

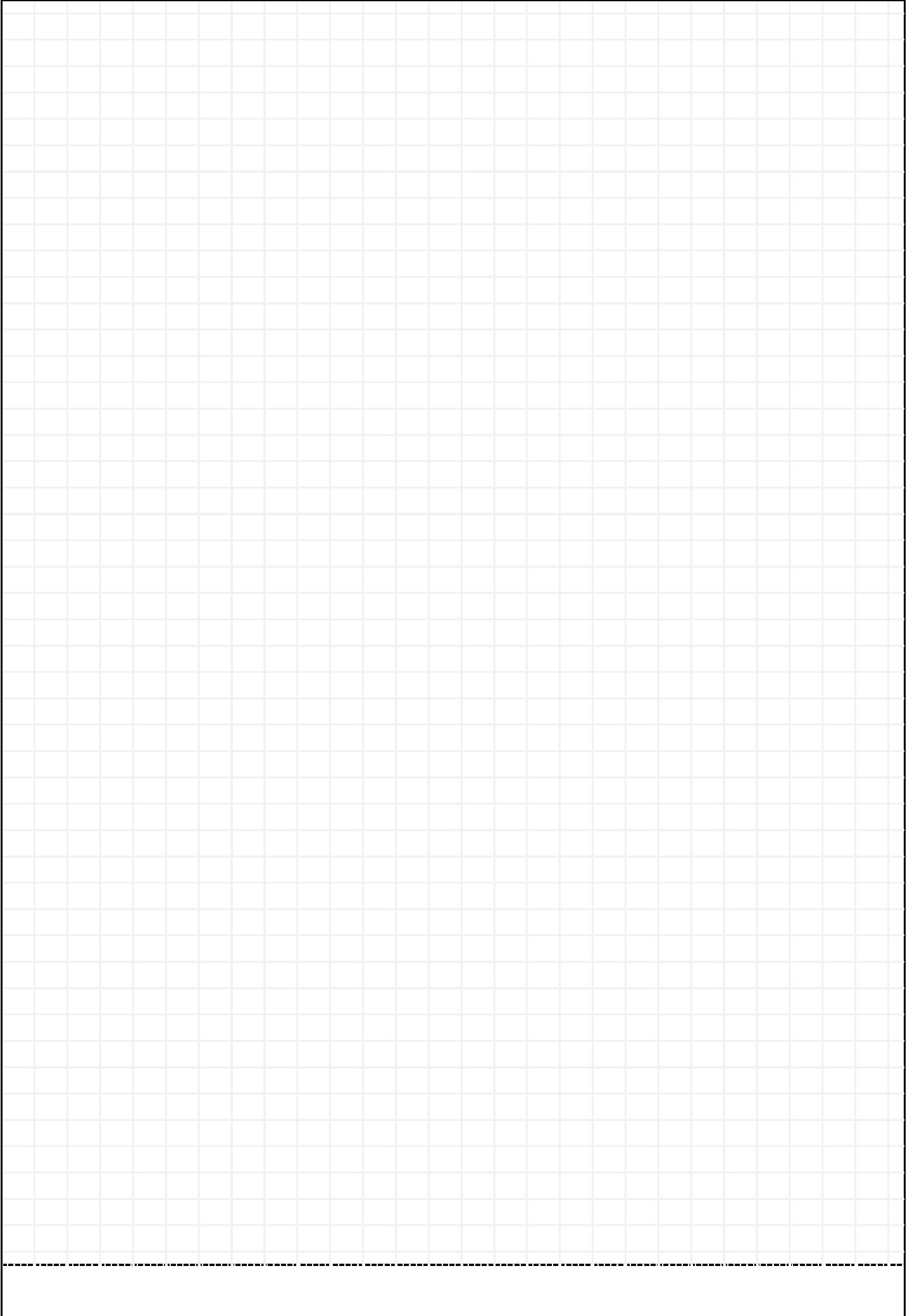
Einführung in die VT

1

Grundgrößen	1.1
Bilanzierung	1.2
Partikelkunde	1.3
Allgemein	1.3.1
Verteilungen	1.3.2
Grundlagen	1.3.2.1
Gesetze	1.3.2.2

Anhang	A1
Verfahrensfließbild	A1.1

Beispiele



Konzentrationen

$$c_i = \frac{m_i}{V_{ges}} \quad \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$c_i = \frac{n_i}{V_{ges}} \quad \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$

