

Inhaltsverzeichnis

01 Mathematische Grundlagen	3	Elektrische Leitfähigkeit (Konduktivität) von Flüssigkeiten	44
Addition und Subtraktion	3	Elektrochemisches Äquivalent und Faradaysche Gesetze	44
Multiplikation und Division	3	Strahlenoptik	45
Klammerrechnung	4	04 Chemie, Physikalische Chemie	48
Bruchrechnung	4	Lösungen	48
Prozentrechnung	4	Gravimetrie	48
Potenzrechnung	5	Volumetrie (Maßanalyse)	49
Radizieren (Wurzelrechnung)	5	Physikalische Chemie	49
Logarithmieren	5	Stoffumsatz und Ausbeute	51
Lineare Gleichungen	6	Massenanteile in chemischen Verbindungen	51
Quadratische Gleichungen	6	05 Fördern von Stoffen	52
Exponentialgleichungen	6	Dimensionierung von Rohrleitungen	52
Statistische Kennzahlen	7	Längenbezogene Masse von Rohren	53
Statistische Sicherheit und Vertrauensbereich	7	Kompensatoren (Dehnungsausgleicher)	53
Trigonometrie	8	Kondensatableiter und Kondensatleitungen	54
Lineare Regression	8	Strömungstechnische Kennzahlen von Armaturen	54
Ableitung von Funktionen	8	Druckverluste in Rohrleitungssystemen	55
Flächenberechnung	9	Erforderliche Pumpenleistung	58
Körperberechnung	10	Erforderliche Leistung eines Verdichters	59
02 Technische Mathematik	11	Massendurchsatz (Massenstrom) bei Feststoffförderern	59
Volumeninhalt, äußere Oberfläche und Füllhöhe wichtiger Behälterböden	11	06 Wärmeübertragung	60
Zinsrechnung, Kostenrechnung	11	Direkter Wärmeaustausch	60
Hebelgesetz und <i>gibbssches</i> Phasengesetz	13	Indirekter Wärmeaustausch (durch eine Trennwand hindurch)	61
Zusammensetzung von Mischphasen	13	Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten	63
Mischungsgleichung für Lösungen und andere Mischphasen	14	07 Thermische Trennverfahren	68
Herstellen von Maßlösungen	15	Trocknung	68
Herstellen gesättigter Lösungen, Löslichkeit	15	Dampfdruck nach <i>Antoine</i>	70
03 Physik	16	Destillation, Rektifikation	71
Dichte	16	Extraktion	73
Volumen und Masse	17	Absorption	74
Geschwindigkeit	18	Adsorption	76
Beschleunigung	18	08 Stoffvereinigung	78
Winkelgeschwindigkeit, Winkelbeschleunigung und Drehwinkel	20	Rühren	78
Drehzahl (Umdrehungsfrequenz) und Radialbeschleunigung	20	Mischen von Gasen	80
Kraft	21	Mischen von Feststoffen	80
Kraftzerlegung und Kräftezusammensetzung	22	09 Zerkleinerung	81
Mechanische Arbeit und Energie	23	Zerkleinerungsgesetze	81
Mechanische Leistung und Wirkungsgrad	24	Korngrößenverteilung, Siebanalyse	82
Reibung	26	10 Mechanisches Trennen	83
Drehmoment und Hebel	27	Filtration	83
Rollen und Flaschenzüge	28	Sedimentation	84
Druck, hydrostatischer Druck und Hydraulik	29	Windsichten	85
Wärmelehre	31	Elektrofiltration	86
Zustandsänderung von Gasen	37	Zentrifugation	86
Verdichtung von Gasen	38	11 Werkstoffkunde	87
Elektrische Größen	39	Werkstoffprüfung	87
Schaltung von elektrischen Widerständen	40	Legierungen	87
Messbereichserweiterung bei Messinstrumenten	41	Korrosion	88
Elektrische Arbeit und elektrische Leistung	42	12 Mess-, Steuerungs- und Regelungs-technik	89
Akkumulator	43	Regelungstechnik	89
Leistungsbestimmung mit dem Wechselstromzähler	43	Messtechnik	90
Elektroabscheidung	43		



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Chemieberufe

Walter Bierwerth

Formelsammlung Chemietechnik

1. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 71163

Autor		
Walter Bierwerth	StD a. D., Dipl.-Ing.	Eppstein/Taunus
Unter Mitwirkung von		
Reto Ness	Dipl.-Ing.	Eppstein/Taunus

Bildbearbeitung:
Verlag Europa-Lehrmittel, Abt. Bildbearbeitung, Ostfildern

Die im Buch verwendeten Formelzeichen entsprechen der Normenreihe DIN EN ISO 80000 und den Normen DIN EN 12723, DIN EN ISO 6892-1, DIN EN 60027-6 und DIN IEC 60050-351.

