typ: BFU nach TEMA | Aufstellung: horizontal | Nenn-Ø: 974,4 | Rohrlänge: 4880 mm | |
| 3 | Kunde: | LURGI-Zchg.Nr.: | Anzahl d. App.: 1 x | % Schaltung: parallel in Serie 1) | |
| 4 | Hersteller: | -Zeichnungs-Nr.: | Ausführte Überganggröße p app: | | m ² insgesamt: |
| BETREBS- UND ARBEITSDATEN (für Hd. Nr. 1 für 1 Apparat) | | | Mantelseite | | Rohrseite |
| 5 | Durchflußstoff | Keratin - Raffinat | | Keratin - Hexan - Raffinat | |
| 6 | Korrosive Bestandteile | Keine | | Keine | |
| 7 | Arbeitstemperatur | °C | ein: 230 aus: 295 | ein: 225 aus: 247 | |
| 8 | Arbeitsdruck, absolut | bar | ein: 7,5 | ein: 2,05 | |
| 9 | Gesamt einströmender Massenstrom | kg/h | 20581 | | 19450 |
| 10 | Flüssigkeit, Dämpfe, (Inert-)gas | kg/h | 20581 | | 19450 |
| 11 | Wasser, Wasserdampf | kg/h | | | |
| 12 | verdampfte Flüssigkeit, kond. Dämpfe | kg/h | | | |
| 13 | verdampftes Wasser, kond. Wasserdampf | kg/h | | | |
| 14 | Molekulmasse | kg/kmol | | | |
| 15 | Dichte | ρ kg/m ³ | | | |
| 16 | dyn. Viskosität kinem. | cm ² s ⁻¹ | Ein: 0,30 / Aus: 0,27 | | |
| 17 | wahre spez. Wärme | c _p kJ/kgK | 2,02 | | |
| 18 | Wärmeleitfähigkeit | λ W/mK | 0,84 | | |
| 19 | Oberflächenspannung | σ N/m | | | |
| 20 | Verdampfungs-, Kondensationswärme | r kJ/kg | | | |
| 21 | Molekulmasse | kg/kmol | | | 96 |
| 22 | dyn. Viskosität kinem. | cm ² s ⁻¹ | | | Ein: 3,06 / Aus: 2,44 |
| 23 | wahre spez. Wärme | c _p kJ/kgK | | | 2,30 |
| 24 | Wärmeleitfähigkeit | λ W/mK | | | 0,038 |
| 25 | Siedebeginn (Bubble point) | °C | | | |
| 26 | Molekulmasse: Dämpfe + Inertgas, Inertgas 1) | kg/kmol | | | |
| 27 | Dichte: Dämpfe + Inertgas (..... bar, abs, bar, °C) | ρ kg/m ³ | | | |
| 28 | H ₂ -Partielldruck, absolut | bar | bei: °C | bei: °C | |
| 29 | Strömungsgeschwindigkeit, Re-Zahl | m/s, - | 0,487 | 9,0 | |
| 30 | Druckverlust | Δp bar | zul.: 0,0025 | ber.: 0,30 | zul.: 0,05 |
| 31 | Verschmutzungswiderstand | 1 m ² K/W | 0,0023 | | |
| 32 | Wärmeübergangskoeffizient 1) | k W/m ² K | | | |
| 33 | Wärmedurchgangskoeffiz. berechnet / verschmutzt | k W/m ² K | | | |
| 34 | Insgesamt übertragene Wärmemenge 1) | Q kW | 830-10 ⁴ | | Wärmeübergangskoeff. 1) ber.: 432 m ² ausgelegt m ² |
| 35 | AUSFÜHRUNG (für einen Apparat) | Mantelseite | | Rohrseite | |
| 36 | Wegzahl | 2 | | 2 | |
| 37 | Betriebsemp.-zul Betriebsüberdruck, Prüfdruck | °C, bar | 350 12 18 | 370 5 7,5 | |
| 38 | Mittlere Probe-, Anfahr-, Betriebs- Werkstofftemperatur Abfahrzustand, Sonderfall | °C | | | |
| 39 | Abnutzungszuschlag, Verschleißungsbeiwert | mm, - | 2 | | |
| 40 | Stützen: NW, ND, Dichtfläche nach: | Eintritt Austritt | 10" 300 lbs. RTJ | 3" 300 lbs. RTJ | |
| 41 | | | 10" 300 lbs. RTJ | 3" 300 lbs. RTJ | |
| 42 | Oberfl.-Schutz innen, Karr.-Schutz außen | na, - | Basaltfasermatte 100 mm | | Basaltfasermatte 100 mm |
| 43 | Isolierart, Isolierdicke | na, - | Basaltfasermatte 100 mm | | Basaltfasermatte 100 mm |
| 44 | Umlenkblech: Abstand | 180 mm | Überstand über Mitte: 7 mm | | Lage: |
| 45 | Rohranzahl | 404 | Rohrteilung: 45° 25 mm außen kor. 6 mm | | Wulstdicke: 1,05 * 2,7 mm |
| 46 | Mantel | HE | Skizze: (Klebefolie benutzen!) | | |
| 47 | Mantelhaube | HE | | | |
| 48 | Rohrboden | HE | | | |
| 49 | Vorkammer | HE | | | |
| 50 | Schwimmkopf | | | | |
| 51 | Rohre | 1 1/2" P | | | |
| 52 | Einbauten | M Rst 37-2 | | | |
| 53 | Dichtungen | JT mit Weichsteinmantel | | | |
| 54 | Profilblech: | ja, nein 1) Ersatzbündel: | ja, nein 1) | | |
| 55 | Gewichtsbegrenzung für 1 Rohrbündel: | l | | | |
| 56 | Ø-Begrenzung für 1 Rohrbündel: | mm | | | |
| 57 | Ausführung nach: TEMA R | Berechnung nach: ASME | | | |
| 58 | Art der Druck- und Dichtheitsprüfung: Wasserdruckprobe | | | | |
| 59 | | | | | |
| 60 | | | | | |
| 61 | Bemerkungen: 1) Nichtzutreffendes streichen! 2) Bezogen auf äußeren Rohr-Ø 3) Nur bei Festrohrplattenapparaten | | Alle Drücke in bar, wenn nicht anders angegeben, sind Überdrücke. | | |
| zugehörige LURGI-Leitzzeichnung Nr.: J. PTV - 0974 | | Zeichnungs-Nr.: 0. PTV - 1101, -1102, 2. PTV - 1102 | | | |
| Aufgestellt: RLS | | Dat.: 7.11.85 | | Geprüft: Dat.: Rev. gepr.: | |

