

Hydraulik im Wasserbau

von
Professor Dipl.-Ing. Robert Rössert
8., durchgesehene Auflage

Mit 149 Abbildungen und 25 Tabellen

R. Oldenbourg Verlag München Wien 1992

Inhalt

Vorwort	9
1. Physikalische Eigenschaften des Wassers.	11
2. Hydrostatik	12
2.1 Allgemeine Wasserdruckformel	12
2.2 Wasserdruck auf ebene Flächen.	14
2.2.1 Wasserdruck auf waagrechte Bodenfläche.	14
2.2.2 Wasserdruck auf lotrechte Ebene.	15
2.2.2.1 Wasserdruck wirkt bis zum Wasserspiegel.	15
2.2.2.2 Wasserdruck wirkt nicht bis zum Wasserspiegel.	15
2.2.2.2.1 Rechteckverschluß von konstanter Breite b.	15
2.2.2.2.2 Fläche von beliebiger Form.	15
2.2.3 Wasserdruck auf geneigte Ebene.	16
2.2.3.1 Wasserdruck wirkt bis zum Wasserspiegel.	16
2.2.3.2 Wasserdruck wirkt nicht bis zum Wasserspiegel.	16
2.2.3.2.1 Rechteckverschluß von konstanter Breite b.	16
2.2.3.2.2 Fläche von beliebiger Form.	17
2.3 Wasserdruck auf gekrümmte Flächen.	18
2.4 Wasserspiegellage in der Krümmung eines Wildbaches ..	22
2.5 Auftrieb.	23
2.6 Stabilität schwimmender Körper.	24
3. Hydrodynamik.	28
3.1 Grundbegriffe.	28
3.1.1 Bewegungsarten des Wassers.	28
3.1.2 Kontinuität.	29
3.1.3 Gleichung von Daniel Bernoulli für die stationäre Bewegung	30
3.1.4 Drucklinie, Energielinie, Gefälle.	32
3.2 Impulssatz.	35
3.3 Oberflächenreibung an Platten.	39
3.4 Wasserbewegung in offenen Gerinnen.	39
3.4.1 Stationär-gleichförmige Wasserbewegung.	39
3.4.1.1 Fließformeln.	39
3.4.1.2 Geschwindigkeitsverteilung im Querschnitt.	50

3.4.1.3	Hydraulisch günstige Querschnitte	51
3.4.2	Stationär-ungleichförmige Wasserbewegung	53
3.4.2.1	Bewegungsformen turbulent fließenden Wassers.	53
3.4.2.1.1	Die q-Linie.	53
3.4.2.1.2	Grenztiefe h_{gr}	54
3.4.2.1.3	Übergang vom Strömen zum Schießen.	63
3.4.2.1.4	Übergang vom Schießen zum Strömen.	63
3.4.2.2	Abfluß in einer Schußrinne.	64
3.4.2.3	Querschnittsänderungen	65
3.4.2.3.1	Querschnittsverengung	66
3.4.2.3.2	Querschnittserweiterung	66
3.4.2.3.3	Einengung durch Einbauten größerer Breite.	66
3.4.2.3.4	Venturi-Kanalmesser.	70
3.4.2.3.5	Einengung durch begrenzt breite Einbauten (Pfeiler- oder Brückenstau).	71
3.4.2.4	Krümmungen.	73
3.4.2.5	Gerinnegabelung	73
3.4.2.5.1	Strömender Abflußvorgang.	74
3.4.2.5.2	Schießender Abflußvorgang	74
3.4.2.6	Berechnung der Wasserspiegellinien.	77
3.4.2.6.1	Abschnittsweise Berechnung in natürlichen Gerinnen	77
3.4.2.6.1.1	Gegliedertter Querschnitt	79
3.4.2.6.2	Berechnung in künstlichen Gerinnen.	80
3.4.3	Wehre	85
3.4.3.1	Grundbegriffe.	85
3.4.3.2	Vollkommener Überfall.	86
3.4.3.2.1	Feste Wehre mit niedriger Überfallwand.	86
3.4.3.2.2	Feste Wehre mit hoher Überfallwand.	88
3.4.3.2.3	Bewegliche Wehrverschlüsse.	88
3.4.3.3	Unvollkommener Überfall.	88
3.4.3.4	Meßwehre.	89
3.4.3.5	Heberwehr.	90
3.4.3.6	Streichwehr.	92
3.4.3.7	Tiroler Wehr.	94
3.4.3.8	Strahlablösung bei Schußwehren.	96
3.4.3.9	Berechnungsbeispiele.	97
3.4.4	Instationäre Wasserbewegung	100
3.4.4.1	Wellenbewegung	100
3.4.4.2	Schwall und Sunk	103
3.4.4.2.1	Füllschwall	104
3.4.4.2.2	Stauschwall	104
3.4.4.2.3	Sunk	105
3.4.4.2.4	Berechnungsbeispiele.	105
3.4.4.3	Seerückhalt (Seeretention).	107
3.4.4.4	Ausfluß aus Öffnungen.	110

