

# ■ Inhalt

<b>1 Mathematik</b>			
1.1 Rechenarten	5	4.1.14 Spannung	26
1.1.1 Vorzeichenregeln	5	4.1.15 Zulässige Spannung	26
1.1.2 Grundrechnung	5	4.2 Bewegung	27
1.1.3 Klammerrechnung	5	4.2.1 Geschwindigkeit	27
1.1.4 Bruchrechnung	7	4.2.2 Gleichförmige Beschleunigung	27
1.1.5 Potenzrechnung	8	4.2.3 Mittlere Geschwindigkeit	27
1.1.6 Zehnerpotenzrechnung	8	4.2.4 Fallgeschwindigkeit, Fallhöhe, Fallzeit	27
1.1.7 Wurzelrechnung	9	4.2.5 Umdrehungsfrequenz (Drehzahl)	28
1.1.8 Logarithmenrechnung	9	4.2.6 Winkelgeschwindigkeit	28
1.2 Gleichungen	10	4.2.7 Kreisbogen	28
1.2.1 Rechenoperationen	10	4.3 Arbeit und Leistung	28
1.3 Trigonometrie	11	4.3.1 Arbeit	28
1.3.1 Winkelfunktionen	11	4.3.2 Hubarbeit	28
1.3.2 Satz von Pythagoras	11	4.3.3 Bewegungsarbeit	28
1.3.3 Höhensatz von Euklid	12	4.3.4 Potentielle Energie (Lageenergie)	29
1.3.4 Sinussatz	12	4.3.5 Kinetische Energie (Bewegungsenergie)	29
1.4 Statistik	12	4.3.6 Leistung	29
1.4.1 Prozentrechnung	12	4.3.7 Mechanische Leistung	29
1.4.2 Zinsrechnung	12	4.3.8 Hubleistung	29
1.4.3 Messfehlerrechnung	13	4.3.9 Beschleunigungsleistung	29
4.3.10 Wirkungsgrad		4.4 Druck	30
<b>2 Flächenberechnung</b>	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	
2.9 Dreieck	16	Flüssigkeitsspiegel	31
2.10 Unregelmäßiges Vieleck	17	4.5.5 Ausfluss aus Behältern	
2.11 Kreisring	17	mit Überdruck	32
2.12 Kreisausschnitt	17	4.6 Druck in Rohrleitungen	32
2.13 Kreisabschnitt	18	4.6.1 Bernoulli'sches Gesetz	32
2.14 Ellipse	18	4.6.2 Gesamtverlust in Rohrleitungen	32
<b>3 Oberflächen-, Mantel-, Volumenberechnung</b>	19	4.6.3 Druckverlust durch Rohreibung	32
3.1 Würfel	19	4.6.4 Reynoldszahl	33
3.2 Quader	19	4.6.5 Druckverluste durch	33
3.3 Zylinder	19	Einzelwiderstände	
3.4 Hohlzylinder	20	4.6.6 Druckhöhenverluste	33
3.5 Pyramide	20	4.7 Pumpenberechnungen	33
3.6 Pyramidenstumpf	21	4.7.1 Pumparbeiten	33
3.7 Kegel	21	4.7.2 Pumpenleistung	34
3.8 Kegelstumpf	22	4.7.3 Pumpenwirkungsgrad	34
3.9 Kugel	22	4.7.4 Förderhöhe	34
<b>4 Physik</b>	23	4.7.5 Maximale Saughöhe	34
4.1 Mechanik	23	4.7.6 Kavitation – NPSH-Wert	35
4.1.1 Dichte und Masse	23	4.7.7 Drehzahlregelung	35
4.1.2 Kraft	23	4.8 Wärmeberechnungen	35
4.1.3 Gewichtskraft	23	4.8.1 Temperaturskalen	35
4.1.4 Auftriebskraft	23	4.8.2 Mischungstemperatur	35
4.1.5 Federkraft	23	4.8.3 Wärmemenge, Schmelzwärme,	
4.1.6 Reibungskraft	24	Verdampfungswärme, Wärmeleistung	36
4.1.7 Reibungszahlen (Richtwerte)	24	4.8.4 Erwärmen, Schmelzen und Sieden	36
4.1.8 Kraftzerlegung	24	4.8.5 Spezifische Wärmekapazität	36
4.1.9 Schiefe Ebene	25	4.8.6 Siedetemperatur und spezifische	
4.1.10 Rollen	25	Verdampfungswärme	37
4.1.11 Drehmoment	26	4.8.7 Schmelztemperatur und spezifische	
4.1.12 Hebelgesetz	26	Schmelzwärme	37
4.1.13 Hydraulische Kraft	26	4.8.8 Wärmemenge fester und flüssiger	
		Stoffe	37
		4.8.9 Heizwert fester Stoffe	37

4.8.10 Heizwert und Brennwert flüssiger Stoffe	37	6.4.2 Massenverhältnis	51
4.8.11 Wärmemenge von Gasen	38	6.4.3 Volumenverhältnis	51