Abb. 1.9: Auslegungsvorschrift für Rohrbündel-Wärmeaustauscher (Lurgi)

1.5 Regelungsaufgaben

Nur zum persönlichen Gebrauch

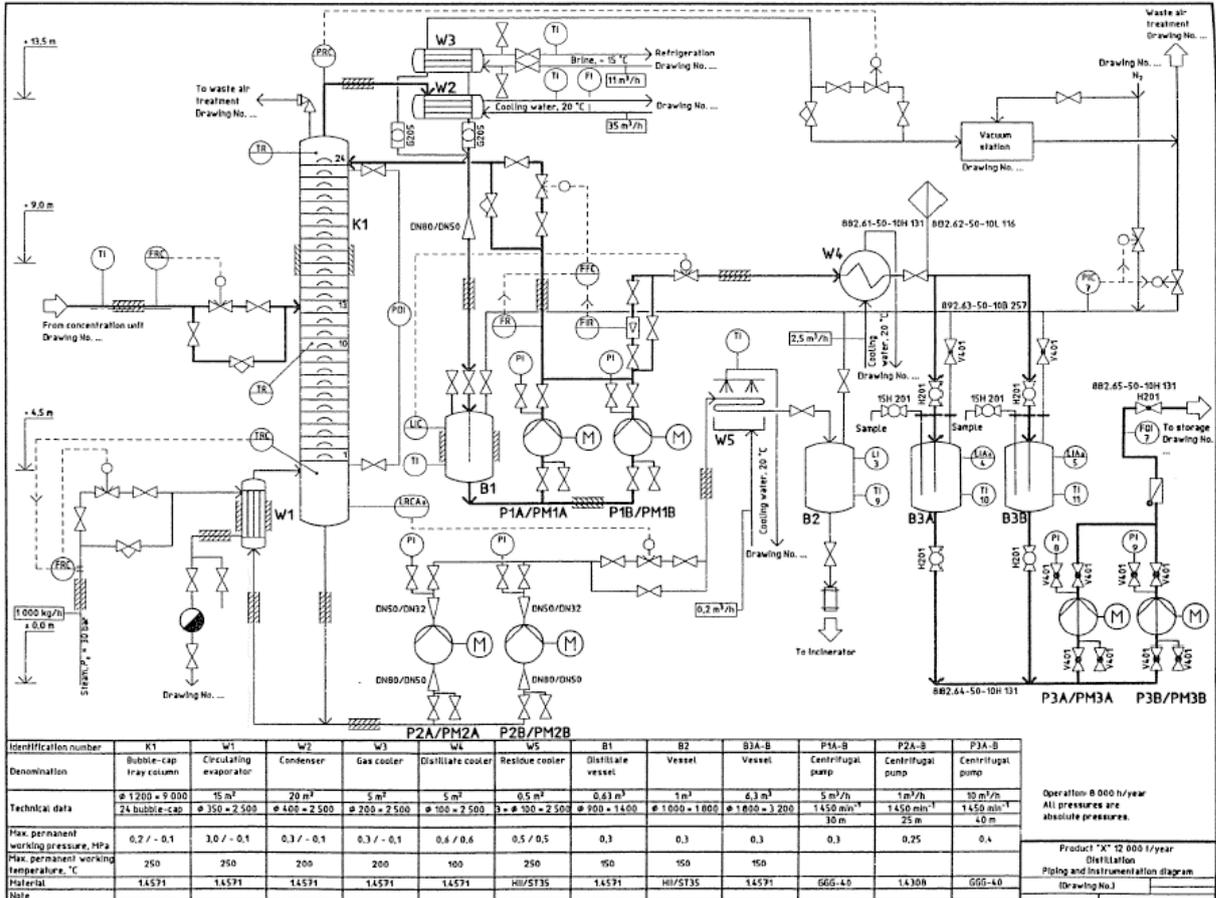


Abb. 1.10: Beispiel für ein R&I Fließschema (Quelle: DIN EN ISO 10628 Anhang D)

| Erstbuchstabe | Ergänzungsbuchstabe | (1. u. 2.) Folgebuchstabe |
|--|---|-----------------------------------|
| T: Temperature (Temperatur) | D: Difference (Differenz) | I: Indication (Anzeige) |
| P: Pressure (Druck) | F: Fraction (Verhältnis) | R: Register (Aufzeichnung) |
| F: Flow (Massen-/Volumenstrom, allg. Stoffstrom) | J: Messtellenabfrage | C: Control (Regelung) |
| L: Level (Füllstand) | Q: Integral, Summe | A: Alarm, Störungsmeldung |
| W: Weight (Gewichtskraft, Masse) | E: Aufnehmerfunktion ohne weitere Verarbeitung | ±: Ober-/Untergrenze |
| Q: Quality (allg. Stoffeigenschaften z.B. Konzentration, pH-Wert, Brechungsindex, Heizwert) | | S: Switch (Schalten) |
| | | Reihenfolge I, R, C |

Tab. 1.11: Kennbuchstaben der EMSR-Technik (Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik) nach DIN 19227-1