1. Auflage 2015, korrigierter Nachdruck 2022

Druck 5

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-8085-7116-3

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2015 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Umschlaggestaltung: braunwerbeagentur, Radevormwald

Satz: rkt, 51379 Leverkusen, www.rktypo.com

Druck: Plump Druck und Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

Addition und Subtraktion	Multiplikation und Division
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$a + a = 2 \cdot a$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$a + b = c$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$3a - 2a = 1a = a$</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$a - a = 0$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$a + 0 = a$</div> </div> <p>Kommutativgesetz (Gesetz der Vertauschung)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">$a + b + c = a + c + b = c + b + a$</div> <p>Assoziativgesetz (Gesetz der Zusammenfassung)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">$a + (b + c) = (a + b) + c = a + b + c$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$a + b + c + d = (a + b) + (c + d) = a + (b + c + d)$</div> <p>Bei Subtraktionen Vorzeichenregeln der Klammerrechnung beachten (siehe Abschnitt Klammerrechnung)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$(+a) + (+b) = a + b$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$(+a) + (-b) = a - b$</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$(+a) - (+b) = a - b$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$(+a) - (-b) = a + b$</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$-(a - b) = -a + b = b - a$</div> <p>Vorzeichenwechsel beim Setzen oder Auflösen einer Klammer, vor der ein Minus steht</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">$a - b + c - d = a - (b - c + d) = (a + c) - (b + d)$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">$ab - c - d = ab - (c + d)$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$ab - c + d = ab - (c - d)$</div> <p>Distributivgesetz (Gesetz der Verteilung)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">$a \cdot (b + c) = a \cdot b + a \cdot c$</div> <p>Auflösen verschachtelter Klammern von innen nach außen</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$[a \cdot (b + c) - (d + e - z)] = [(a \cdot b + a \cdot c) - (d + e - z)] = a \cdot b + a \cdot c - d - e + z$</div>	<p>Multiplikation</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$a \cdot b = c$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$a \cdot 0 = 0$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$(a + b + c) \cdot 0 = 0$</div> </div> <p>Kommutativgesetz (Gesetz der Vertauschung)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">$a \cdot b \cdot c = a \cdot c \cdot b = b \cdot c \cdot a$</div> <p>Assoziativgesetz (Gesetz der Zusammenfassung)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">$a \cdot b \cdot c \cdot d = a \cdot (c \cdot b \cdot d) = (a \cdot c) \cdot (b \cdot d)$</div> <p>Distributivgesetz (Gesetz der Verteilung)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">$a \cdot (b + c - d) = a \cdot b + a \cdot c - a \cdot d$</div> <p>Vorzeichenregeln</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$(+a) \cdot (+b) = a \cdot b = ab$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$(+a) \cdot (-b) = -a \cdot b = -ab$</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$(-a) \cdot (-b) = a \cdot b = ab$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$(-a) \cdot (+b) = -a \cdot b = -ab$</div> </div> <p>Division</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$a : b = \frac{a}{b}$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{a}{b} \cdot \frac{d}{c} = \frac{ad}{bc}$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{a \cdot d}{b \cdot c}$</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">$a : (b : c) = a : \frac{b}{c} = \frac{a}{\frac{b}{c}} = \frac{a \cdot c}{b} = \frac{ac}{b}$</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$a : b \cdot c = \frac{a}{b} \cdot c = \frac{a \cdot c}{b} = \frac{ac}{b}$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$a : (b \cdot c) = \frac{a}{b \cdot c} = \frac{a}{bc}$</div> </div> <p>Dividieren von Summen</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$\frac{a + b}{c} = \frac{a}{c} + \frac{b}{c}$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$\frac{a - b}{a} = \frac{a}{a} - \frac{b}{a} = 1 - \frac{b}{a}$</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">$\frac{a + b - c}{d + e} = \frac{a}{d + e} + \frac{b}{d + e} - \frac{c}{d + e}$</div> <p>Vorzeichenregeln</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$\frac{(+a)}{(+b)} = + \frac{a}{b} = \frac{a}{b}$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$\frac{(-a)}{(+b)} = - \frac{a}{b}$</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$\frac{(-a)}{(-b)} = + \frac{a}{b} = \frac{a}{b}$</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">$\frac{(+a)}{(-b)} = - \frac{a}{b}$</div> </div>