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	6.5.3 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	6.7 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
<b>4.9 Gasberechnungen</b>	<b>41</b>	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
		6.18.2 Sicherheitshinweise (Precautionary statements) nach GHS	60
		6.18.3 Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnung nach GHS	61
		6.18.4 Signalwörter nach GHS	61
		6.18.5 R-Sätze (Risikoratschläge)	62
		6.18.6 S-Sätze (Sicherheitsratschläge)	63
		6.18.7 E-Sätze (Entsorgungsratschläge)	64
		6.18.8 Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnung	65
<b>5 Elektrotechnik</b>	<b>43</b>	<b>7 Biologie</b>	<b>66</b>
5.1 Elektrische Ladung	43	7.1 Mikroskopisches Bild	66
5.2 Elektrischer Strom	43	7.1.1 Häufigkeitsfaktoren	66
5.3 Elektrische Spannung	43	7.2 Belebtschlammflocke	66
5.4 Ohmsches Gesetz	43	7.2.1 Form	66
5.5 Leitungswiderstand	44	7.2.2 Struktur	66
5.5.1 Spezifischer elektrischer Widerstand	44	7.2.3 Größe	66
5.6 Spannungsverlust bei Gleich-, Wechsel- und Drehstrom	44	7.2.4 Fähigkeit	66
5.6.1 Spezifische elektrische Leitfähigkeit	44	7.3 Belebtschlammorganismen	67
5.7 Parallelschaltung von Widerständen	45	7.3.1 Bakterien	67
5.8 Reihenschaltung von Widerständen	45	7.3.2 Amöben	67
5.9 Dreieckschaltung	46	7.3.3 Festsitzende Ciliaten	67
5.10 Sternschaltung	46	7.3.4 Frei bewegliche Ciliaten	68
5.11 Elektrische Arbeit	46	7.3.5 Sonstige Einzeller	68
5.12 Arbeit Gleichstrom	46	7.3.6 Mehrzeller	68
5.13 Arbeit Wechselstrom	47	<b>8 Abwassertechnik</b>	<b>69</b>
5.14 Arbeit Drehstrom	47	8.1 Kanalberechnungen	69
5.15 Leistung Gleichstrom	47	8.1.1 Kanalgefälle / Steigung	69
5.16 Leistung Wechselstrom	47	8.1.2 Durchfluss Kanal	69
5.17 Leistung Drehstrom	47	8.1.3 Fließgeschwindigkeit	69
5.18 Elektrische Verluste	48	8.1.4 Häuslicher Schmutzwasserabfluss	70
5.19 Elektrischer Wirkungsgrad	48	8.1.5 Betrieblicher Schmutzwasserabfluss	70
5.20 Drehfelddrehzahl / Schlupf / Frequenz	48	8.1.6 Schmutzwasserabfluss	70
5.21 Transformator	49	8.1.7 Fremdwasser	70
5.22 Schutzstromdichte	49	8.1.8 Trockenwetterabfluss	70
		8.1.9 Regenwasser	71
		8.1.10 Mischwasserabfluss	71
<b>6 Chemie</b>	<b>50</b>	8.2 Zulauf	71
6.1 Stoffmenge, Avogadro-Konstante	50		
6.2 Konzentration	50		
6.2.1 Stoffmengenkonzentration	50		
6.2.2 Massenkonzentration	50		
6.2.3 Volumenkonzentration	50		
6.3 Anteile	50		
6.3.1 Stoffmengenanteil	50		
6.3.2 Massenanteil	51		
6.3.3 Volumenanteil	51		
6.4 Verhältnisse	51		
6.4.1 Stoffmengenverhältnis	51		

8.2.1	Einwohnerwerte	71	9.4.2	Druckverlust	85
8.2.2	Täglicher Zufluss	71	9.4.3	Gefällebezogener Druckverlust	85
8.2.3	Zulauffracht	71	9.4.4	Kontinuitätsgleichung	85
8.2.4	Zulaufkonzentration	72	9.5	Wasseraufbereitung mit Festbettfiltration	86
8.2.5	Zulaufkonzentration Einwohner	72	9.5.1	Sinkgeschwindigkeit	86
8.3	Rechen	72	9.5.2	Beckenlänge	86
8.3.1	Kammerbreite	72	9.5.3	Filterfläche	86
8.3.2	Stauverlust	72	9.5.4	Erforderliches Speichervolumen	86
8.3.3	Stabanzahl	72	9.5.5	Trockenrückstand des jährlich anfallenden Schlammes	87
8.4	Sandfang	73	9.6	Wasseraufbereitung mit Membranfiltration	87