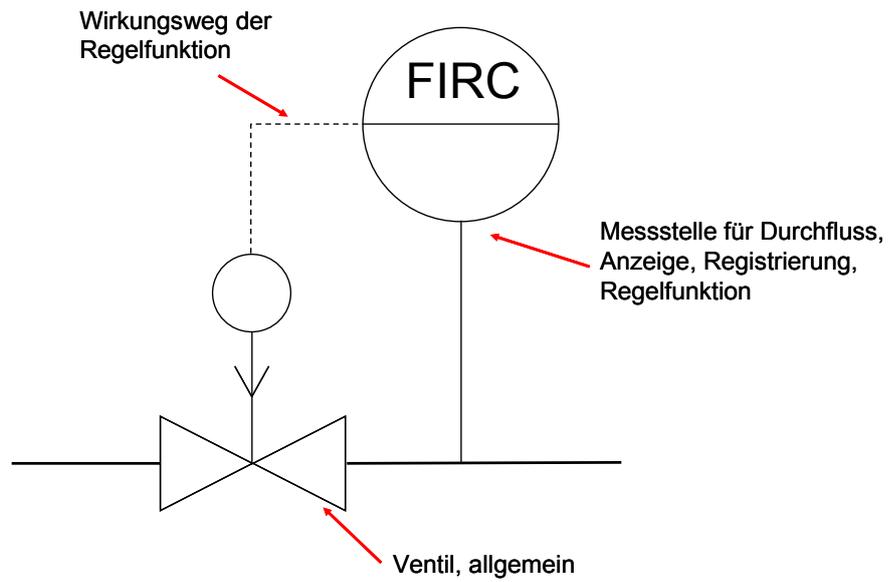


Abb. 1.11: Darstellung einer Durchflußregelung mit Anzeige und Registrierung. Beim Ausfall von Hilfsenergie schließt das Ventil.

| Benennung | Symbol | Bemerkung |
|---|--------|--|
| EMSR-Aufgaben allgemein | | Das Symbol wird mit einem Kreis dargestellt und kann je nach Länge des eingeschriebenen Textes zu einem Langrund werden. |
| EMSR-Aufgaben, die mit Prozeßleitsystemen (PLS) realisiert werden | | Das Symbol wird mit einem Quadrat mit eingeschriebenem Kreis dargestellt und kann je nach Länge des eingeschriebenen Textes zu einem Langsymbol werden. |
| EMSR-Aufgaben, die mit einem Prozeßrechner (PR) realisiert werden | | Das Symbol wird mit einem Sechseck dargestellt und kann je nach Länge des eingeschriebenen Textes zu einem Langsymbol werden. |

Abb. 1.12: Graphische Symbole zur Darstellung von EMSR-Aufgaben, die mit Hilfe unterschiedlicher Systeme gelöst werden. (Einzelne Regler vor Ort oder in der Messwerte, Prozeßleitsystem, Prozeßrechner, DIN 19227 (Gaßmuk, Houben, Zollinger, DIN-Normen in der Verfahrenstechnik, B.G. Teubner Stuttgart)