Anteile

$$x_{m,i} = \mu_i = \frac{m_i}{m_{ges}}$$

$$x_{V,i} = \varphi_i = \frac{V_i}{V_{ges}} \quad -$$

$$x_{n,i} = \frac{n_i}{n_{ges}}$$

Beladung

$$X_{m,i} = \frac{m_i}{m_j} \quad \frac{\text{kg}_i}{\text{kg}_j}$$

$$X_{V,i} = \phi_i = \frac{V_i}{V_j} \quad \frac{\text{m}_i^3}{\text{m}_j^3}$$

$$X_{n,i} = \frac{n_i}{n_j} \quad \frac{\text{mol}_i}{\text{mol}_j}$$

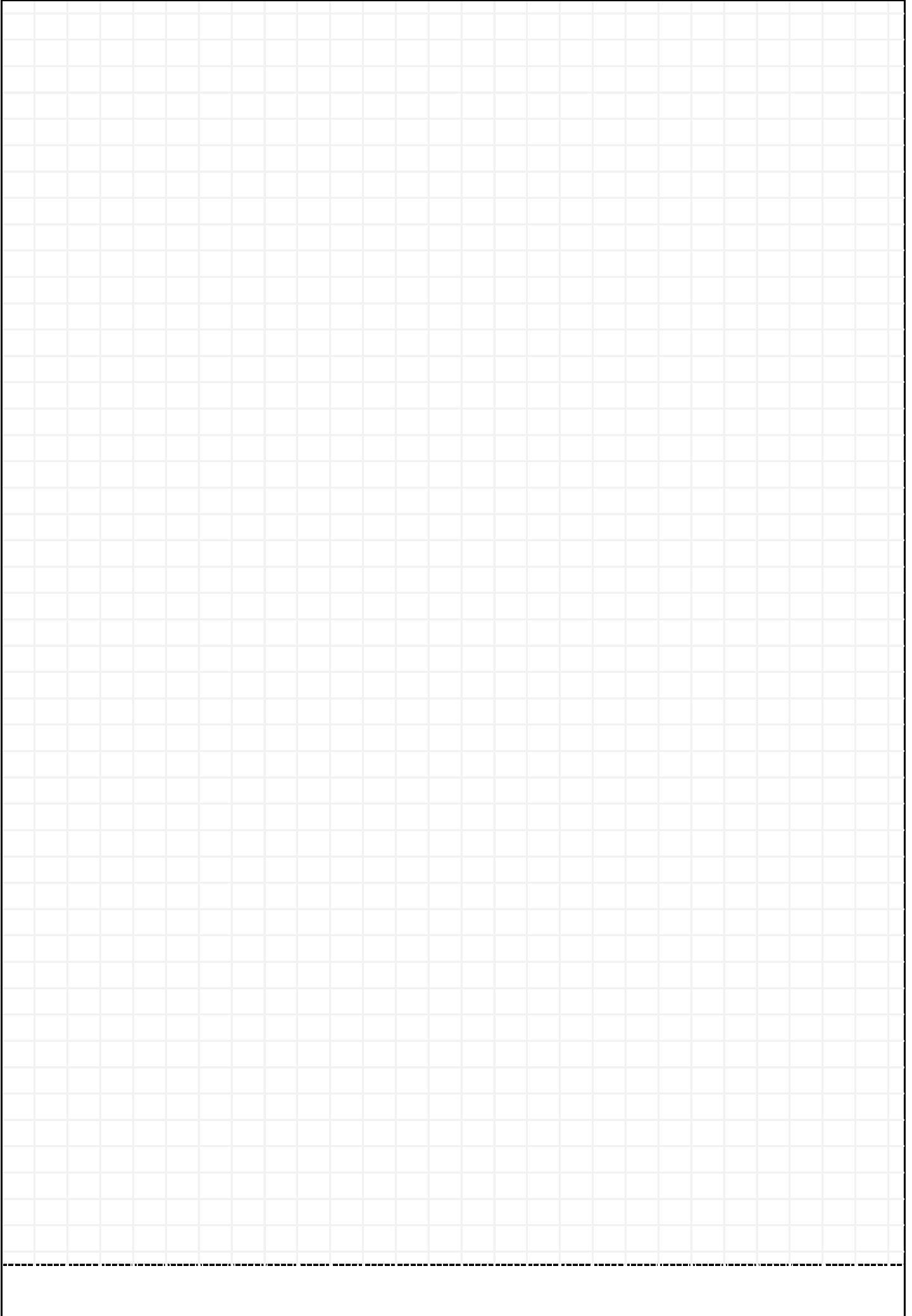
Umrechnung - Anteil in Beladung

$$X = \frac{x}{1-x} \quad \frac{\text{kg}_i}{\text{kg}_j}$$

Umrechnung - Beladung in Anteil

$$x = \frac{X}{X+1} \quad -$$

Beispiele



Massenbilanz

$$\sum m_\alpha = \sum m_\omega + \Delta m \quad \text{kg}$$

$$\sum \dot{m}_\alpha = \sum \dot{m}_\omega + \frac{\Delta m}{\Delta t} \quad \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Volumenbilanz

