

# Inhaltsverzeichnis

## 1. Einleitung

1.1 Allgemeines	1
1.2 Historische Entwicklung	6

## 2. Schleusenarten und Abmessungen

### 2.1 Grundrißformen

2.1.1 Kammerschleusen	13
2.1.2 Schachtschleusen	14
2.1.3 Zwillingsschleusen	16
2.1.4 Kuppelschleusen	17
2.1.5 Schleusentreppen	18
2.1.6 Kesselschleusen und Kopfschleusen	22
2.1.7 Sparschleusen	24
2.1.8 Dockschleusen	30
2.1.9 Seeschleusen	32

### 2.2 Kammerabmessungen

2.2.1 Klassifizierung der europäischen Binnenwasserstraßen und Abmessungen der Transporteinheiten	34
2.2.2 Länge und Breite der Kanalschleusen	38

### 2.3 Konstruktive Ausbildung der Kammerquerschnitte

### 2.4 Ausbildung der Schleusenhäupter

2.4.1 Ausbildungsformen für das Oberhaupt	44
2.4.1.1 Oberhaupt mit Hubsenktor	45
2.4.1.2 Oberhaupt mit Senktor	46
2.4.1.3 Oberhaupt mit Haken- oder Drehtor	47
2.4.1.4 Oberhaupt mit Klapptor	49
2.4.1.5 Oberhaupt mit Drehsegmenttor	50
2.4.1.6 Oberhaupt mit tiefliegendem Drempel	51

2.4.1.7 Oberhaupt mit Torumläufen	52
2.4.1.8 Oberhaupt für andere Arten von Füllsystemen	53
2.4.2 Ausbildungsformen für das Unterhaupt	55
2.5 Blockunterteilung der Schleusenkammer	57
2.6 Lastannahmen für die Bemessung der Schleusenkammer und der Häupter	59
2.7 Ausrüstungen der Kammerwände	60
2.7.1 Steigleitern	60
2.7.2 Nischenpoller	63
2.7.3 Kantenpoller	64
2.7.4 Schwimmmpoller	65
2.7.5 Bremspoller	66
2.7.6 Kantenschutz	69
2.7.7 Scheuerleisten	69
2.7.8 Geländer	70
2.8 Stoßschutzeinrichtungen	
2.8.1 Allgemeines	71
2.8.2 Arten der Stoßschutzeinrichtungen	72
2.8.2.1 Elastisch gelagerte Konstruktionen am Tor	73
2.8.2.2 Feste und elastisch gelagerte Konstruktionen vor dem Tor	76
2.8.2.3 Seilfanganlagen	77
2.8.2.3.1 Seilfanganlagen mit beidseitiger Anordnung von Bremszylindern	78
2.8.2.3.2 Seilfanganlagen mit einseitiger Anordnung eines Bremszylinders	83
2.8.2.4 Fangnetz-Anlagen	85
2.8.2.5 Druckbegrenzungs- und Drosselsysteme	87
2.8.2.6 Stoßschutzschwingen	89
2.9 Ausbildung der Vorhäfen	91
2.9.1 Einfahrtbereiche	93
2.9.2 Liegeplätze	94
2.9.3 Übergang zur Kanalstrecke	95
2.9.4 Länge, Breite und Tiefe der Vorhäfen	96
2.9.5 Verhältnisse bei Flusschleusen	98
2.10 Füll- und Entleerungssysteme	100
2.10.1 Füllung durch das Obertor	102
2.10.2 Füllung über Torumläufe	103

2.10.3 Füllung über Längskanäle mit Stichkanälen	105
2.10.4 Füllung über Grundläufe mit Stichkanälen	108
2.10.5 Füllung über Zubringerkanäle und Füllbatterien	111
2.10.5.1 Die Rhône-Schleuse Donzère-Mondragon/ Frankreich	114
2.10.5.2 Die Bay Springs Schleuse/USA	116
2.10.5.3 Die Ice Harbour und Lower Granite Schleuse/USA	117
2.10.5.4 Die Sobradinho Schleuse/Brasilien	121
2.10.5.5 Die Schleusen der Staustufe Geshouba/ VR China	123
2.10.5.6 Weitere Schleusen großer Hubhöhen mit modernen Füllsystemen	128
2.10.6 Entleerungssysteme	129
2.10.6.1 Entleerung durch das Untertor	130
2.10.6.2 Entleerung über Torumläufe	130
2.10.6.3 Entleerung über Längskanäle, Grundläufe oder Entleerungskanäle	131
2.11 Schleusentore	132
2.11.1 Stemmtore	134
2.11.2 Sektorporte	137
2.11.3 Hubsenktore	
2.11.3.1 Einteilige Hubsenktore	138
2.11.3.2 Zweiteilige Hubsenktore	142
2.11.4 Senktore	146
2.11.5 Klapptore und Drehtore	148
2.11.6 Hakentore	149
2.11.7 Drehsegmenttore	150
2.11.8 Hubtore	153
2.11.9 Hubdrehtore	156
2.11.10 Schiebetore	157
2.11.11 Segmenttore	159
2.12 Verschlußorgane in Zu- und Ablaufkanälen	160
2.12.1 Roll- und Rollkeilschütze	162
2.12.2 Gleitschütze	164
2.12.3 Segmentschütze	165
2.12.4 Zylinderschütze	167
2.12.5 Drosselklappen	168

