

Formelsammlung

Umwelttechnik

$$p_a = \frac{N}{m^2}$$

$$V = \frac{\pi \cdot h}{12} \cdot (d_1^2 + d_2^2 + d_1 \cdot d_2)$$

$$Q_{S,h,max} = \frac{24 \frac{d}{h}}{X_{Q,max}} \cdot Q_{S,aM}$$



Klaus Müller
Martin Plepla
Wolfgang Steinle

Inhalt

1 Mathematik	5	4.1.14 Spannung	26
1.1 Rechenarten	5	4.2 Bewegung	26
1.1.1 Vorzeichenregeln	5	4.2.1 Geschwindigkeit	26
1.1.2 Grundrechnung	5	4.2.2 Gleichförmige Beschleunigung	27
1.1.3 Klammerrechnung	5	4.2.3 Ungleichförmige Beschleunigung	27
1.1.4 Bruchrechnung	7	4.2.4 Mittlere Geschwindigkeit	27
1.1.5 Potenzrechnung	8	4.2.5 Fallgeschwindigkeit, Fallhöhe, Fallzeit	27
1.1.6 Zehnerpotenzrechnung	8	4.2.6 Winkelgeschwindigkeit	28
1.1.7 Wurzelrechnung	9	4.2.7 Umdrehungsfrequenz (Drehzahl)	28
1.1.8 Logarithmenrechnung	9	4.2.8 Drehbewegung	28
1.2 Gleichungen	10	4.3 Arbeit und Leistung	28
1.2.1 Rechenoperationen	10	4.3.1 Arbeit	28
1.3 Trigonometrie	11	4.3.2 Hubarbeit	28
1.3.1 Winkelfunktionen	11	4.3.3 Bewegungsarbeit	28
1.3.2 Satz von Pythagoras	11	4.3.4 Potenzielle Energie (Lageenergie)	29
1.3.3 Höhensatz von Euklid	12	4.3.5 Kinetische Energie (Bewegungsenergie)	29
1.3.4 Sinussatz	12	4.3.6 Wirkungsgrad	29
1.4 Statistik	12	4.3.7 Mechanische Leistung	29
1.4.1 Prozentrechnung	12	4.3.8 Hubleistung	29
1.4.2 Zinsrechnung	12	4.3.9 Beschleunigungsleistung	29
1.4.3 Messfehlerrechnung	13	4.4 Druck	30
2 Flächenberechnung	14	4.4.1 Druckarten	30
2.1 Quadrat	14	4.4.2 Druck	30
2.2 Rechteck	14	4.4.3 Hydraulischer Druck	30
2.3 Parallelogramm	14	4.4.4 Hydrostatischer Druck	30
2.4 Kreis	14	4.5 Volumenstromberechnungen	31
2.5 Rhombus (Raute)	15	4.5.1 Volumen- und Massenstrom	31
2.6 Regelmäßiges Vieleck	15	4.5.2 Kontinuitätsgesetz	31
2.7 Trapez	16	4.5.3 Ausfluss aus Behältern	31