$$\sum V_\alpha = \sum V_\omega + \Delta V \quad \text{m}^3$$

$$\sum \dot{V}_\alpha = \sum \dot{V}_\omega + \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Dichte = const.

Stoffbilanz

$$\sum n_\alpha = \sum n_\omega + \Delta n \quad \text{mol}$$

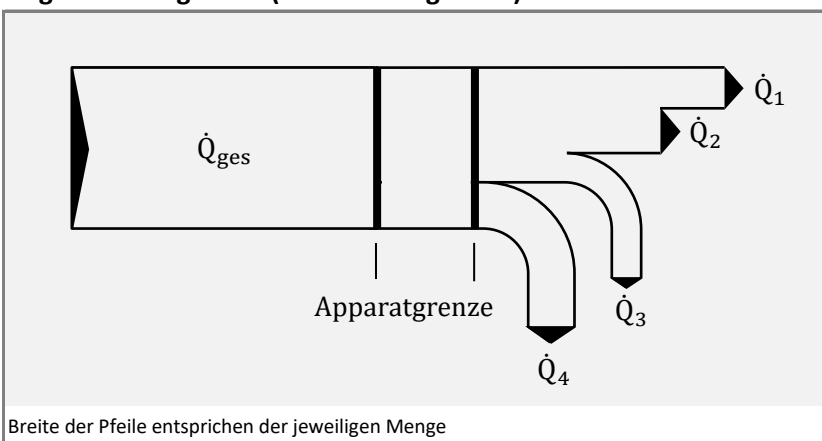
$$\sum \dot{n}_\alpha = \sum \dot{n}_\omega + \frac{\Delta n}{\Delta t} \quad \frac{\text{mol}}{\text{s}}$$

