

■ Inhalt

1 Mathematik

1.1 Rechenarten	
1.1.1 Vorzeichenregeln	5
1.1.2 Grundrechnung	5
1.1.3 Klammerrechnung	5
1.1.4 Bruchrechnung	7
1.1.5 Potenzrechnung	8
1.1.6 Zehnerpotenzrechnung	8
1.1.7 Wurzelrechnung	9
1.1.8 Logarithmenrechnung	9
1.2 Gleichungen	10
1.2.1 Rechenoperationen	10
1.3 Trigonometrie	11
1.3.1 Winkelfunktionen	11
1.3.2 Satz von Pythagoras	11
1.3.3 Höhensatz von Euklid	12
1.3.4 Sinussatz	12
1.4 Statistik	12
1.4.1 Prozentrechnung	12
1.4.2 Zinsrechnung	12
1.4.3 Messfehlerrechnung	13

2 Flächenberechnung

2.1 Quadrat	14
2.2 Rechteck	14
2.3 Parallelogramm	14
2.4 Kreis	14
2.5 Rhombus (Raute)	15
2.6 Regelmäßiges Vieleck	15
2.7 Trapez	16
2.8 Dreieck (Umfang)	16
2.9 Dreieck	16
2.10 Unregelmäßiges Vieleck	17
2.11 Kreisring	17
2.12 Kreisausschnitt	17
2.13 Kreisabschnitt	18
2.14 Ellipse	18

3 Oberflächen-, Mantel-, Volumenberechnung

3.1 Würfel	19
3.2 Quader	19
3.3 Zylinder	19
3.4 Hohlzylinder	20
3.5 Pyramide	20
3.6 Pyramidenstumpf	21
3.7 Kegel	21
3.8 Kegelstumpf	22
3.9 Kugel	22

4 Physik

4.1 Mechanik

4.1.1 Masse und Dichte	23
4.1.2 Kraft	23
4.1.3 Gewichtskraft	23
4.1.4 Auftriebskraft	23
4.1.5 Federkraft	23
4.1.6 Reibungskraft	24
4.1.7 Reibungszahlen (Richtwerte)	24
4.1.8 Kraftzerlegung	24
4.1.9 Schiefe Ebene	25
4.1.10 Rollen	25
4.1.11 Drehmoment	26
4.1.12 Hebelgesetz	26
4.1.13 Hydraulische Kraft	26

4.1.14 Spannung	26
4.2 Bewegung	26
4.2.1 Geschwindigkeit	26
4.2.2 Gleichförmige Beschleunigung	27
4.2.3 Ungleichförmige Beschleunigung	27
4.2.4 Mittlere Geschwindigkeit	27
4.2.5 Fallgeschwindigkeit, Fallhöhe, Fallzeit	27
4.2.6 Winkelgeschwindigkeit	28
4.2.7 Umdrehungsfrequenz (Drehzahl)	28
4.2.8 Drehbewegung	28
4.3 Arbeit und Leistung	28
4.3.1 Arbeit	28
4.3.2 Hubarbeit	28
4.3.3 Bewegungsarbeit	28
4.3.4 Potentielle Energie (Lageenergie)	29
4.3.5 Kinetische Energie (Bewegungsenergie)	29
4.3.6 Wirkungsgrad	29
4.3.7 Mechanische Leistung	29
4.3.8 Hubleistung	29
4.3.9 Beschleunigungsleistung	29
4.4 Druck	30
4.4.1 Druckarten	30
4.4.2 Druck	30
4.4.3 Hydraulischer Druck	30
4.4.4 Hydrostatischer Druck	30
4.5 Volumenstromberechnungen	31
4.5.1 Volumen- und Massenstrom	31
4.5.2 Kontinuitätsgesetz	31
4.5.3 Ausfluss aus Behältern	31
4.5.4 Ausfluss mit sinkendem	
Flüssigkeitsspiegel	31
4.5.5 Ausfluss aus Behältern	
mit Überdruck	32
4.6 Druck in Rohrleitungen	32
4.6.1 Gesamtverlust in Rohrleitungen	32
4.6.2 Druckverlust durch Rohreibung	32
4.6.3 Reynoldszahl	32
4.6.4 Druckverluste durch	
Einzelwiderstände	32
4.6.5 Bernoulli'sches Gesetz	33
4.7 Pumpenberechnungen	33
4.7.1 Pumparbeiten	33
4.7.2 Pumpenleistung	33
4.7.3 Pumpenwirkungsgrad	33
4.7.4 Förderhöhe / Pumpenförderdruck	34
4.7.5 Maximale Saughöhe	34
4.7.6 Kavitation – NPSH-Wert	34
4.7.7 Drehzahlregelung	35
4.8 Wärmeberechnungen	35
4.8.1 Temperaturskalen	35
4.8.2 Mischungstemperatur	35
4.8.3 Wärmemenge, Schmelzwärme,	
Verdampfungswärme, Wärmeleistung	35
4.8.4 Erwärmen, Schmelzen und Sieden	36
4.8.5 Spezifische Wärmekapazität	36
4.8.6 Siedetemperatur und spezifische	
Verdampfungswärme	36
4.8.7 Schmelztemperatur und spezifische	
Schmelzwärme	37
4.8.8 Wärmemenge fester und flüssiger	
Stoffe	37
4.8.9 Wärmemenge von Gasen	37
4.8.10 Heizwert fester Stoffe	37
4.8.11 Heizwert und Brennwert flüssiger Stoffe	37