2.8 Dreieck (Umfang)	16	4.5.4 Ausfluss mit sinkendem Flüssigkeitsspiegel	31
2.9 Dreieck	16	4.5.5 Ausfluss aus Behältern mit Überdruck	32
2.10 Unregelmäßiges Vieleck	17	4.6 Druck in Rohrleitungen	32
2.11 Kreisring	17	4.6.1 Gesamtverlust in Rohrleitungen	32
2.12 Kreisabschnitt	17	4.6.2 Druckverlust durch Rohrreibung	32
2.13 Kreisabschnitt	18	4.6.3 Reynoldszahl	32
2.14 Ellipse	18	4.6.4 Druckverluste durch Einzelwiderstände	32
3 Oberflächen-, Mantel-, Volumenberechnung	19	4.6.5 Bernoulli'sches Gesetz	33
3.1 Würfel	19	4.7 Pumpenberechnungen	33
3.2 Quader	19	4.7.1 Pumparbeit	33
3.3 Zylinder	19	4.7.2 Pumpenleistung	33
3.4 Hohlzylinder	20	4.7.3 Pumpenwirkungsgrad	33
3.5 Pyramide	20	4.7.4 Förderhöhe / Pumpenförderdruck	34
3.6 Pyramidenstumpf	21	4.7.5 Maximale Saughöhe	34
3.7 Kegel	21	4.7.6 Kavitation – NPSH-Wert	34
3.8 Kegelstumpf	22	4.7.7 Drehzahlregelung	35
3.9 Kugel	22	4.8 Wärmeberechnungen	35
4 Physik	23	4.8.1 Temperaturskalen	35
4.1 Mechanik	23	4.8.2 Mischungstemperatur	35
4.1.1 Masse und Dichte	23	4.8.3 Wärmemenge, Schmelzwärme, Verdampfungswärme, Wärmeleistung	35
4.1.2 Kraft	23	4.8.4 Erwärmen, Schmelzen und Sieden	36
4.1.3 Gewichtskraft	23	4.8.5 Spezifische Wärmekapazität	36
4.1.4 Auftriebskraft	23	4.8.6 Siedetemperatur und spezifische Verdampfungswärme	36
4.1.5 Federkraft	23	4.8.7 Schmelztemperatur und spezifische Schmelzwärme	37
4.1.6 Reibungskraft	24	4.8.8 Wärmemenge fester und flüssiger Stoffe	37
4.1.7 Reibungszahlen (Richtwerte)	24	4.8.9 Wärmemenge von Gasen	37
4.1.8 Kraftzerlegung	24	4.8.10 Heizwert fester Stoffe	37
4.1.9 Schiefe Ebene	25	4.8.11 Heizwert und Brennwert flüssiger Stoffe	37
4.1.10 Rollen	25		
4.1.11 Drehmoment	26		
4.1.12 Hebelgesetz	26		
4.1.13 Hydraulische Kraft	26		