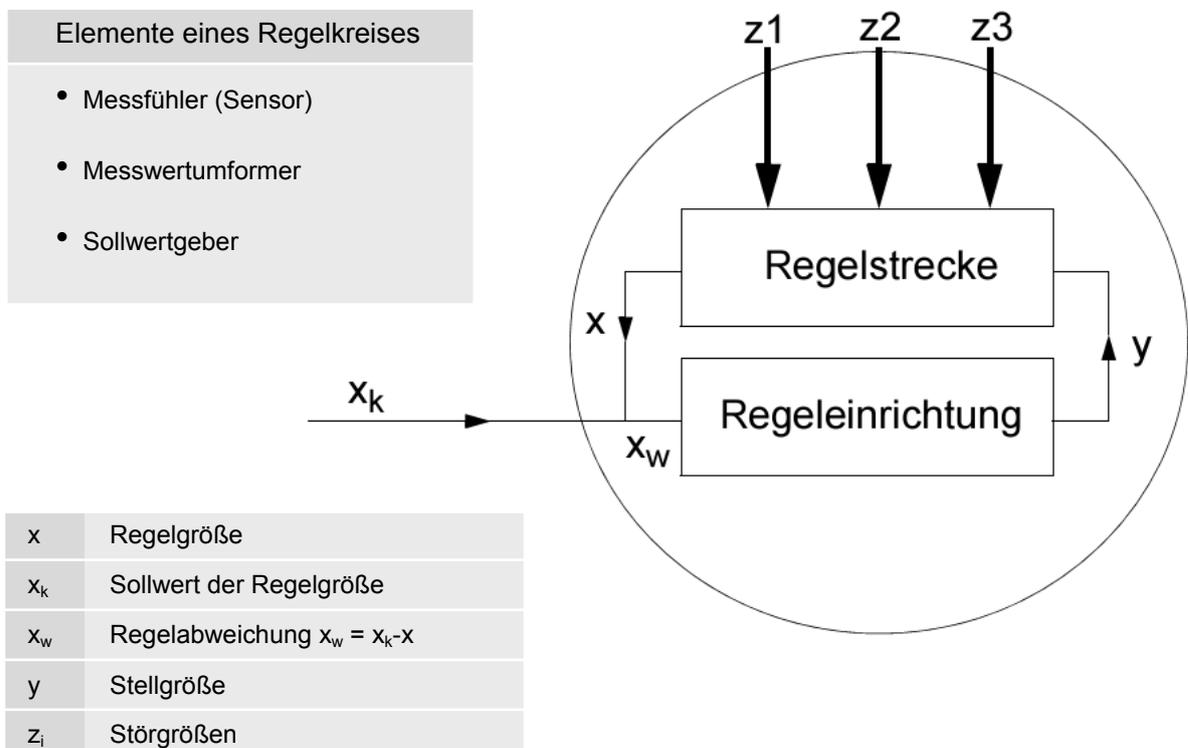


Abb. 1.13: Prinzip eines Regelkreises

| | |
|---------------------|--|
| Regelgröße x | Diejenige Größe, die auf einem bestimmten Wert gehalten (konstant) oder auf einen bestimmten Wert gebracht werden soll. Beispiele: Strom, Temperatur, Druck |
| Störgröße z | Jede Größe, die Einfluß auf die Regelgröße x hat, mit Ausnahme der Größe, mit der bewußt über die Regelung die Regelgröße beeinflusst werden soll. Beispiele: Wärmeverluste wirken auf Temperatur, Ablagerungen wirken auf Strom. |
| Stellgröße y | Diejenige Größe, mit der auf die Regelgröße eingewirkt wird, sie ist Ausgangsgröße des Reglers und Eingangsgröße der Regelstrecke. Beispiele: Ventilstellung im Stromregler, Heizleistung bei Temperaturregung. |
| Regelstrecke | Der Teil einer Anlage, in der die Regelgröße x geregelt werden soll. |
| Regler | Eine Apparatur, die die Differenz zwischen Ist- und Sollwert der Regelgröße feststellt und dieser Differenz entsprechend ein Stellglied betätigt |
| Fühler | Meßgerät für die Regelgröße x, eventuell mit einem Umformer, um ein für den Regler erkennbares Signal zu liefern. |
| Stellglied | Vom Regler betätigtes Organ der Regelstrecke zur Verstellung eines Energie- oder Stoffstroms. Beispiele: Ventile, Thyristoren |
| Regelkreis | Kombination von Regler und Regelstrecke einschließlich Meßfühler und Stellglied. |

Abb. 1.14: Begriffe der Regelungstechnik, in Anlehnung an DIN 19226

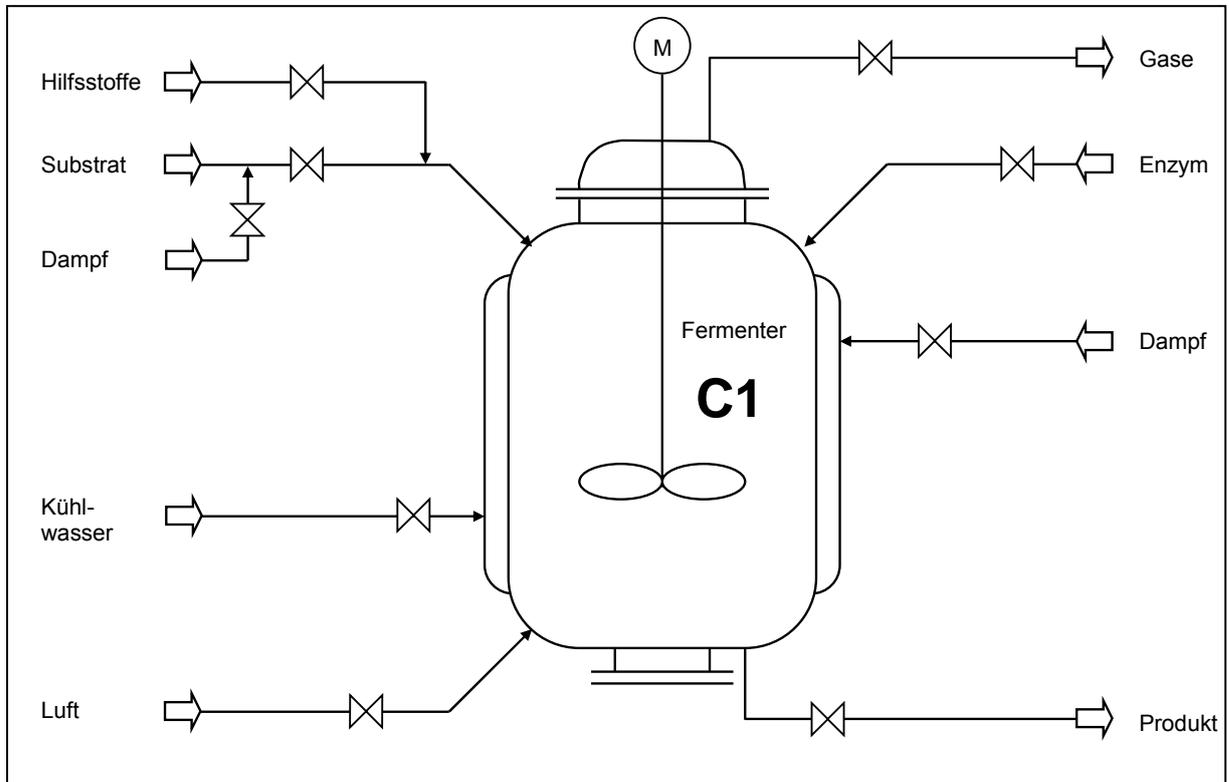


Abb. 1.15: Rührkessel zum Einzeichnen von Regelkreisen

2. Betriebswirtschaftliche Fragen

2.1 Bestimmen des Investitionsaufwandes

1. Kapazitätsmethode
 - Spezifischer Kapitalbedarf
 - Größendegression
2. Strukturmethode
 - Kalkulation von Maschinen und Apparaten
 - Zuschlagfaktoren oder Gesamtfaktor
3. Kalkulationsmethode

Tab. 2.1: Auswahl an Methoden zur Ermittlung des Investitionsaufwands für Anlagen