für nicht reagierende Systeme

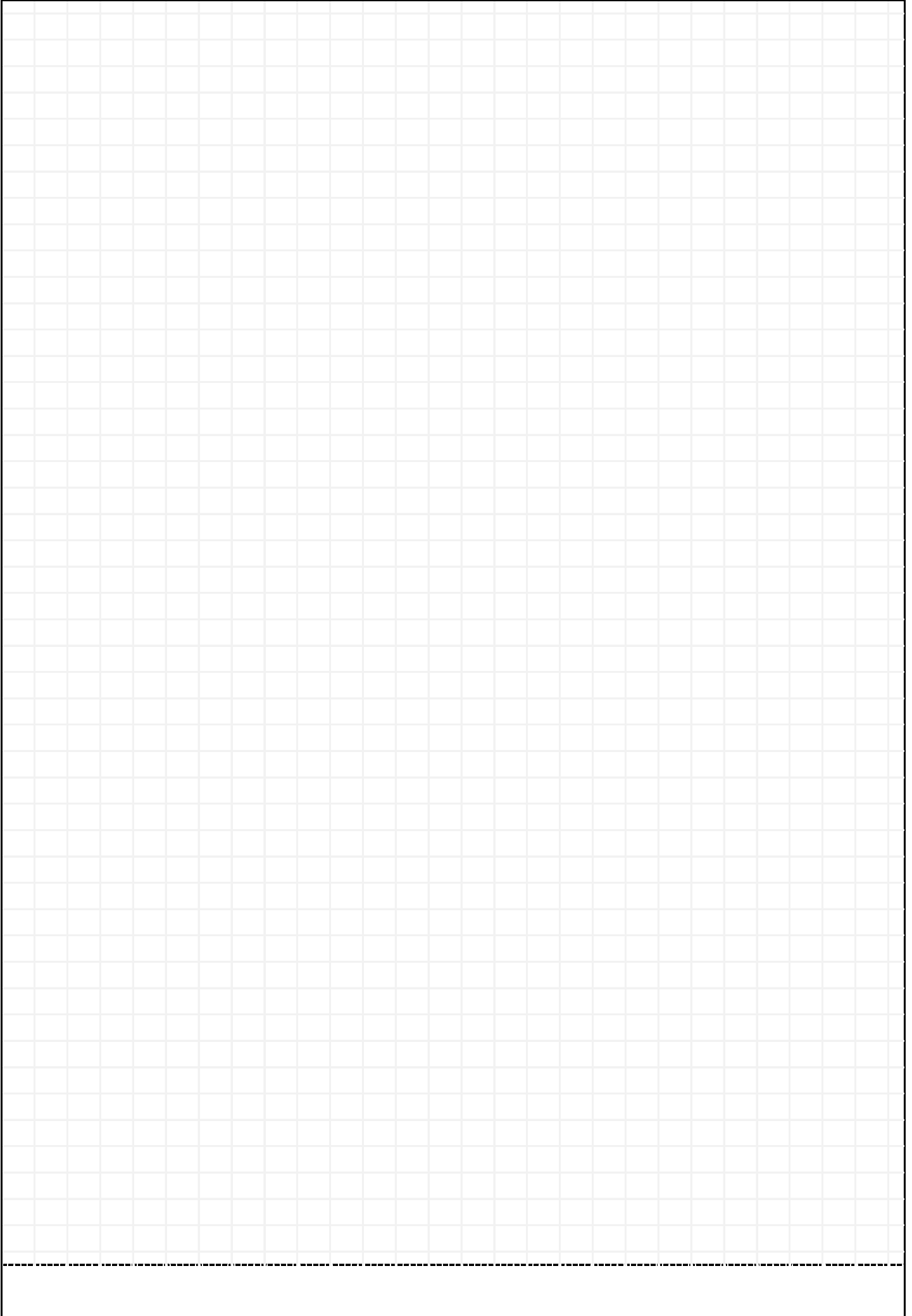
Energiebilanz

$$\sum \dot{E}_\alpha = \sum \dot{E}_\omega + \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad \text{W}$$

Mengenflussdiagramm (SANKEY-Diagramm)



Beispiele



Allgemein

1.3.1

Notizen

Sauter-Durchmesser (gleichwertiger Durchmesser)

$$d_{32} = \frac{6 \cdot V_p}{A_p} \quad \text{m}$$

Feststoffdichte

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \quad \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Schüttdichte

$$\rho_{Schü} = \frac{\rho_s \cdot (V_{ges} - V_g)}{V_{ges}} = \rho_s \cdot (1 - \varepsilon) \quad \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

für $\rho_s \gg \rho_G$

sonst muss ρ_{Fluid} berücksichtigt werden:

$$\rho_{\text{Sch}} = \rho_{\text{Fluid}} \cdot (1 - \varepsilon) + \rho_{\text{Fluid}} \cdot \varepsilon$$

Porosität (Lückenvolumen, Lückengrad)

$$\varepsilon = \frac{V_g}{V_{ges}} = \frac{V_g}{(V_g + V_s)} = 1 - \frac{V_s}{(V_g + V_s)} \quad -$$