4.8.12	Heizwert und Brennwert von Gasen	38	6.5	Mischen	52
4.8.13	Längenausdehnung	38	6.5.1	Mischungsgleichung	52
4.8.14	Längenausdehnungskoeffizient	38	6.5.2	Mischungskreuz (Andreaskreuz)	52
4.8.15	Volumenausdehnung	38	6.5.2	Varianten der Mischungsgleichung	52
4.8.16	Volumenausdehnungskoeffizient	39	6.6	Verdünnungsreihen	53
4.8.17	Wärmeleitung	39	6.6.1	Verdünnen mit Angabe der Stoffmengenkonzentration	53
4.8.18	Wärmeleitfähigkeit	39	6.6.2	Verdünnen mit Angabe der Massenkonzentration	53
4.8.19	Wärmeübergang	40	6.6.3	pH-Wert	53
4.8.20	Wärmeübergangszahl	40	6.8	pK _S - und pK _B -Werte von Säuren und Basen	54
4.8.21	Wärmedurchgang	40	6.9	Neutralisationsprinzip	55
4.8.22	Wärmedurchgangszahl	40	6.10	Neutralisationsreaktionen	55
4.8.23	Wärmestrahlung	41	6.11	Masse des gelösten Stoffes	55
4.8.24	Schwärzegrad	41	6.12	Stoffmengenkonzentration des Stoffes	55
4.9	Gasberechnungen	41	6.13	Titrationssprinzip	55
4.9.1	Allgemeines Gasgesetz	41	6.14	Aliquoter Faktor	56
4.9.2	Allgemeine Zustandsänderung: Ideale Gase	42	6.15	Extinktion	56
4.9.3	Isobare Zustandsänderung: Druck = konstant	42	6.16	Regeln zur Bestimmung der Oxidationszahlen	56
4.9.4	Isotherme Zustandsänderung: Temperatur = konstant	42	6.17	Reaktionsgleichungen von Redoxreaktionen	57
4.9.5	Isochore Zustandsänderung: Volumen = konstant	42	6.18	Gefahrstoffe	58
4.9.6	Gasverbrauch: Temperatur = konstant	42	6.18.1	Gefahrenhinweise (Hazard statements) nach GHS	58
		43	6.18.2	Sicherheitshinweise (Precautionary statements) nach GHS	60
5	Elektrotechnik	43	6.18.3	Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnung nach GHS	61
5.1	Elektrische Ladung	43	6.18.4	Signalwörter nach GHS	61
5.2	Elektrischer Strom	43	6.18.5	R-Sätze (Risikoratschläge)	62
5.3	Elektrische Spannung	43	6.18.6	S-Sätze (Sicherheitsratschläge)	63
5.4	Ohmsches Gesetz	44	6.18.7	E-Sätze (Entsorgungsratschläge)	64
5.5	Leitungswiderstand	44	6.18.8	Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnung	65
5.5.1	Spezifischer elektrischer Widerstand	44	7	Biologie	68
5.6	Spannungsverlust bei Gleich-, Wechsel- und Drehstrom	44	7.1	Mikroskopisches Bild	68
5.6.1	Spezifische elektrische Leitfähigkeit	44	7.1.1	Häufigkeitsfaktoren	68
5.7	Parallelschaltung von Widerständen	45	7.2	Belebtschlammflocke	68
5.8	Reihenschaltung von Widerständen	45	7.2.1	Form	68
5.9	Dreieckschaltung	46	7.2.2	Struktur	68
5.10	Sternschaltung	46	7.2.3	Größe	68
5.11	Elektrische Arbeit	46	7.2.4	Fädigkeit	68
5.12	Arbeit Gleichstrom	46	7.3	Belebtschlammorganismen	69
5.13	Arbeit Wechselstrom	47	7.3.1	Bakterien	69
5.14	Arbeit Drehstrom	47	7.3.2	Amöben	69
5.15	Leistung Gleichstrom	47	7.3.3	Festsitzende Ciliaten	69
5.16	Leistung Wechselstrom	47	7.3.4	Frei bewegliche Ciliaten	70
5.17	Leistung Drehstrom	47	7.3.5	Sonstige Einzeller	70
5.18	Elektrische Verluste	48	7.3.6	Mehrzeller	70
5.19	Elektrischer Wirkungsgrad	48	8	Abwassertechnik	71
5.20	Drehfeld Drehzahl / Schlupf / Frequenz	48	8.1	Kanalberechnungen	71
5.21	Transformator	49	8.1.1	Kanalgefälle / Steigung	71
5.22	Schutzstromdichte	49	8.1.2	Durchfluss Kanal	71
6	Chemie	50	8.1.3	Fließgeschwindigkeit	71
6.1	Stoffmenge, Avogadro-Konstante	50	8.1.4	Häuslicher Schmutzabwasserabfluss	72
6.2	Konzentration	50	8.1.5	Betrieblicher Schmutzwasserabfluss	72
6.2.1	Stoffmengenkonzentration	50	8.1.6	Schmutzwasserabfluss	72
6.2.2	Massenkonzentration	50	8.1.7	Fremdwasser	72
6.2.3	Volumenkonzentration	50	8.1.8	Trockenwetterabfluss	72
6.3	Anteile	50	8.1.9	Regenwasser	73
6.3.1	Stoffmengenanteil	50	8.1.10	Mischwasserabfluss	73
6.3.2	Massenanteil	51	8.2	Zulauf	73
6.3.3	Volumenanteil	51	8.2.1	Einwohnerwerte	73
6.4	Verhältnisse	51	8.2.2	Täglicher Zufluss	73
6.4.1	Stoffmengenverhältnis	51			
6.4.2	Massenverhältnis	51			
6.4.3	Volumenverhältnis	51			