8.4.1	Sinkgeschwindigkeit	73	9.6.1	Ausbeute	87
8.4.2	Länge	73	9.6.2	Flächenbelastung	87
8.5	Vorklärung / Nachklärung	73	9.6.3	Permeabilität	87
8.5.1	Aufenthaltszeit	73	9.6.4	Rückhalt	87
8.5.2	Flächenbeschickung	73	9.6.5	Transmembrane Druckdifferenz	87
8.5.3	Raumbeschickung	74			
8.5.4	Schwellenbelastung	74			
8.5.5	Hydraulischer Wirkungsgrad	74	<b>10 Abfalltechnik</b>		88
8.5.6	Durchfluss NKB	74	10.1	Berechnungen	88
8.5.7	Schlammvolumenbeschickung NKB	74	10.1.1	Abfallvolumen	88
8.6	Belebung	74	10.1.2	Abfallmasse	88
8.6.1	Oberflächenbelastung	74	10.1.3	Abfalldichte	88
8.6.2	Raumbelastung	75	10.1.4	Abfallverdichtungsverhältnis	88
8.6.3	Schlammibelastung	75	10.2	Komposttechnik	88
8.6.4	Schlammindex	75	10.2.1	Kompostaufbringung	88
8.6.5	Schlammalter	75	10.2.2	Trockenrückstand/ Wassergehalt	89
8.6.6	Schlammarbeit	75	10.2.3	Glühverlust/ Glührückstand	89
8.6.7	Überschuss-Schlammproduktion	76	10.3	Deponietechnik	89
8.6.8	Rücklaufschlammverhältnis	76	10.3.1	Deponiewasserhaushalt	89
8.6.9	Sauerstoffkonzentration	76	10.3.2	Deponiesteigung/ -neigung	89
8.6.10	Sauerstoffbedarf (vereinfacht)	76	10.4	Siebanalyse	90
8.6.11	Sauerstoffzufuhr und Luftbedarf	77	10.4.1	Gesamtmasse	90
8.6.12	Fällmittelverbrauch	77	10.4.2	Massenanteil	90
8.7	Schlammbehandlung	78	10.4.3	Durchgang	90
8.7.1	Schlammtennwässerung	78	10.5	Angebotskalkulation	91
8.7.2	Trübwasser	78	10.5.1	Divisionskalkulation	91
8.7.3	Trockensubstanzgehalt	78	10.5.2	Einfache Zuschlagskalkulation	91
8.7.4	Trockenrückstand / Wassergehalt	78	10.5.3	Preiskalkulation	91
8.7.5	Glühverlust / Glührückstand	79			
8.7.6	Faulraumvolumen	79	<b>11 Prozessleittechnik</b>		92
8.7.7	Faulzeit	79	11.1	Regelungen	92
8.7.8	Klärgasmenge	79	11.1.1	Reglertypen	92
8.8	Ablauf	80	11.1.2	Reglerparameter nach Ziegler- Nichols	93
8.8.1	Reinigungsleistung (Wirkungsgrad, Abbaugrad)	80	11.1.3	Reglereinstellung nach Ziegler- Nichols	93
8.8.2	Aufenthaltszeit	80	11.2	Steuerungen	94
8.9	Abwasserabgabe	80	11.2.1	Verknüpfungsfunktionen	94
8.9.1	Abwasserabgabe für Schmutzwasser	80	11.2.2	Ablaufsteuerungen nach DIN EN 60848: GRAFCET	95
8.9.2	Abwasserabgabe für Niederschlags- wasser	81			
<b>9 Wassertechnik</b>		82	<b>12 Grafische Darstellung</b>		96
9.1	Wasserdaten	82	12.1	Grafische Symbole für RI-Fließschema nach DIN EN ISO 10628-2	96
9.1.1	Härtebereich	82	12.2	Kennbuchstaben für MSR-Stellen nach DIN 62424	98
9.1.2	Wasserhärte	82	12.3	Kennbuchstaben für Anlagenteile nach DIN EN ISO 10628 (alt)	99
9.1.3	Härteneinheiten	82			
9.2	Wasserhaushalt	83	<b>13 Formelzeichen</b>		100
9.2.1	Wasserhaushaltsgleichungen	83	13.1	Griechisches Alphabet	100
9.2.2	Niederschlag	83			
9.3	Wasserbedarf	84	<b>14 Einheiten und Umrechnungsfaktoren</b>		101
9.3.1	Mittlerer Tageswasserbedarf	84			
9.3.2	Maximaler Tageswasserbedarf	84	<b>15 Periodensystem der Elemente</b>		103
9.3.3	Mittlerer Stundenwasserbedarf	84			
9.3.4	Maximaler Stundenwasserbedarf	84			
9.3.5	Richtwerte für den Löschwasserbedarf	84			
9.4	Wasserversorgung	85	<b>Stichwortverzeichnis</b>		107
9.4.1	Wasserverlust	85			