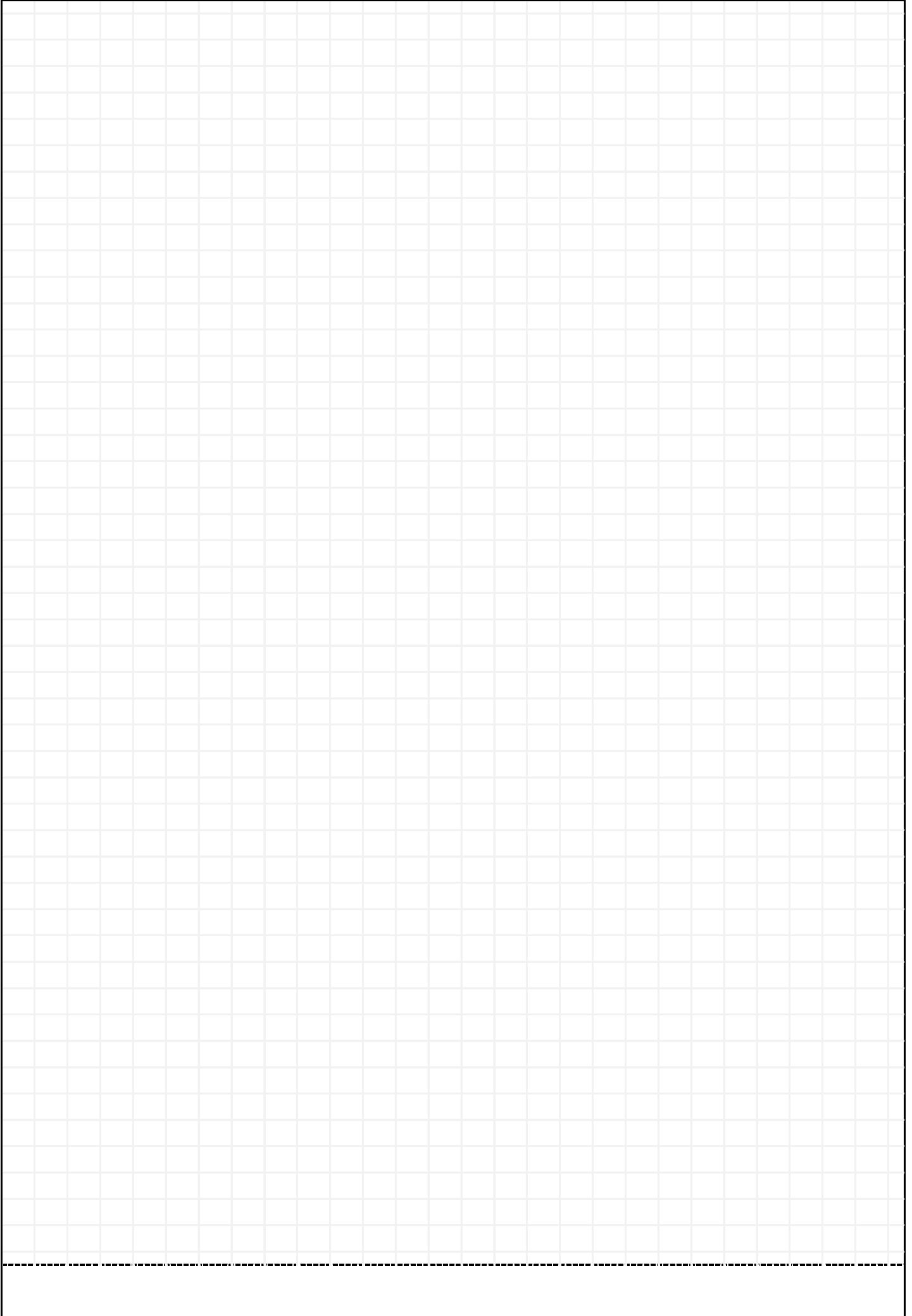
$$\varepsilon_{ges} = \varepsilon_i + \varepsilon_a - \varepsilon_i \cdot \varepsilon_a$$

Spherizität (Formfaktor)

$$\psi = \frac{A_K}{A_{Par}} \quad -$$

K, Par haben gleiches Volumen

Beispiele



Verteilungen

1.3.2

Notizen

Grundlagen

1.3.2.1

Klassenbreite

$$\Delta x_i = x_{i+1} - x_i$$

m

Verteilungsdichte (Verteilungsfunktion)