Nur zum persönlichen Gebrauch

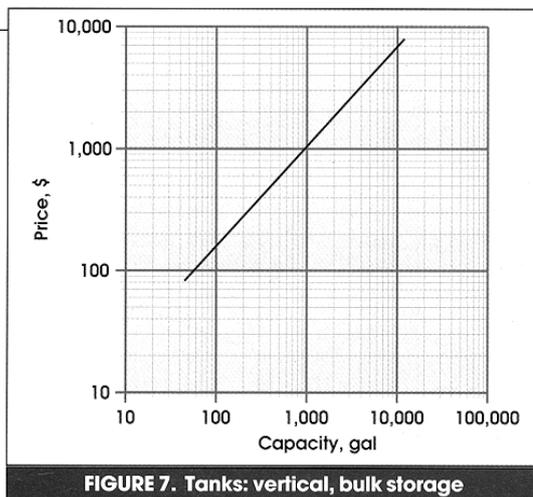


FIGURE 7. Tanks: vertical, bulk storage

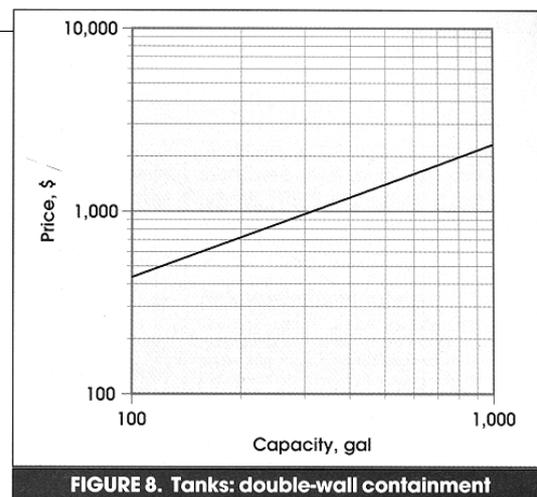


FIGURE 8. Tanks: double-wall containment

Abb. 2.1: Spezifischer Investitionsaufwand für ausgewählte Apparate
(Chemical Engineering; 1995; S.68 ff)

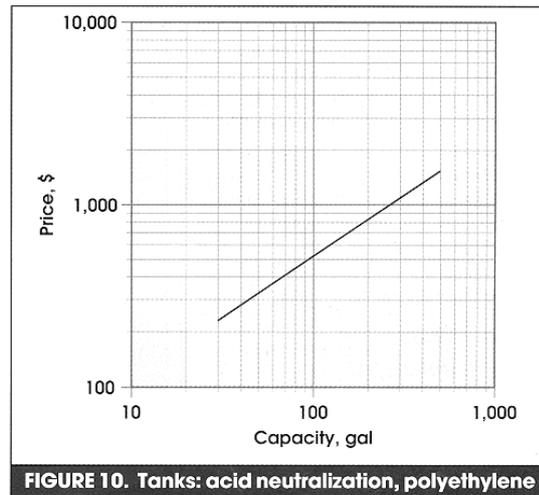
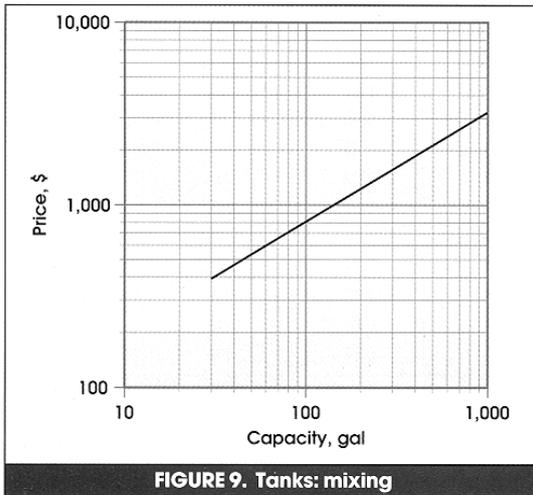


Abb. 2.2: Spezifischer Investitionsaufwand für ausgewählte Apparate
 (Chemical Engineering; 1995; S.68 ff)

Nur zum persönlichen Gebrauch

| Prozesstyp, Branche | Degressions- exponent m | Standard- abweichung |
|----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Durchschnitt über alle Werte | 0,67 | 0,13 |
| Chemikalien | 0,67 | 0,13 |
| Gase | 0,65 | 0,10 |
| Polymere | 0,72 | 0,10 |
| Biotechnologie | 0,67 | 0,13 |
| Kraftwerke, Trinkwasser, Kühlung | 0,75 | 0,10 |
| Verschiedenes | 0,70 | 0,05 |

Tab. 2.2: Durchschnittliche Degressionsexponenten m für verschiedene
 Prozesstypen/Branchen (Chemical Engineering April 1990 S.175)

Nur zum persönlichen Gebrauch

Nur zum persönlichen Gebrauch

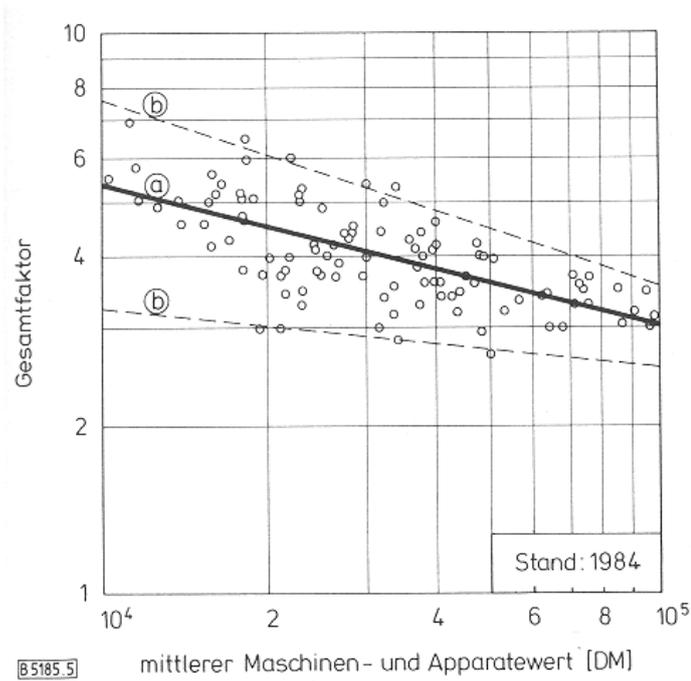


Abb. 2.3: Gesamtfaktor in Abhängigkeit vom mittleren Maschinen- und Apparatewert
 (Chem.-Ing.-Tech. 57 (1985) 1, S.8-14)