2.13 Notverschlüsse	168
<b>3. Trossenkräfte</b>	
3.1 Trossenausrüstung der Schiffe	171
3.2 Festlegen der Schiffe während des Schleusungsvorganges	172
3.3 Berechnung der Trossenkräfte	
3.3.1 Kraftwirkungen auf das schleusende Schiff	173
3.3.2 Trossenkräfte ohne Berücksichtigung des Trossendurchhangs	178
3.3.3 Trossenkräfte bei Berücksichtigung des Trossendurchhangs	181
3.3.4 Maßgebende Trossenkräfte	187
3.3.5 Zulässige Wasserspiegelneigungen	192
3.4 Modelluntersuchungen an Schleusen	194
3.4.1 Modellmaßstäbe und Übertragungskriterien	194
3.4.2 Bestimmung der Trossenkräfte am Modell	
<b>4. Hydromechanische Vorgänge bei der Kammerfüllung</b>	
4.1 Füllung vom Oberhaupt	198
4.1.1 Berechnung des Füllvorganges mit hochliegendem Drempel	201
4.1.1.1 Berechnung der Füllphasen /109/	202
4.1.1.2 Maximale Zuflußwassermenge	209
4.1.1.3 Füllzeit der Kammer	209
4.1.1.4 Hub- und Zuflußmengenkurven	210
4.1.1.5 Zulässige Freigabe des Füllquerschnittes	211
4.1.2 Kammerfüllung mit tiefliegendem Drempel	212
4.1.2.1 Berechnung der Füllphasen /109/	213
4.1.2.2 Maximale Zuflußwassermenge	215
4.1.2.3 Füllzeit der Kammer	216
4.1.2.4 Zulässige Freigabe des Füllquerschnittes	217
4.2 Kammerfüllung über Längskanäle oder Grundläufe	217
4.2.1 Berechnung der Füllphasen	221
4.2.2 Maximaler Zufluß und Füllzeit der Kammer	222
4.2.3 Zulässige Freigabe des Füllquerschnittes	

4.3 Kammerfüllung über Zubringerkanäle mit Füllbatterien	223
4.3.1 Hydraulisch ausgewogene Füllsysteme	225
4.3.2 Berechnung des Füllvorganges	228
4.3.3 Zulässige Freigabe des Füllquerschnittes	228
<b>5. Entleerung der Schleusenkammer</b>	
5.1 Allgemeines	231
5.2 Berechnung des Entleerungsvorganges	232
5.2.1 Berechnung der Entleerungsphasen	232
5.2.2 Maximale Rückgabewassermenge	234
5.2.3 Entleerungszeit der Kammer	234
<b>6. Sparschleusen</b>	
6.1 Allgemeines	235
6.2 Füll- und Entleerungssysteme	236
6.3 Füll- und Entleerungsvorgänge	244
6.3.1 Vollkommene Beckenausspiegelung	245
6.3.2 Unvollkommene Beckenausspiegelung	247
6.4 Erreichbare Wasserersparnis	249
6.4.1 Vollkommene Beckenausspiegelung	249
6.4.2 Unvollkommene Beckenausspiegelung	250
6.5 Bestimmung der wirtschaftlichen Anzahl von Sparbecken	
6.5.1 Allgemeines	252
6.5.2 Grundlagen der Berechnung	
6.5.2.1 Verlustwassermengen je Schleusungsvorgang	253
6.5.2.2 Mittlerer Wasserverbrauch	253
6.5.2.3 Erforderliche Förderleistung der Pumpen	254
6.5.2.4 Zu installierende Pumpenleistung	256
6.5.2.5 Erforderliche Jahresarbeit der Pumpen	256
6.5.2.6 Kosten für die Sparbecken- und Pumpenanlage	257
6.5.2.7 Abschreibung und Verzinsung	258
6.5.2.8 Betriebskosten für die Pumpenanlage	259
6.5.3 Jährliche Gesamtaufwendungen	259
6.5.4 Wasserwirtschaftliche Untersuchungen	261