$$h(x_i) = \frac{x_{m,i}}{\Delta x_i}$$

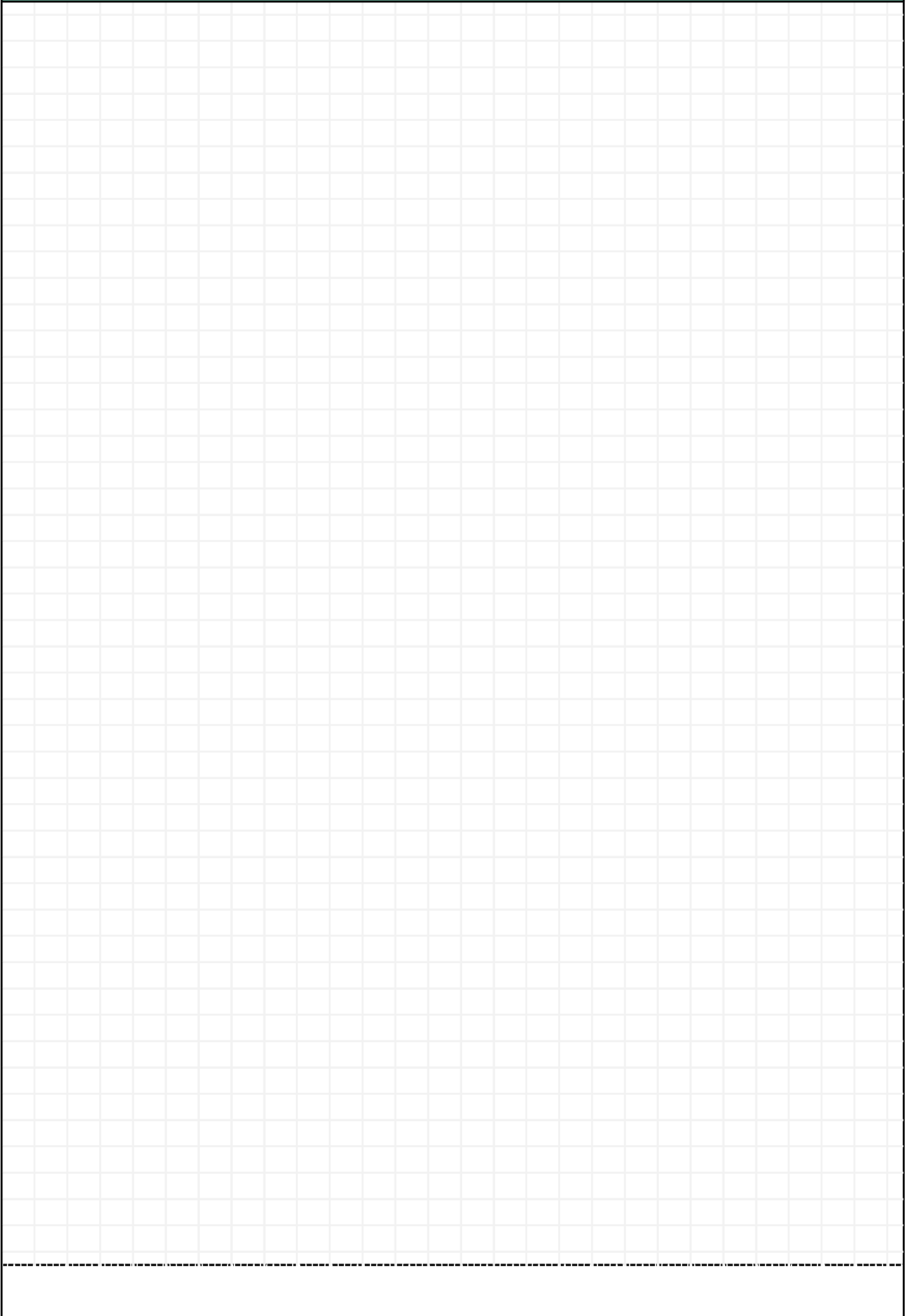
 $\frac{1}{m}$

Verteilungssumme (Summenhäufigkeit)

$$H(x) = \int_0^x h(x) dx = \sum_0^{x_i} h(x_i) \Delta x_i$$

 $\frac{1}{m}$

Beispiele



Verteilungen

1.3.2

Notizen

Gesetze

1.3.2.2

Gauss'sche Normalverteilung

$$\sigma = \frac{x_{16} - x_{84}}{2} = x_{84} - x_{50} = x_{50} - x_{16} \quad m$$

$$h(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x-x_{50}}{\sigma}\right)^2} \quad \frac{1}{m}$$

$$H(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \int_{-\infty}^{x^*} e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{x-x_{50}}{\sigma}\right)^2} dx \quad -$$

Logarithmische Normalverteilung

$$\sigma_{\ln} = \frac{\ln x_{84} - \ln x_{16}}{2} = \frac{1}{2} \ln \frac{x_{84}}{x_{16}} = \ln \frac{x_{84}}{x_{50}} = \ln \frac{x_{50}}{x_{16}} \quad -$$

$$h(x) = \frac{1}{\sigma_{\ln} \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \frac{1}{x} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\ln x - \ln x_{50}}{\sigma_{\ln}}\right)^2} \quad \frac{1}{m}$$

$$H(x) = \frac{1}{\sigma_{\ln} \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \int_{-\infty}^{x^*} e^{-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\ln x - \ln x_{50}}{\sigma_{\ln}}\right)^2} \frac{dx}{x} \quad -$$

Exponentialverteilung (RRSB-Verteilung)

$$h(x) = \frac{n}{x_{63}} \cdot \left(\frac{x}{x_{63}}\right)^{n-1} \cdot e^{-\left(\frac{x}{x_{63}}\right)^n} \quad \frac{1}{m}$$

$$H(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{x_{63}}\right)^n} \quad -$$

