



Inhaltsverzeichnis

Robert Freimann

Hydraulik für Bauingenieure

Grundlagen und Anwendungen

ISBN (Buch): 978-3-446-43799-9

ISBN (E-Book): 978-3-446-43740-1

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-43799-9>

sowie im Buchhandel.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>11</b>
1.1	Bedeutung der Hydraulik	11
1.2	Eigenschaften des Wassers	12
1.2.1	Dichte	13
1.2.2	Viskosität oder Zähigkeit	13
1.2.3	Volumenelastizität	14
1.2.4	Schallgeschwindigkeit	14
1.2.5	Oberflächenspannung und Kapillarität	14
1.2.6	Dampfbildung	15
<b>2</b>	<b>Hydrostatik</b>	<b>16</b>
2.1	Flüssigkeitsdruck	16
2.1.1	Druckeinheiten	17
2.1.2	Bezugsdruck	18
2.1.3	Kommunizierende Gefäße und Röhren	19
2.2	Grundlegendes zum Druck auf Flächen	21
2.3	Druck auf ebene Flächen	22
2.4	Tabellarische Ermittlung der Druckkraft	27
2.5	Druck auf gekrümmte und polygonartig zusammengesetzte Berandung	30
2.6	Auftrieb	31
2.7	Schwimmstabilität	33
<b>3</b>	<b>Hydrodynamik</b>	<b>35</b>
3.1	Allgemeine Begriffe	35
3.2	Bewegungsarten von Flüssigkeiten	37
3.2.1	Stationäre und instationäre Bewegung	37
3.2.2	Gleichförmige und ungleichförmige Bewegung	37
3.2.3	Kontinuierliche und diskontinuierliche Bewegung	38
3.2.4	Beispiel zu den Bewegungsarten	38
3.3	Fließverhalten realer Flüssigkeiten	39
3.3.1	Laminares und turbulentes Fließen	39
3.3.2	Schubspannung	40
3.3.3	Reynoldszahl	41
3.4	Kontinuitätsbedingung	41
3.5	Energiegleichung von Bernoulli	43
3.5.1	Bernoulligleichung für ideale Flüssigkeiten	43
3.5.2	Bernoulligleichung für reale Flüssigkeiten	48
3.5.3	Messung und Beobachtung der Energieanteile	49

3.6	Impulssatz .....	50
3.6.1	Allgemeine Betrachtungen .....	50
3.6.2	Stützkraft bei Druckrohrleitungen .....	51
3.6.3	Stützkraft bei Gerinneströmungen .....	55
3.6.4	Stützkraft bei freien Strahlen .....	56
3.7	Potenzialströmungen .....	57
3.7.1	Überblick .....	57
3.7.2	Einfache Potenzialströmungen .....	57
<b>4</b>	<b>Ausfluss und Überfall .....</b>	<b>60</b>
4.1	Allgemeines .....	60
4.2	Ausfluss aus Bodenöffnungen .....	61
4.3	Ausfluss aus Seitenöffnungen .....	63
4.3.1	Ausfluss aus großer Öffnung .....	63
4.3.2	Ausfluss aus kleiner Öffnung .....	65
4.3.3	Ausfluss unter Gegendruck .....	65
4.4	Ausfluss unter Planschütz .....	66
4.4.1	Freier Ausfluss .....	66
4.4.2	Rückgestauter Ausfluss .....	68
4.5	Abfluss über Wehre .....	70
4.5.1	Bezeichnungen und Einteilungen .....	70
4.5.2	Abflussberechnung .....	72
4.5.3	Unvollkommener Überfall .....	74
4.6	Abfluss über Streichwehre .....	76
4.7	Abfluss über Tiroler Wehre .....	79
<b>5</b>	<b>Rohrhydraulik .....</b>	<b>82</b>
5.1	Vorbemerkungen .....	82
5.2	Reibungsverluste .....	83
5.2.1	Ermittlungskonzept .....	83
5.2.2	Laminare Strömung .....	84
5.2.3	Turbulente Strömung .....	84
5.2.4	Nichtkreisförmige Querschnitte .....	89
5.3	Einzelverluste .....	90
5.3.1	Grundlagen .....	90
5.3.2	Rohreinlauf .....	91
5.3.3	Querschnittsänderung .....	91
5.3.4	Richtungsänderung .....	92
5.3.5	Rohrtrennungen und -vereinigungen .....	93
5.3.6	Armaturen .....	96
5.3.7	Rohrauslauf .....	96
5.4	Pumpen- und Turbinenleistung .....	98
5.5	Zusammenfassung Energieplan .....	102
5.6	Betriebliche bzw. integrale Rauheit .....	105