Inhalt

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 Wärmeleitzahl	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		6.13 Titrationsprinzip	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
	43	6.18.3 Gefahrensymbole und Gefahren- bezeichnung nach GHS	61
	43	6.18.4 Signalwörter nach GHS	61
	44	6.18.5 R-Sätze (Risikoratschläge)	62
	44	6.18.6 S-Sätze (Sicherheitsratschläge)	63
	44	6.18.7 E-Sätze (Entsorgungsratschläge)	64
	44	6.18.8 Gefahrensymbole und Gefahren- bezeichnung	65
5 Elektrotechnik		7 Biologie	68
5.1 Elektrische Ladung	45	7.1 Mikroskopisches Bild	68
5.2 Elektrischer Strom	45	7.1.1 Häufigkeitsfaktoren	68
5.3 Elektrische Spannung	46	7.2 Belebtschlammflocke	68
5.4 Ohmsches Gesetz	46	7.2.1 Form	68
5.5 Leitungswiderstand	46	7.2.2 Struktur	68
5.5.1 Spezifischer elektrischer Widerstand	46	7.2.3 Größe	68
5.6 Spannungsverlust bei Gleich-, Wechsel- und Drehstrom	47	7.2.4 Fähigkeit	68
5.6.1 Spezifische elektrische Leitfähigkeit	47	7.3 Belebtschlammorganismen	69
5.7 Parallelschaltung von Widerständen	47	7.3.1 Bakterien	69
5.8 Reihenschaltung von Widerständen	47	7.3.2 Amöben	69
5.9 Dreieckschaltung	47	7.3.3 Festsitzende Ciliaten	69
5.10 Sternschaltung	47	7.3.4 Frei bewegliche Ciliaten	70
5.11 Elektrische Arbeit	47	7.3.5 Sonstige Einzeller	70
5.12 Arbeit Gleichstrom	47	7.3.6 Mehrzeller	70
5.13 Arbeit Wechselstrom	47		
5.14 Arbeit Drehstrom	47		
5.15 Leistung Gleichstrom	47		
5.16 Leistung Wechselstrom	47		
5.17 Leistung Drehstrom	47		
5.18 Elektrische Verluste	48		
5.19 Elektrischer Wirkungsgrad	48		
5.20 Drehfelddrehzahl / Schlupf / Frequenz	48		
5.21 Transformator	49		
5.22 Schutzstromdichte	49		
6 Chemie	50	8 Abwassertechnik	71
6.1 Stoffmenge, Avogadro-Konstante	50	8.1 Kanalberechnungen	71
6.2 Konzentration	50	8.1.1 Kanalgefälle / Steigung	71
6.2.1 Stoffmengenkonzentration	50	8.1.2 Durchfluss Kanal	71
6.2.2 Massenkonzentration	50	8.1.3 Fließgeschwindigkeit	71
6.2.3 Volumenkonzentration	50	8.1.4 Häuslicher Schmutzabwasserabfluss	72
6.3 Anteile	50	8.1.5 Betrieblicher Schmutzwasserabfluss	72
6.3.1 Stoffmengenanteil	50	8.1.6 Schmutzwasserabfluss	72
6.3.2 Massenanteil	51	8.1.7 Fremdwasser	72
6.3.3 Volumenanteil	51	8.1.8 Trockenwetterabfluss	72
6.4 Verhältnisse	51	8.1.9 Regenwasser	73
6.4.1 Stoffmengenverhältnis	51	8.1.10 Mischwasserabfluss	73
6.4.2 Massenverhältnis	51	8.2 Zulauf	73
6.4.3 Volumenverhältnis	51	8.2.1 Einwohnerwerte	73
		8.2.2 Täglicher Zufluss	73