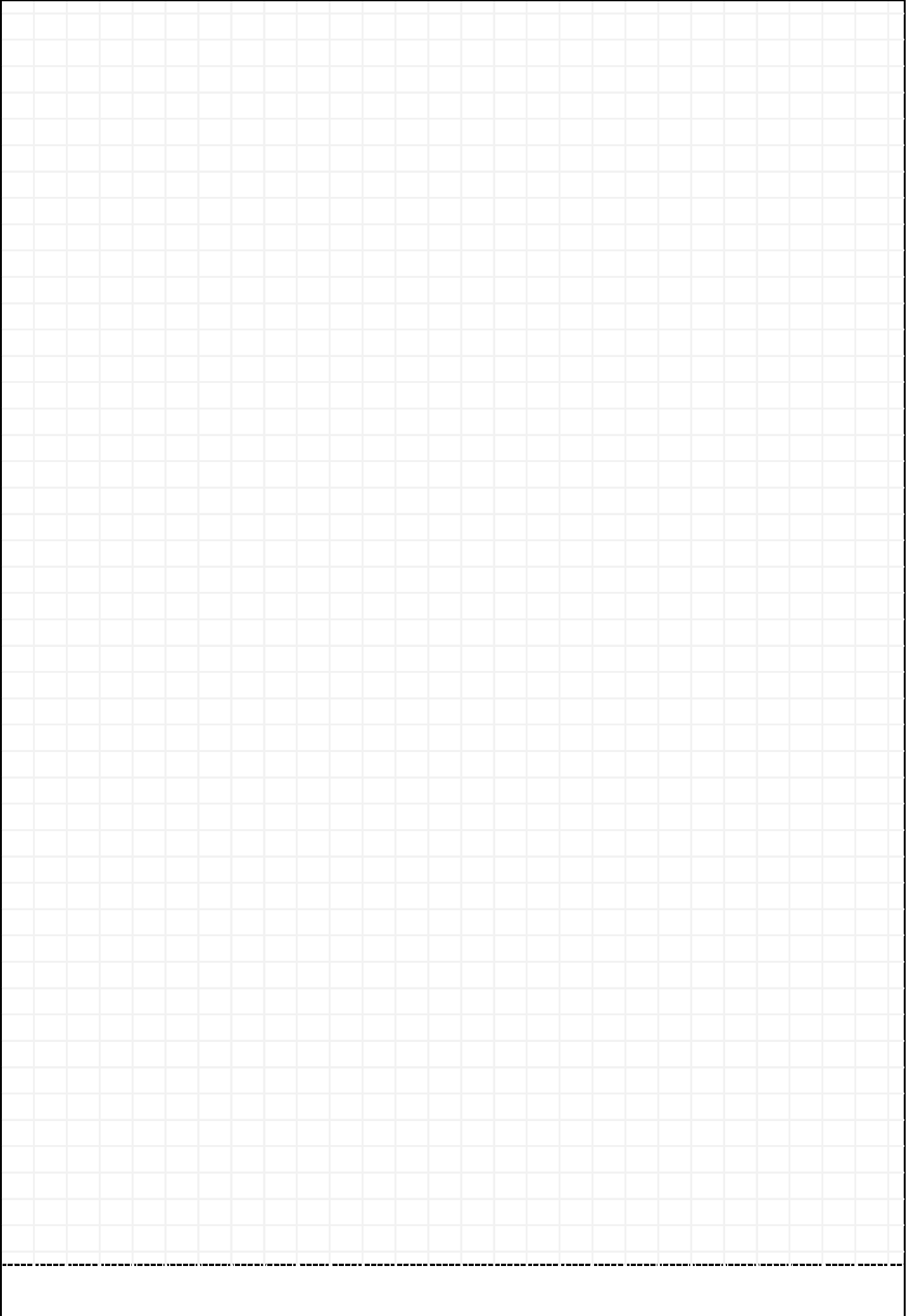
Potenzverteilung (GGs-Verteilung)

$$h(x) = \frac{n}{x_{\max}} \cdot \left(\frac{x}{x_{\max}}\right)^{n-1} \quad \frac{1}{m}$$

$$H(x) = \left(\frac{x}{x_{\max}}\right)^n \quad -$$

$x > x_{\max}, H(x) = 1$

Beispiele



Grundsätzliche Informationen

Notizen

Was muss enthalten sein?