3.4.4.4.1	Ausfluß mit konstanter Druckhöhe. . . . .	.110
3.4.4.4.1.1	Freier Ausfluß aus einer Schützöffnung. . . . .	.110
3.4.4.4.1.2	Freier Ausfluß aus anderen Öffnungen. . . . .	.111
3.4.4.4.1.3	Ausfluß aus einer Schützöffnung unter Wasser. . . . .	.112
3.4.4.4.1.4	Ausfluß aus anderen Öffnungen unter Wasser. . . . .	.112
3.4.4.4.2	Veränderliche Druckhöhe. . . . .	.112
3.4.4.4.2.1	Freier Ausfluß. . . . .	.112
3.4.4.4.2.1.1	Konstanter Behälterquerschnitt. . . . .	.112
3.4.4.4.2.1.2	Veränderlicher Behälterquerschnitt. . . . .	.113
3.4.4.4.2.2	Ausfluß unter Wasser. . . . .	.134
3.4.4.4.3	Bestimmung der Ausflußzahl a. . . . .	.114
3.4.4.4.4	Berechnungsbeispiele. . . . .	.116
3.5	Wasserbewegung in geschlossenen Leitungen (Rohrhydraulik). . . . .	.119
3.5.1	Allgemeines. . . . .	.119
3.5.2	Vollständig gefüllte Leitungen (Druckleitungen). . . . .	.119
3.5.2.1	Reynolds-Zahl. . . . .	.119
3.5.2.2	Reibungsverlust. . . . .	.121
3.5.2.3	Sonstige Verluste in Druckleitungen. . . . .	.129
3.5.2.3.1	Rechenverlust. . . . .	.129
3.5.2.3.2	Eintrittsverlust. . . . .	.130
3.5.2.3.3	Verlust durch Richtungsänderung. . . . .	.130
3.5.2.3.4	Verlust durch Querschnittsänderung. . . . .	.131
3.5.2.3.5	Verlust durch Einbauten. . . . .	.132
3.5.2.3.6	Verlust durch Rohrverzweigung und Rohrvereinigung. . . . .	.132
3.5.2.3.7	Austrittsverlust. . . . .	.133
3.5.2.4	Venturimesser. . . . .	.134
3.5.2.5	Instationäre Wasserbewegung in Druckleitungen. . . . .	.134
3.5.2.5.1	Plötzliche Druckänderungen. . . . .	.135
3.5.2.5.1.1	Druckstoß. . . . .	.135
3.5.2.5.1.2	Druckabfall. . . . .	.136
3.5.2.5.2	Wasserschloßschwingungen. . . . .	.136
3.5.2.5.2.1	Allgemeines. . . . .	.136
3.5.2.5.2.2	Berechnungsgrundlagen. . . . .	.138
3.5.2.6	Überschlägliche Berechnung der Wanddicke von Druckrohren. . . . .	.139
3.5.2.7	Berechnungsbeispiel. . . . .	.140
3.5.3	Teilweise gefüllte, geschlossene Leitungen. . . . .	.145
3.5.3.1	Allgemeines. . . . .	.145
3.5.3.2	Querschnittswerte der genormten Profile. . . . .	.146
3.5.3.3	Berechnung. . . . .	.149
3.5.3.4	Berechnungsbeispiele. . . . .	.150
3.6	Bemessung von Abstürzen und Tosbecken. . . . .	.152
3.6.1	Allgemeines. . . . .	.152
3.6.2	Bemessung des Absturzes. . . . .	.154

Inhalt

3.6.2.1	Wirtschaftlichster Querschnitt der Absturzschwelle ..	154
3.6.2.2	Wirksame Absturzhöhe.	155
3.6.2.3	Lage des Grenzquerschnitts (Querschnitt mit h_{gr})	155
3.6.3	Bemessung der Tosbeckentiefe nach Bellina	156
3.6.3.1	Theoretische Grundlagen.	156
3.6.3.2	Bemessungsvorgang.	157
3.6.4	Bemessung der Tosbeckenlänge.	160
3.6.5	Berechnungsbeispiel.	160
3.7	Geschiebebewegung.	162
3.7.1	Allgemeines.	162
3.7.2	Schleppspannung.	162
3.7.3	Geschiebetrieb, Geschiebefracht.	165
3.7.4	Berechnungsbeispiel.	166
4.	Wasserbewegung im Boden.	169
4.1	Allgemeines.	169
4.2	Durchlässigkeit.	169
4.3	Ermittlung der Filtergeschwindigkeit nach Kreps	170
4.4	Sickerströmungen.	172
4.4.1	Stromlinie-Äquipotentiallinie.	172
4.4.2	Bestimmung der Unterläufigkeit und des Sohlwasserdrucks.	172
4.4.3	Durchsickerung von homogenen Dämmen auf dichtem Untergrund.	174
4.4.3.1	Sickerlinie.	174
4.4.3.1.1	Allgemeines.	174
4.4.3.1.2	Bestimmung des Austrittspunktes der Sickerlinie	175
4.4.3.1.2.1	Zeichnerische Methode bei flachen Dämmen.	175
4.4.3.1.2.2	Rechnerische Methode bei beliebiger Böschungsneigung	175
4.4.3.2	Konstruktion des Sickernetzes.	176
4.4.3.3	Berechnung des Sickerwasserverlustes.	176
4.5	Hydraulischer Grundbruch.	177
	Literaturverzeichnis.	179
	Sachverzeichnis.	181