8.2.3	Zulauffracht	73	9.4.1	Sinkgeschwindigkeit	86
8.2.4	Zulaufkonzentration	74	9.4.2	Beckenlänge	87
8.2.5	Zulaufkonzentration Einwohner	74	9.4.3	Filterfläche	87
8.3 Rechen		74	9.5 Wasserbedarf		87
8.3.1	Kammerbreite	74	9.5.1	Zuwachsrate	87
8.3.2	Stauverlust	74	9.5.2	Einwohnerzahl	87
8.3.3	Stabanzahl	74	9.5.3	Jahreswasserbedarf	87
8.4 Sandfang		75	9.5.4	Gesteigerter Jahreswasserbedarf	87
8.4.1	Sinkgeschwindigkeit	75	9.5.5	Zukünftiger Jahreswasserbedarf	87
8.4.2	Länge	75	9.5.6	Mittlerer Tageswasserbedarf	88
8.5 Vorklärung / Nachklärung		75	9.5.7	Maximaler Tageswasserbedarf	88
8.5.1	Aufenthaltszeit	75	9.5.8	Mittlerer Stundenwasserbedarf	88
8.5.2	Flächenbeschickung	75	9.5.9	Maximaler Stundenwasserbedarf	88
8.5.3	Raumbeschickung	76	9.6 Rohrleitungsbedarf		89
8.5.4	Schwellenbelastung	76	9.6.1	Wasserwerk-Behälter	89
8.5.5	Hydraulischer Wirkungsgrad	76	9.6.2	Behälter-Netz	89
8.5.6	Durchfluss NKB	76			
8.5.7	Schlammvolumenbeschickung NKB	76	10 Abfalltechnik		90
8.6 Belebung		76	10.1 Komposttechnik		90
8.6.1	Oberflächenbelastung	76	10.1.1	Kompoststeigung /-neigung	90
8.6.2	Raumbelastung	77	10.1.2	Kompostaufbringung	90
8.6.3	Schlammbelastung	77	10.2 Deponietechnik		90
8.6.4	Schlammindex	77	10.2.1	Abfallvolumen	90
8.6.5	Schlammalter	77	10.2.2	Abfallmasse	90
8.6.6	Schlammarbeit	77	10.2.3	Abfalldichte	90
8.6.7	Überschuss-Schlammproduktion	78	10.2.4	Abfallverdichtungsverhältnis	91
8.6.8	Rücklaufschlammverhältnis	78	10.2.5	Deponiegasmenge nach Tabasaran / Rettenberger	91
8.6.9	Sauerstoffberechnung	78	10.2.6	Deponiewasserhaushalt	91
8.6.10	Sauerstoffverbrauch im Belebungsbecken	79	10.2.7	Deponiesteigung /-neigung	91
8.6.11	Fällmittelverbrauch	80	10.3 Abfallverbrennungstechnik		92
8.7 Schlammbehandlung		80	10.3.1	Abfalldurchsatz	92
8.7.1	Schlamm entwässerung	80	10.3.2	Heizwertberechnung	92
8.7.2	Trübwasser	80	10.3.3	Rauchgasberechnung	93
8.7.3	Trockensubstanzgehalt	80	10.3.4	Verbrennungsberechnung	93
8.7.4	Trockenrückstand / Wassergehalt	81			
8.7.5	Glühverlust / Glührückstand	81	11 Prozessleittechnik		94
8.7.6	Faulraumvolumen	81	11.1 Regelungen		94
8.7.7	Faulzeit	81	11.1.1	Reglertypen	94
8.7.8	Klär-gasmenge	82	11.1.2	Reglerparameter nach Ziegler-Nichols	95
8.8 Ablauf		82	11.1.3	Reglereinstellung nach Ziegler-Nichols	95
8.8.1	Reinigungsleistung (Wirkungsgrad, Abbaugrad)	82	11.2 Steuerungen		96
8.8.2	Aufenthaltszeit	82	11.2.1	Verknüpfungsfunktionen	96
8.9 Abwasserabgabe		82	11.2.2	Ablaufsteuerungen nach DIN EN 60848: GRAFCET	97
8.9.1	Abwasserabgabe für Schmutzwasser	82			
8.9.2	Abwasserabgabe für Niederschlagswasser	83	12 Grafische Darstellung		98
9 Wassertechnik		84	12.1 Grafische Symbole für RI-Fließschema nach DIN EN ISO 10628		98
9.1 Wasserdaten		84	12.2 Kennbuchstaben für MSR-Stellen nach DIN 62424		100
9.1.1	Einwohnerbedarf	84	12.3 Kennbuchstaben für Anlagenteile nach DIN EN ISO 10628		101
9.1.2	Gewerblicher / Industrieller Bedarf	84			
9.1.3	Kommunaler Bedarf	84	13 Formelzeichen		102
9.1.4	Landwirtschaftlicher Bedarf	84	13.1 Griechisches Alphabet		102
9.1.5	Härtebereich	85			
9.1.6	Wasserhärte	85	14 Einheiten und Umrechnungsfaktoren		103
9.1.7	Härteeinheiten	85			
9.2 Wasserhaushalt		85	15 Periodensystem der Elemente		105
9.2.1	Wasserhaushaltsgleichung	85			
9.2.2	Niederschlag	85	Stichwortverzeichnis		109
9.3 Wasserversorgung		86			
9.3.1	Wasserverlust	86			
9.3.2	Druckverlust	86			
9.3.3	Gefällebezogener Druckverlust	86			
9.3.4	Kontinuitätsgleichung	86			
9.4 Wasseraufbereitung		86			