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			
8.6	Belebung	76	10 Abfalltechnik		90
8.6.1	Oberflächenbelastung	76	10.1	Komposttechnik	90
8.6.2	Raumbelastung	77	10.1.1	Kompoststeigung /-neigung	90
8.6.3	Schlammibelastung	77	10.1.2	Kompostaufbringung	90
8.6.4	Schlammindex	77	10.2	Deponietechnik	90
8.6.5	Schlammalter	77	10.2.1	Abfallvolumen	90
8.6.6	Schlammarbeit	77	10.2.2	Abfallmasse	90
8.6.7	Überschuss-Schlammproduktion	78	10.2.3	Abfalldichte	90
8.6.8	Rücklaufschlammverhältnis	78	10.2.4	Abfallverdichtungsverhältnis	91
8.6.9	Sauerstoffberechnung	78	10.2.5	Deponiegasmenge nach Tabasaran / Rettenberger	91
8.6.10	Sauerstoffverbrauch im Belebungsbecken	79	10.2.6	Deponiewasserhaushalt	91
8.6.11	Fällmittelverbrauch	80	10.2.7	Deponiesteigung /-neigung	91
8.7	Schlammbehandlung	80	10.3	Abfallverbrennungstechnik	92
8.7.1	Schlammtennwässerung	80	10.3.1	Abfalldurchsatz	92
8.7.2	Trübwasser	80	10.3.2	Heizwertberechnung	92
8.7.3	Trockensubstanzgehalt	80	10.3.3	Rauchgasberechnung	93
8.7.4	Trockenrückstand / Wassergehalt	81	10.3.4	Verbrennungsberechnung	93
8.7.5	Glühverlust / Glührückstand	81			
8.7.6	Faulraumvolumen	81	11 Prozessleittechnik		94
8.7.7	Faulzeit	81	11.1	Regelungen	94
8.7.8	Klärgasmenge	82	11.1.1	Reglertypen	94
8.8	Ablauf	82	11.1.2	Reglerparameter nach Ziegler-Nichols	95
8.8.1	Reinigungsleistung (Wirkungsgrad, Abbaugrad)	82	11.1.3	Reglereinstellung nach Ziegler-Nichols	95
8.8.2	Aufenthaltszeit	82	11.2	Steuerungen	96
8.9	Abwasserabgabe	82	11.2.1	Verknüpfungsfunktionen	96
8.9.1	Abwasserabgabe für Schmutzwasser	82	11.2.2	Ablaufsteuerungen nach DIN EN 60848: GRAFCET	97
8.9.2	Abwasserabgabe für Niederschlagswasser	83			
9 Wassertechnik			12 Grafische Darstellung		98
9.1	Wasserdaten	84	12.1	Grafische Symbole für RI-Fließschema nach DIN EN ISO 10628	98
9.1.1	Einwohnerbedarf	84	12.2	Kennbuchstaben für MSR-Stellen nach DIN 62424	100
9.1.2	Gewerblicher / Industrieller Bedarf	84	12.3	Kennbuchstaben für Anlagenteile nach DIN EN ISO 10628	101
9.1.3	Kommunaler Bedarf	84			
9.1.4	Landwirtschaftlicher Bedarf	84	13 Formelzeichen		102
9.1.5	Härtebereich	85	13.1	Griechisches Alphabet	102
9.1.6	Wasserhärte	85			
9.1.7	Härteeinheiten	85	14 Einheiten und Umrechnungsfaktoren		103
9.2	Wasserhaushalt	85			
9.2.1	Wasserhaushaltsgleichung	85	15 Periodensystem der Elemente		105
9.2.2	Niederschlag	85			
9.3	Wasserversorgung	86	Stichwortverzeichnis		109
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			