

■ Inhalt

1 Mathematik	5		
1.1 Rechenarten	5	4.1.14 Spannung	26
1.1.1 Vorzeichenregeln	5	4.2 Bewegung	26
1.1.2 Grundrechnung	5	4.2.1 Geschwindigkeit	26
1.1.3 Klammerrechnung	5	4.2.2 Gleichförmige Beschleunigung	27
1.1.4 Bruchrechnung	7	4.2.3 Ungleichförmige Beschleunigung	27
1.1.5 Potenzrechnung	8	4.2.4 Mittlere Geschwindigkeit	27
1.1.6 Zehnerpotenzrechnung	8	4.2.5 Fallgeschwindigkeit, Fallhöhe, Fallzeit	27
1.1.7 Wurzelrechnung	9	4.2.6 Winkelgeschwindigkeit	28
1.1.8 Logarithmenrechnung	9	4.2.7 Umdrehungsfrequenz (Drehzahl)	28
1.2 Gleichungen	10	4.2.8 Drehbewegung	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 Potenzielle Energie (Lageenergie)	29
1.3.4 Sinussatz	12	4.3.5 Kinetische Energie (Bewegungsenergie)	29
1.4 Statistik	12	4.3.6 Wirkungsgrad	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
2 Flächenberechnung	14	4.4 Druck	30
2.1 Quadrat	14	4.4.1 Druckarten	30
2.2 Rechteck	14	4.4.2 Druck	30
2.3 Parallelogramm	14	4.4.3 Hydraulischer Druck	30
2.4 Kreis	14	4.4.4 Hydrostatischer Druck	30
2.5 Rhombus (Raute)	15	4.5 Volumenstromberechnungen	31
2.6 Regelmäßiges Vieleck	15	4.5.1 Volumen- und Massenstrom	31
2.7 Trapez	16	4.5.2 Kontinuitätsgesetz	31
2.8 Dreieck (Umfang)	16	4.5.3 Ausfluss aus Behältern	31
2.9 Dreieck	16	4.5.4 Ausfluss mit sinkendem Flüssigkeitsspiegel	31
2.10 Unregelmäßiges Vieleck	17	4.5.5 Ausfluss aus Behältern mit Überdruck	32
2.11 Kreisring	17	4.6 Druck in Rohrleitungen	32
2.12 Kreisausschnitt	17	4.6.1 Gesamtverlust in Rohrleitungen	32
2.13 Kreisabschnitt	18	4.6.2 Druckverlust durch Rohrreibung	32
2.14 Ellipse	18	4.6.3 Reynoldszahl	32
3 Oberflächen-, Mantel-, Volumenberechnung	19	4.6.4 Druckverluste durch Einzelwiderstände	32
3.1 Würfel	19	4.6.5 Bernoulli'sches Gesetz	33
3.2 Quader	19	4.7 Pumpenberechnungen	33
3.3 Zylinder	19	4.7.1 Pumparbeit	33
3.4 Hohlzylinder	20	4.7.2 Pumpenleistung	33
3.5 Pyramide	20	4.7.3 Pumpenwirkungsgrad	33
3.6 Pyramidenstumpf	21	4.7.4 Förderhöhe / Pumpenförderdruck	34
3.7 Kegel	21	4.7.5 Maximale Saughöhe	34
3.8 Kegelstumpf	22	4.7.6 Kavitation – NPSH-Wert	34
3.9 Kugel	22	4.7.7 Drehzahlregelung	35
4 Physik	23	4.8 Wärmeberechnungen	35
4.1 Mechanik	23	4.8.1 Temperaturskalen	35
4.1.1 Masse und Dichte	23	4.8.2 Mischungstemperatur	35
4.1.2 Kraft	23	4.8.3 Wärmemenge, Schmelzwärme, Verdampfungswärme, Wärmeleistung	35
4.1.3 Gewichtskraft	23	4.8.4 Erwärmen, Schmelzen und Sieden	36
4.1.4 Auftriebskraft	23	4.8.5 Spezifische Wärmekapazität	36
4.1.5 Federkraft	23	4.8.6 Siedetemperatur und spezifische Verdampfungswärme	36
4.1.6 Reibungskraft	24	4.8.7 Schmelztemperatur und spezifische Schmelzwärme	37
4.1.7 Reibungszahlen (Richtwerte)	24	4.8.8 Wärmemenge fester und flüssiger Stoffe	37
4.1.8 Kraftzerlegung	24	4.8.9 Wärmemenge von Gasen	37
4.1.9 Schiefe Ebene	25	4.8.10 Heizwert fester Stoffe	37
4.1.10 Rollen	25	4.8.11 Heizwert und Brennwert flüssiger Stoffe	37