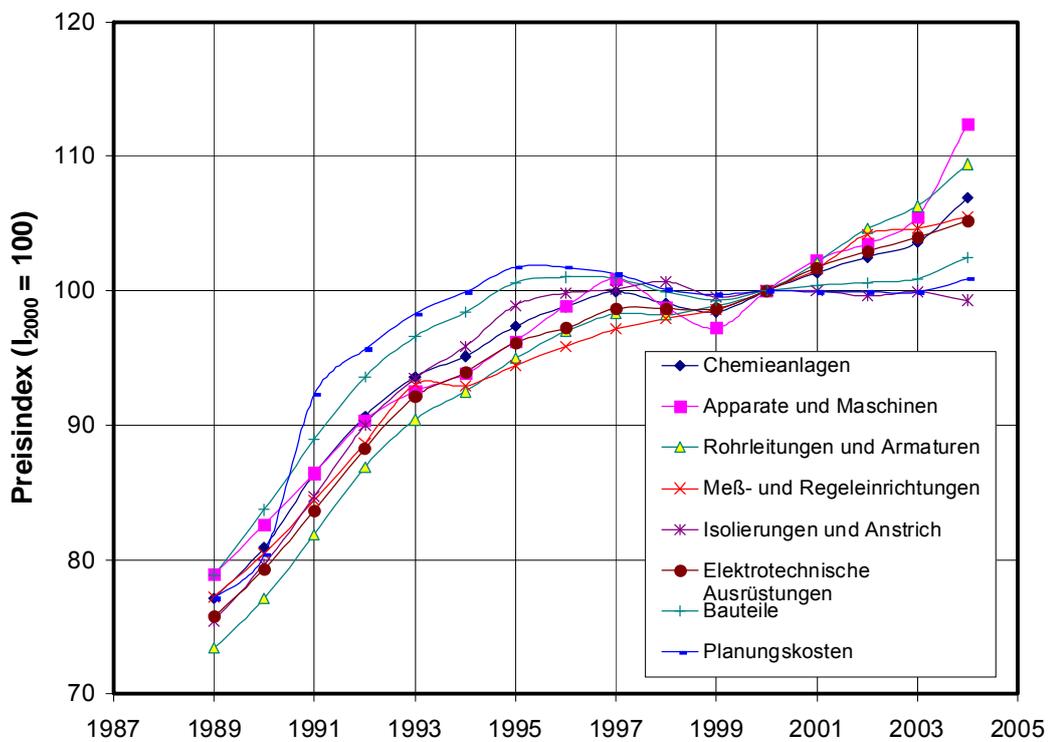


Abb. 2.4: Preisindizes für verschiedene Ausrüstungsteile und für komplette Chemieranlagen zwischen 1989 und 2004, bezogen auf 2000 als Basisjahr
 (VCI, "EUROPA CHEMIE", "Chemie PRODUKTION")

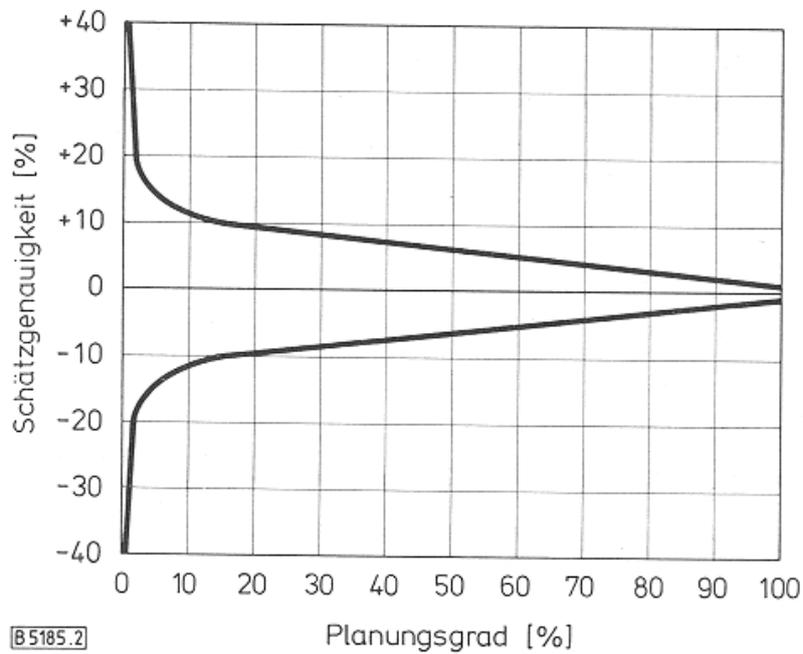


Abb. 2.5: Schätzgenauigkeit für das Investment in Abhängigkeit vom Planungsgrad für mittelgroße Projekte (Chem.-Ing.-Tech. 57 (1985) 1, S.8-14)

2.2 Wirtschaftlichkeitsrechnung

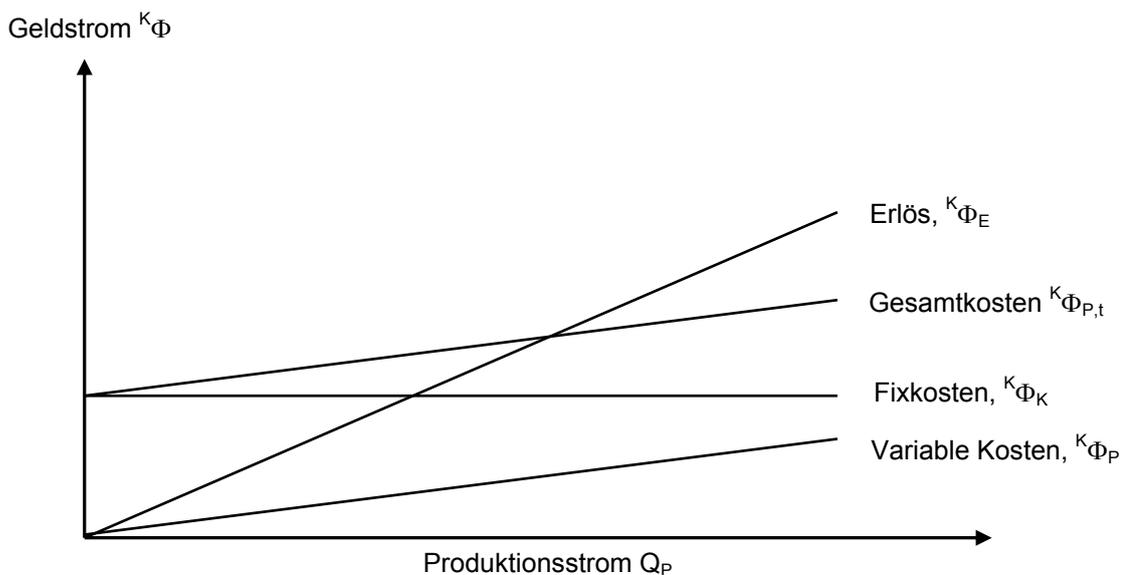


Abb. 2.6: Schematische Darstellung von Kosten und Erlösen zum Auffinden des "break even" – Produktionsstromes