Darstellung der Elemente nach EN ISO 10628

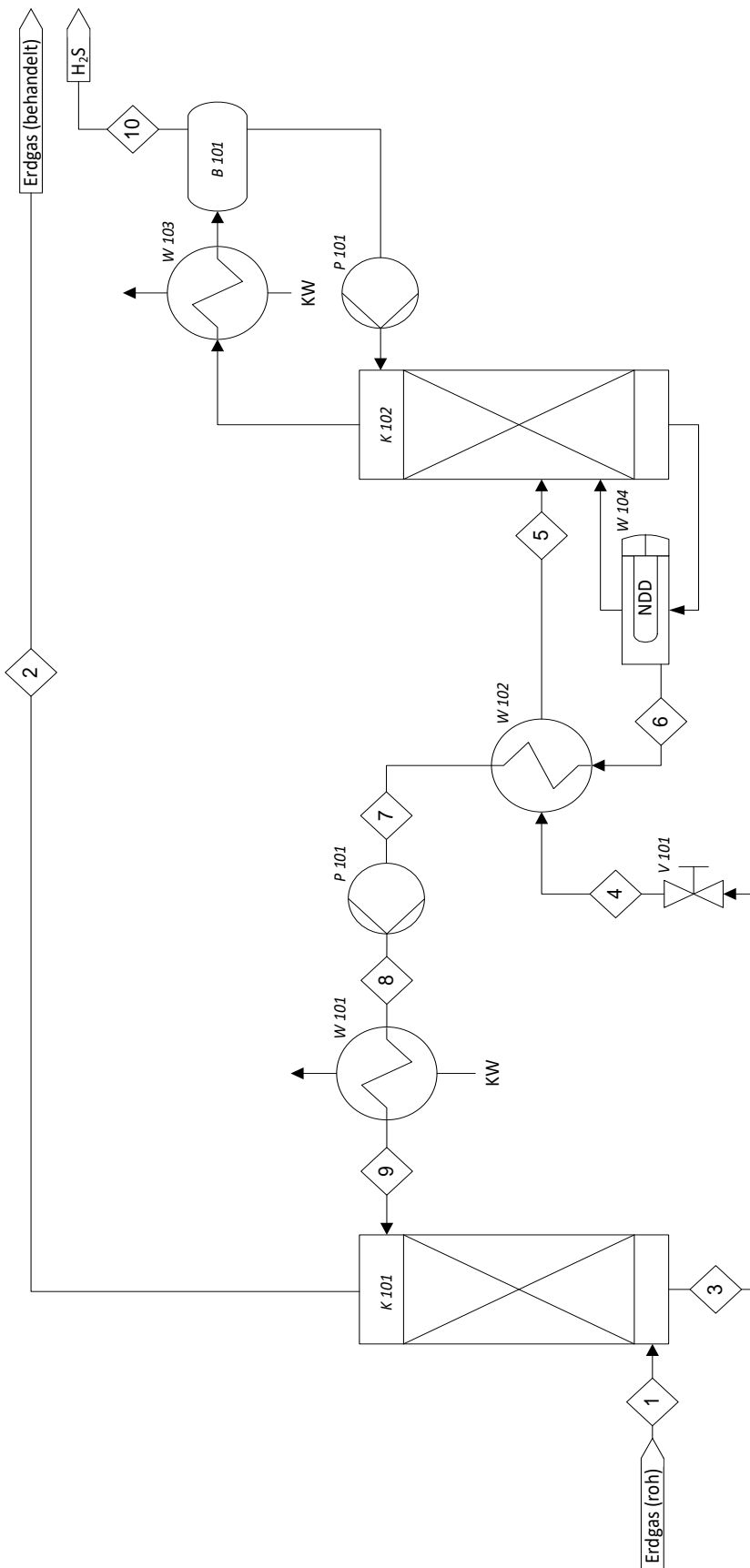
- Alle für das verfahren notwendigen Apparate und Maschinen
- Fließweg und -richtung der Ein-/Ausgangsstoffe und Energien
- Durchflüsse bzw. Mengen der Ein-/Ausgangsstoffe
- Benennung der Energieart/-träger
- Charakteristische Betriebsbedingungen

Was kann enthalten sein?

- Durchflüsse bzw. Mengen der Ein-/Ausgangsstoffe innerhalb der Verfahrens
- Durchflüsse bzw. Mengen der Energien/-trägern
- Wesentliche Armaturen
- Angaben über Mess- und Regeltechnik (ISO 3511)
- Größenangaben der Apparate und Maschinen

H₂S - Entfernung

Notizen



- K 101 Absorptionskolonne
- K 102 Desorptionskolonne
- W 101 Absorbentkühler
- W 102 Kreuzwärmetauscher
- W 103 Kondensator
- W 104 Verdampfer
- B 101 Kondensatbehälter
- P 101 Absorbentpumpe
- P 102 Kondensatpumpe
- V 101 Drosselventil
- NDD Niederdruckdampf
- KW Kühlwasser