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 (Andreakreuz)	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	Schwarzegrad	41	6.12	Stoffmengenkonzentration des Stoffes	55
4.9	Gasberechnungen	41	6.13	Titrationprinzip	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
5 Elektrotechnik		43	6.18.2	Sicherheitshinweise (Precautionary statements) nach GHS	60
5.1	Elektrische Ladung	43	6.18.3	Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnung nach GHS	61
5.2	Elektrischer Strom	43	6.18.4	Signalwörter nach GHS	61
5.3	Elektrische Spannung	43	6.18.5	R-Sätze (Risikoratschläge)	62
5.4	Ohmsches Gesetz	44	6.18.6	S-Sätze (Sicherheitsratschläge)	63
5.5	Leitungswiderstand	44	6.18.7	E-Sätze (Entsorgungsratschläge)	64
5.5.1	Spezifischer elektrischer Widerstand	44	6.18.8	Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnung	65
5.6	Spannungsverlust bei Gleich-, Wechsel- und Drehstrom	44	7 Biologie		68
5.6.1	Spezifische elektrische Leitfähigkeit	44	7.1	Mikroskopisches Bild	68
5.7	Parallelschaltung von Widerständen	45	7.1.1	Häufigkeitsfaktoren	68
5.8	Reihenschaltung von Widerständen	45	7.2	Belebtschlammflocke	68
5.9	Dreieckschaltung	46	7.2.1	Form	68
5.10	Sternschaltung	46	7.2.2	Struktur	68
5.11	Elektrische Arbeit	46	7.2.3	Größe	68
5.12	Arbeit Gleichstrom	46	7.2.4	Fädigkeit	68
5.13	Arbeit Wechselstrom	47	7.3	Belebtschlammorganismen	69
5.14	Arbeit Drehstrom	47	7.3.1	Bakterien	69
5.15	Leistung Gleichstrom	47	7.3.2	Amöben	69
5.16	Leistung Wechselstrom	47	7.3.3	Festsitzende Ciliaten	69
5.17	Leistung Drehstrom	47	7.3.4	Frei bewegliche Ciliaten	70
5.18	Elektrische Verluste	48	7.3.5	Sonstige Einzeller	70
5.19	Elektrischer Wirkungsgrad	48	7.3.6	Mehrzeller	70
5.20	Drehfelddrehzahl / Schlupf / Frequenz	48	8 Abwassertechnik		71
5.21	Transformator	49	8.1	Kanalberechnungen	71
5.22	Schutzstromdichte	49	8.1.1	Kanalgefälle / Steigung	71
6 Chemie		50	8.1.2	Durchfluss Kanal	71
6.1	Stoffmenge, Avogadro-Konstante	50	8.1.3	Fließgeschwindigkeit	71
6.2	Konzentration	50	8.1.4	Häuslicher Schmutzabwasserabfluss	72
6.2.1	Stoffmengenkonzentration	50	8.1.5	Betrieblicher Schmutzwasserabfluss	72
6.2.2	Massenkonzentration	50	8.1.6	Schmutzwasserabfluss	72
6.2.3	Volumenkonzentration	50	8.1.7	Fremdwasser	72
6.3	Anteile	50	8.1.8	Trockenwetterabfluss	72
6.3.1	Stoffmengenanteil	50	8.1.9	Regenwasser	73
6.3.2	Massenanteil	51	8.1.10	Mischwasserabfluss	73
6.3.3	Volumenanteil	51	8.2	Zulauf	73
6.4	Verhältnisse	51	8.2.1	Einwohnerwerte	73
6.4.1	Stoffmengenverhältnis	51	8.2.2	Täglicher Zufluss	73
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	Schlammmentwässerung	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	Klärgasmenge	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	15 Periodensystem der Elemente		105
9.2	Wasserhaushalt	85	Stichwortverzeichnis		109
9.2.1	Wasserhaushaltsgleichung	85			
9.2.2	Niederschlag	85			
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			