Nur zum persönlichen Gebrauch

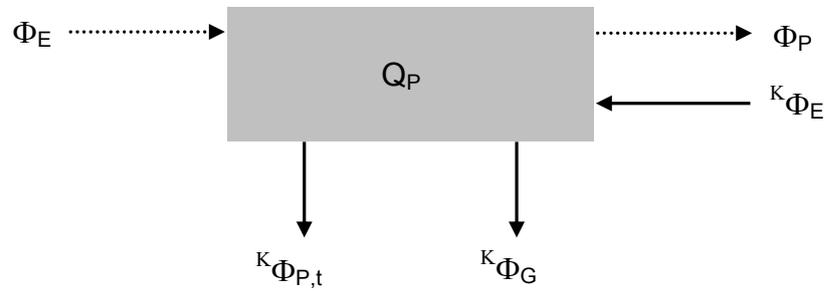


Abb. 2.7: Veranschaulichung der Stoff (.....) und Kapitalströme (—) einer Produktionsanlage

Nur zum persönlichen Gebrauch

| | | |
|------------------------------|---|---|
| Q_P | = | Produktionsstrom, z.B. $[Q_P] = \text{kg/a}$ |
| ${}^K\Phi$ | = | Geld (Kapitalstrom), z.B. $[{}^K\Phi] = \text{€/a}$ |
| ${}^K\Phi_E$ | = | Erlösstrom durch Produktverkauf |
| ${}^K\Phi_E$ | = | $e \cdot Q_P$ (e = Einheitserlös) |
| ${}^K\Phi_G$ | = | Gewinnstrom mit: ${}^K\Phi_G = {}^K\Phi_E - {}^K\Phi_{P,t}$ |
| ${}^K\Phi_{G,\text{brutto}}$ | = | Brutto Gewinnstrom mit: ${}^K\Phi_{G,\text{brutto}} = {}^K\Phi_E - {}^K\Phi_P$ |
| ${}^K\Phi_{G,\text{netto}}$ | = | Netto Gewinnstrom mit: ${}^K\Phi_{G,\text{netto}} = {}^K\Phi_E - {}^K\Phi_{P,t}$ |
| ${}^K\Phi_P$ | = | Aufwandsstrom für Aufrechterhaltung der Produktion (variable Kosten) mit: ${}^K\Phi_P = k \cdot Q_P$ |
| ${}^K\Phi_{P,t}$ | = | Aufwandsstrom für Aufrechterhaltung der Anlage und für Produktion (fixe und variable Kosten) mit: ${}^K\Phi_{P,t} = {}^K\Phi_P + {}^K\Phi_K$ |
| ${}^K\Phi_K$ | = | Kalkulatorische Kosten mit: ${}^K\Phi_K = {}^K\Phi_{\text{AfA}} + {}^K\Phi_{\text{Zins}}$ |
| ${}^K\Phi_{\text{AfA}}$ | = | Abschreibungsstrom mit: ${}^K\Phi_{\text{AfA}} = (K_A - K_R) / t_{\text{AfA}}$ |
| ${}^K\Phi_{\text{Zins}}$ | = | Zinsstrom mit: ${}^K\Phi_{\text{Zins}} = \bar{K}_{\text{geb}} \cdot z_{\text{kalk}}$ |
| K_A | = | investiertes Anlagenkapital |
| K_R | = | Restwert nach Ende des Kalkulationszeitraums |
| \bar{K}_{geb} | = | im Kalkulationszeitraum im Mittel gebundenes Kapital |
| t_{AfA} | = | Abschreibungs- (\approx Kalkulations-) Zeitraum |
| z_{kalk} | = | kalkulatorischer Zins für gebundenes Kapital z.B. $[z_{\text{kalk}}] = a^{-1}$ |
| $K_{A,0}$ | = | auf Inbetriebnahmezeitpunkt aufgezinster Anlagenkapital = $K_A + K_{\text{BZ}}$ |
| K_{BZ} | = | Bauzeitinsen |
| K_B | = | betriebsnotwendiges Kapital |

Tab. 2.3: Begriffe und Definitionen

| | |
|-------------------|--|
| Amortisationszeit | $t_A = \frac{K_A}{K \Phi_{G,brutto}}$ |
| Rentabilität | $r = \frac{K \Phi_{G,brutto} - K \Phi_{AfA}}{K_{geb}} \approx \frac{K \Phi_{G,netto} + K \Phi_{Zins}}{K_{geb}}$ |
| | $ROI = \frac{K \Phi_{G,brutto}}{K_{geb}} = \frac{K \Phi_{G,brutto}}{K \Phi_E} \cdot \frac{K \Phi_E}{K_{geb}}$ |
| Kapitalwert | $NPV = \sum_{m=1}^{m_{Betr}} \frac{K \Phi_{G,brutto,m} \cdot t_{Periode}}{(1 + z_{kalk} \cdot t_{Periode})^m} - K_{A,0}^*$ |
| | mit $K_{A,0}^* = K_{A,0} + K_B$ |
| Interner Zinssatz | $0 = \sum_{m=1}^{m_{Betr}} \frac{K \Phi_{G,brutto,m}}{(1 + z_i \cdot t_{Periode})^m} - K_{A,0}^*$ |

Tab. 2.4: Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse, Betrachtungen ohne Steuer