Klammerrechnung

Pluszeichen vor der Klammer (beim Auflösen der Klammer keine Änderung der Vorzeichen)

$$3a + (6b - 2c) = 3a + 6b - 2c$$

Minuszeichen vor der Klammer (beim Auflösen Vorzeichenwechsel in der Klammer)

$$3a - (6b - 2c) = 3a - 6b + 2c$$

$$3a - (6b \boxed{-} 2c) = 3a - 6b \boxed{+} 2c$$

Multiplizieren mit einer Klammer

$$a \cdot (b - c) = a \cdot b - a \cdot c = ab - ac$$

Multiplizieren von Klammerausdrücken (Summen)

Jeder Summand der einen Klammer wird mit jedem Summanden der anderen Klammer multipliziert

$$(a + b) \cdot (c + d) = a \cdot c + a \cdot d + b \cdot c + b \cdot d$$

$$= ac - ad + bc + bd$$

$$(a + b) \cdot (c - d) = a \cdot c - a \cdot d + b \cdot c - b \cdot d$$

$$= ac - ad + bc - bd$$

$$(a + b) \cdot (c - d + e)$$

$$= a \cdot c - a \cdot d + a \cdot e + b \cdot c - b \cdot d + b \cdot e$$

$$= ac - ad + ae + bc - bd + be$$

1. Binomische Formel

$$(a + b)^2 = (a + b) \cdot (a + b) = a^2 + 2ab + b^2$$

2. Binomische Formel

$$(a - b)^2 = (a - b) \cdot (a - b) = a^2 - 2ab + b^2$$

3. Binomische Formel

$$(a + b) \cdot (a - b) = a^2 - b^2$$

Ausklammern eines gemeinsamen Faktors in der Klammer

$$(ae + be + ce) = e \cdot (a + b + c)$$

Dividieren eines Klammerausdrucks

$$(a + b) : c = \frac{a + b}{c} = \frac{a}{c} + \frac{b}{c}$$

Bruchrechnung

Multiplizieren zweier Brüche miteinander

(man multipliziert Zähler mal Zähler und Nenner mal Nenner)

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{a \cdot c}{b \cdot d}$$

Erweitern von Brüchen

(Zähler und Nenner mit dem gleichen Faktor erweitern – der Wert des Bruches wird nicht verändert)

$$\frac{a}{b} = \frac{a \cdot c}{b \cdot c}$$

Summieren von Brüchen

durch Hauptnennerbildung

$$\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{a \cdot d}{b \cdot d} + \frac{c \cdot b}{d \cdot b} = \frac{ad}{bd} + \frac{cb}{bd} = \frac{ad + cb}{bd}$$

Kürzen von Brüchen

(Zähler und Nenner durch den gleichen Faktor dividieren)

$$\frac{ac}{a} = \frac{a \cdot c}{a} = \frac{a}{a} \cdot c = c$$

Aus Summen darf nicht direkt gekürzt werden, erst ein übergeordnetes Produkt bilden

$$\frac{ab + ac}{a} = \frac{a \cdot (b + c)}{a} = b + c$$

Prozentrechnung

p = Prozentsatz (%) G = Grundwert P = Prozentwert
 E = Endwert N = Nettowert B = Bruttowert

$$P = \frac{p}{100\%} \cdot G$$

$$p = \frac{100\% \cdot P}{G}$$

$$G = \frac{100\% \cdot P}{p}$$

Prozentaufschlag

$$E = G + \frac{p}{100\%} \cdot G$$

Nettowert

$$N = \frac{B}{1 + \frac{p}{100\%}}$$

$$N = \frac{B \cdot 100\%}{100\% + p}$$