

Heft 109    Hydrodynamische Bemessungs-  
grundlagen für Lockerdeckwerke  
an überströmbaren Erddämmen

von  
Dr.-Ing.  
Andreas Rathgeb



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	I
Danksagung .....	II
Inhaltsverzeichnis .....	III
Abbildungsverzeichnis .....	VI
Tabellenverzeichnis .....	IX
Symbolverzeichnis .....	X
<b>1</b> Einleitung .....	<b>1</b>
<b>2</b> Problemstellung .....	<b>3</b>
2.1 Motivation .....	3
2.2 Abgrenzung des Untersuchungsrahmens .....	3
2.3 Zielsetzung und Vorgehensweise .....	4
<b>3</b> Kenntnisstand .....	<b>5</b>
3.1 Bauweisen und Materialien .....	5
3.1.1 Allgemeines .....	5
3.1.2 Übersicht über gängige Lockerdeckwerke .....	5
3.1.3 Übersicht über Massivdeckwerke .....	9
3.2 Geometrische Beschreibung von lockeren Steindeckwerken .....	11
3.2.1 Steinform .....	11
3.2.2 Rauheits- und Lagerungsparameter .....	11
3.3 Hydraulik der Dammüberströmung .....	13
3.3.1 Allgemeines .....	13
3.3.2 Überströmung des Deckwerks .....	14
3.3.3 Deckwerksdurchströmung .....	20
3.4 Stabilität von Lockerdeckwerken .....	21
3.4.1 Allgemeines .....	21
3.4.2 Belastungsarten .....	22
3.4.3 Lastabtragung .....	23
3.4.4 Versagensmechanismen .....	23
3.4.5 Stabilität eines Einzelsteins .....	25
3.4.6 Stabilität des Deckwerks als Gesamtsystem .....	34
<b>4</b> Theoretische Grundlagen .....	<b>37</b>
4.1 Dynamische Stabilitätsanalyse eines Einzelsteins .....	37
4.1.1 Vorbemerkungen .....	37
4.1.2 Abgrenzung der Steinform .....	38
4.1.3 Turbulente Strömung im Deckwerk .....	39
4.1.4 Zusammenstellung der beteiligten Kräfte .....	39
4.1.5 Drehkinematik des Einzelsteins .....	46

	4.1.6	Quasistatischer Bemessungsansatz zur Einzelsteinbemessung	48
4.2		Dynamische Stabilitätsanalyse des Deckwerks als Gesamtsystem	51
	4.2.1	Vorbemerkungen	51
	4.2.2	Zusammenstellung der beteiligten Kräfte im Deckwerk	52
	4.2.3	Herleitung der dynamischen Kräfte	55
	4.2.4	Kräfte im Unterbau	57
5		Experimentelle Untersuchungen	60
	5.1	Zielsetzung und Meßprogramm	60
	5.3	Physikalische Modelle	63
	5.3.1	Modellähnlichkeit	63
	5.3.2	Eingesetzte Modelle	64
	5.3.3	Untersuchte Deckwerkskonfigurationen	69
	5.4	Meßverfahren	74
	5.4.1	Übersicht über die durchgeführten Messungen	74
	5.4.2	Messung der hydraulischen Größen	74
	5.4.3	Messung turbulenter Druck- und Sogbelastungen am Einzelstein	75
	5.4.4	Kraftmessungen am Deckwerksabschnitt	79
	5.5	Auswertung der Messungen	82
	5.5.1	Hydraulische Kenngrößen	82
	5.5.2	Energieumwandlung	83
	5.5.3	Auswertung der Druckmessungen	84
	5.5.4	Fehlerbetrachtung	88
	5.6	Erosionsversuche	88
6		Ergebnisse und Diskussion	90
	6.1	Rauhgerinneströmung	90
	6.1.1	Ermittlung des Abflußanteils durch das Deckwerk	90
	6.1.2	Einfluß der Steinform auf den Reibungsbeiwert	92
	6.1.3	Energieumwandlung	93
	6.2	Dynamische Belastung und Reaktion des Einzelsteins	95
	6.2.1	Allgemeines	95
	6.2.2	Beschreibung der Steinumströmung	95
	6.2.3	Frequenzanalyse der Druck-Zeitreihen	97
	6.2.4	Einfluß der Stein- und Deckwerksgeometrie auf die Belastung	100
	6.2.5	Reaktion des Einzelsteins	108
	6.3	Erosionsstabilität des Einzelsteins	112
	6.3.1	Qualitative Beschreibung der Steinbewegungen	112
	6.3.2	Einfluß der Steineigenschaften	118
	6.3.3	Einfluß des Unterbaus	120
	6.3.4	Vergleich zwischen Steinschüttung und Steinsatz	121
	6.3.5	Quasistatischer Bemessungsansatz	122
	6.4	Gleitsicherheit des Deckwerks als Gesamtsystem	127
	6.4.1	Zusammenstellung der Meßergebnisse	127
	6.4.2	Dynamische Stabilitätsanalyse	128
	6.4.3	Parametersensitivität	133
7		Praktische Anwendung	137
	7.1	Bemessungskonzept	137

---

7.1.1	Vorbemerkungen .....	137
7.1.2	Vorgehensweise bei der Bemessung .....	137
7.2	Konstruktive Gesichtspunkte .....	143
7.2.1	Deckwerk .....	143
7.2.2	Stützungsmaßnahmen .....	144
8	Zusammenfassung und Ausblick .....	146
	Literaturverzeichnis .....	149
Anhang A:	Eigenschaften der untersuchten Deckwerke aus natürlichen Steinen .....	155
Anhang B:	Resultierende Längskräfte aus Deckwerk und Unterbau als Bemessungsgröße für stützende Maßnahmen .....	156
Anhang C:	Bemessungsbeispiel .....	162