Nur zum persönlichen Gebrauch

2.3 Bilanz

| Aktiva | | Passiva | |
|---------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| I. Anlagevermögen | 65.000 | I. Eigenkapital | 116.000 |
| II. Umlaufvermögen | 130.000 | Eigenkapital Vorjahr | 86.000 |
| III. Aktive Rechnungsabgrenzung | 6.000 | + Jahresüberschuß | 30.000 |
| | | II. Fremdkapital | 80.000 |
| | | III. Passive Rechnungsabgrenzung | 5.000 |
| Bilanzsumme | 201.000 | Bilanzsumme | 201.000 |

Tab. 2.5: Beispiel für die Minimalgliederung einer Bilanz in Kontenform mit explizit ausgewiesenem Gewinn (Schwab, A.: Managementwissen für Ingenieure, S.96, Heidelberg, 1998)

Nur zum persönlichen Gebrauch

| Fred Mustermann - Elektrogeräte, Musterstadt | | | |
|--|------------------|----------------------------------|------------------|
| Bilanz zum 31.12.1996 | | | |
| Aktiva | | Passiva | |
| I. Anlagevermögen | | I. Fremdkapital (Schulden) | |
| 1. Grundstücke u. Gebäude | 330.000 | Darlehen 1 | 178.000 |
| 2. Maschinen | 360.000 | Darlehen 2 | 65.000 |
| 3. Kraftfahrzeuge | 75.000 | Darlehen 3 | 8.000 |
| 4. Geschäftsausstattung | 34.000 | Verbindlichkeiten an Lieferanten | 152.000 |
| | | Summe der Schulden | 403.000 |
| II. Umlaufvermögen | | II. Eigenkapital | |
| 1. Rohstoffe | 240.000 | Summe Aktiva | 1.599.873 |
| 2. Fertige u. Halbf. Erzeugnisse | 280.000 | -/- Fremdkapital | 403.000 |
| 3. Handelswaren | 23.000 | = Eigenkapital bzw. | 1.196.873 |
| 4. Forderungen | 159.000 | Reinvermögen oder | 1.196.873 |
| 5. Kasse | 5.628 | Betriebsvermögen | |
| 6. Bank | 93.245 | | |
| Summe der Aktiva | 1.599.873 | | |
| Bilanzsumme | 1.599.873 | Bilanzsumme | 1.599.873 |

Tab. 2.6: Typische Bilanz eines Einzelunternehmers (Schwab, A.: Managementwissen für Ingenieure, S.97, Heidelberg, 1998)

| Bilanz zum 31.12.19XX | |
|--|--|
| Aktiva | Passiva |
| A. Anlagevermögen | A. Eigenkapital |
| I. Immaterielle Vermögensgegenstände | I. Gezeichnetes Kapital |
| II. Sachanlagen | II. Kapitalrücklage |
| III. Finanzanlagen | III. Gewinnrücklage |
| B. Umlaufvermögen | Bilanzgewinn |
| I. Vorräte | B. Rückstellungen |
| II. Forderungen u. sonstige Vermögensgegenstände | C. Verbindlichkeiten |
| III. Wertpapiere | D. Passive Rechnungsabgrenzungsposten |
| IV. Bar- und Buchgeld | |
| C. Aktive Rechnungsabgrenzungsposten | |
| Bilanzsumme | Bilanzsumme |

Tab. 2.7: Bilanz mit ausgewiesenem Bilanzgewinn (Schwab, A.: Managementwissen für Ingenieure, S.102, Heidelberg, 1998)

Nur zum persönlichen Gebrauch

2.4 Gewinn

Nur zum persönlichen Gebrauch

| Gewinn- und Verlustrechnung 1995 – <i>Mustermann AG</i> | | |
|---|-------|-------|
| | 1995 | 1994 |
| 1. Umsatzerlöse | | |
| 2. Änderungen des Bestands fertiger und unfertiger Erzeugnisse | | |
| 3. Andere aktivierte Eigenleistungen | | |
| 4. Sonstige betriebliche Erträge | | |
| 5. Materialaufwand: | | |
| a) Aufwendungen für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe | | |
| b) Aufwendungen für bezogene Leistungen | | |
| 6. Personalaufwand: | | |
| a) Löhne und Gehälter | | |
| b) Soziale Abgaben und Aufwendungen für Altersversorgung und für Unterstützung (davon für Altersversorgung) | | |
| 7. Abschreibungen: | | |
| a) auf immaterielle Vermögensgegenstände des Anlagevermögens und Sachanlagen | | |
| b) auf Vermögensgegenstände des Umlaufvermögens, | | |
| 8. Sonstige betriebliche Aufwendungen | | |
| Betriebsergebnis (fakultativ) | ===== | ===== |
| 9. Erträge aus Beteiligungen (davon aus verbundenen Unternehmen) | | |
| 10. Erträge aus anderen Wertpapieren und Ausleihungen des Finanzanlagevermögens (davon aus verbundenen Unternehmen) | | |
| 11. Sonstige Zinsen und ähnliche Erträge (davon aus verbundenen Unternehmen) | | |
| 12. Abschreibungen auf Finanzanlagen und auf Wertpapiere des Umlaufvermögens | | |
| 13. Zinsen und ähnliche Aufwendungen (davon an verbundene Unternehmen) | | |
| 14. Ergebnis der gewöhnlichen Geschäftstätigkeit | ===== | ===== |
| 15. Außerordentliche Erträge | | |
| 16. Außerordentliche Aufwendungen | | |
| 17. Ergebnis vor Steuern | ===== | ===== |
| 18. Steuern vom Einkommen und vom Ertrag | | |
| 19. Sonstige Steuern | | |
| 20. JAHRESÜBERSCHUSS/JAHRESFEHLBETRAG | ===== | ===== |

Tab. 2.8: Schema Gewinn-/Verlustrechnung nach dem Gesamtkostenverfahren (Schwab, A.: Managementwissen für Ingenieure, S.109, Heidelberg, 1998)