6.6 Berechnung des Füllvorganges	
6.6.1 Definition der Füllphasen	263
6.6.2 Füllung aus einem Sparbecken	
6.6.2.1 Unvollkommene Ausspiegelung	265
6.6.2.2 Vollkommene Ausspiegelung	271
6.6.3 Gesamtfüllzeit der Schleusenkammer	272
6.6.4 Hub- und Zuflußmengenkurve	273
6.7 Berechnung des Entleerungsvorganges	274
6.8 Möglichkeiten der Füllzeitverkürzung	
6.8.1 Unvollkommene Beckenausspiegelung	275
6.8.2 Vergrößerung der Sparbeckenfläche	277
6.9 Erreichbare Hub- und Senkgeschwindigkeiten während des Schleusenvorganges	280
6.10 Ausfall einzelner Sparbecken oder Schütze	282
6.10.1 Füll- und Entleerungssystem nach Variante A	282
6.10.2 Füll- und Entleerungssystem nach Variante B	283
6.10.3 Füll- und Entleerungssystem nach Variante C	285
6.10.4 Anzahl der möglichen Störfälle	286
6.11 Ausgeführte Anlagen	288
6.11.1 Sparschleuse Uelzen am Elbe-Seitenkanal/BRD	
6.11.1.1 Allgemeines	289
6.11.1.2 Ausbildung der Schleuse	291
6.11.1.3 Konstruktion der Schleusenkammer	295
6.11.1.4 Lastannahmen	296
6.11.1.5 Ausbildung der Schleusenhäupter	297
6.11.1.6 Pumpenanlage	301
6.11.1.7 Poller und Haltekreuze	301
6.11.1.8 Ausbildung der Schleusenvorhäfen	303
6.11.1.9 Füll- und Entleerungsvorgänge	304
6.11.1.10 Wasserersparnis	308
6.11.1.11 Leistungsfähigkeit der Schleuse	308
6.11.2 Die Sparschleusen des Main-Donau-Kanals	
6.11.2.1 Trasse und Linienführung des Kanals	311
6.11.2.2 Kanalquerschnitt und Schleusenabmessungen	313
6.11.2.3 Wasserwirtschaft des Kanals	314
6.11.2.4 Ausbildung der Pumpwerke und Leerschüsse	316
6.11.2.5 Konstruktionsprinzip der Schleusen	318

6.11.2.6 Das Füll- und Entleerungssystem der Sparschleusen	321
6.11.2.7 Ausrüstung der Schleusen	324
6.11.2.8 Ausbildung der Vorhäfen	324
6.11.2.9 Leistungsfähigkeit der Schleusen	325
6.11.2.10 Die Sparschleuse Eckersmühlen am Main-Donau-Kanal	
6.11.2.10.1 Konstruktive Ausbildung der Schleuse	326
6.11.2.10.2 Füll- und Entleerungsvorgänge	329
6.11.2.10.3 Wasserersparnis	331

## 7. Leistungsfähigkeit von Schiffsschleusen

7.1 Theoretische und praktische Tonnagekapazität	333
7.2 Möglichkeiten und Grenzen für die Erhöhung der Leistungsfähigkeit einer Schleusenanlage	335
7.2.1 Steuerung des Verkehrsablaufes	335
7.2.2 Möglichkeiten zur Verkürzung der Schleusungszeiten	337
7.2.3 Zulässige sekundliche Freigabe der Füll- und Entleerungsquerschnitte	339
7.2.4 Erreichbare mittlere Steiggeschwindigkeiten des Kammerwasserspiegels	340
7.2.5 Bemessung des Füllquerschnittes	344

## 8. Verhältnisse in den Schleusenvorhäfen

8.1 Schwall- und Sunkerscheinungen in den Vorhäfen	
8.1.1 Ennahmesunk	348
8.1.2 Rückgabeschwall	351
8.2 Trossenbelastungen von wartenden Schiffen	351
8.3 Zulässige Zunahme der Füll- und Entleerungswassermenge	353
8.4 Erforderlicher Vorhafenzuerschnitt	353
8.5 Begrenzung der maximalen Ennahmee- und Rückgabe-wassermenge	354
8.6 Querströmungen	355

## 9. Hochwasserableitung durch Fluss-Schleusen

9.1 Allgemeines	357
9.2 Erreichbare Abflußleistung	358

9.3 Ausbildung der Schleusentore	361
9.4 Steuerungs- und Sicherungsmaßnahmen bei der Hochwasserableitung	362
<b>10. Berechnungsbeispiele</b>	<b>366</b>
10.1 Entwurf einer Kanalschleuse	366
10.1.1 Wahl des Füll- und Entleerungssystems	366
10.1.2 Berechnung des Füll- und Entleerungsvorganges	367
10.1.3 Verhältnisse in den Vorhäfen	369
10.2 Entwurf einer Flusschleuse	370
10.2.1 Wahl des Füll- und Entleerungssystems	370
10.2.2 Berechnung des Füll- und Entleerungsvorganges	370
10.3 Entwurf einer Sparschleuse	372
10.3.1 Wahl des Füll- und Entleerungssystems	372
10.3.2 Berechnung des Füll- und Entleerungsvorganges	373
10.3.3 Verhältnisse in den Vorhäfen	374
10.3.4 Ausfall einzelner Schütze oder Sparbecken	374
<b>11. Literaturverzeichnis</b>	<b>375</b>
<b>12. Autorenverzeichnis</b>	<b>389</b>
<b>13. Verwendete Symbole und Abkürzungen</b>	<b>392</b>
<b>14. Mass-Systeme und Umrechnungsfaktoren</b>	<b>401</b>
<b>15. Sachverzeichnis</b>	<b>402</b>