<b>6</b>	<b>Pumpenhydraulik</b>	<b>110</b>
6.1	Pumpenarten	110
6.1.1	Unterscheidung nach Arbeitsprinzip	110
6.1.2	Bauformen von Kreiselpumpen	111
6.2	Charakteristik von Kreiselpumpen	112
6.2.1	Pumpenkennlinie	112
6.2.2	Anlagenkennlinie	112
6.2.3	Betriebspunkt	112
6.3	Kombination von Kreiselpumpen	115
6.4	NPSH-Berechnung	117
<b>7</b>	<b>Gerinnehydraulik</b>	<b>121</b>
7.1	Allgemeine Beziehungen	122
7.2	Strömen und Schießen	125
7.3	Gleichförmige Strömung	128
7.3.1	Fließformel nach Darcy-Weisbach	129
7.3.2	Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler	130
7.3.3	Normalabfluss	131
7.4	Grenzverhältnisse	133
7.5	Fließwechsel	136
7.5.1	Vom strömenden zum schießenden Abfluss	136
7.5.2	Vom schießenden zum strömenden Abfluss	137
7.5.3	Wechselsprung	138
7.5.4	Tosbecken	139
7.6	Ungleichförmige Strömung	140
7.6.1	Ohne Fließwechsel	140
7.6.2	Mit Fließwechsel	142
7.7	Querschnittsänderungen	143
7.7.1	Querschnittserweiterung	143
7.7.2	Querschnittsverringern	146
7.7.3	Lokale Verluste bei Querschnittsverringern	148
7.8	Wasserspiegellinienberechnung	151
7.8.1	Allgemeine Zusammenhänge	151
7.8.2	Hydraulische Kontrollquerschnitte	153
7.8.3	Vorgabe einer Abschnittslänge $\Delta x$	153
7.8.4	Vorgabe einer Wasserspiegeldifferenz $\Delta h$	155
7.9	Abfluss in natürlichen Fließgewässern	156
7.9.1	Unterschiedliche Rauheiten im Querschnitt	156
7.9.2	Gegliederte Fließquerschnitte	157
7.9.3	Querschnitte mit Großbewuchs	159
<b>8</b>	<b>Sickerströmungen</b>	<b>160</b>
8.1	Grundlagen	160
8.2	Druckhöhen und Standrohrspiegelhöhen	162

8.3	Anwendung von Potenzialliniennetzen .....	163
8.3.1	Unterströmung von Bauwerken .....	164
8.3.2	Dammdurchsickerung .....	166
8.4	Anströmung von Brunnen und Gräben .....	167
8.4.1	Vertikaler Brunnen .....	168
8.4.2	Entwässerungsgraben .....	170
<b>9</b>	<b>Ergänzende Themen .....</b>	<b>172</b>
9.1	Instationärer Beckenausfluss .....	172
9.1.1	Freier Ausfluss .....	172
9.1.2	Ausfluss unter Gegendruck .....	175
9.2	Berechnung von Rohrnetzen .....	177
9.2.1	Rohrsysteme .....	177
9.2.2	Berechnung von Ringnetzen .....	178
9.3	Druckstoß .....	182
9.3.1	Veranschaulichung der Problematik .....	182
9.3.2	Schnelles Schließen am Rohrleitungsende .....	184
9.3.3	Langsames Schließen am Rohrleitungsende .....	188
9.3.4	Weitere Ursachen für Druckstöße .....	188
9.4	Schwall und Sunk .....	188
9.5	Berechnung von Wasserspeichern .....	191
9.5.1	Grundlagen .....	191
9.5.2	Retentionsraum .....	192
9.5.3	Trinkwasserspeicher .....	194
<b>10</b>	<b>Lösungen .....</b>	<b>197</b>
10.1	Aufgaben in Kapitel 1 .....	197
10.2	Aufgaben in Kapitel 2 .....	198
10.3	Aufgaben in Kapitel 3 .....	206
10.4	Aufgaben in Kapitel 4 .....	210
10.5	Aufgaben in Kapitel 5 .....	215
10.6	Aufgaben in Kapitel 6 .....	220
10.7	Aufgaben in Kapitel 7 .....	223
10.8	Aufgaben in Kapitel 8 .....	232
10.9	Aufgaben in Kapitel 9 .....	234
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>239</b>
	<b>Verzeichnis englischer Fachbegriffe .....</b>	<b>240</b>
	<b>Index .....</b>	<b>244</b>