

Doz. Dr.-Ing. habil. Werner Striegler

Dammbau

in Theorie und Praxis

Völlig neu bearbeitete 2. Auflage
mit Beiträgen von Dr.-Ing. Klaus Girod
und Dr.-Ing. Horst Rahn



VERLAG FÜR BAUWESEN · BERLIN

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	13
1.1	Bedeutung des Dammbaues	13
1.2	Geschichtliche Entwicklung	15
1.2.1	Staudammbau	15
1.2.2	Verkehrsdammbau	19
1.2.3	Deponiebau	19
1.3	Einteilung und Begriffe	20
2	Dammbaustoffe	22
2.1	Erkundungsarbeiten	22
2.2	Einteilung der Dammbaustoffe	24
2.2.1	Klassifizierung der Felsgesteine	25
2.2.2	Klassifizierung der Lockergesteine	27
2.2.2.1	Kornverteilung	27
2.2.2.2	Bindigkeit	32
2.2.3	Klassifizierung der synthetischen Stoffe	34
2.3	Eigenschaften der Dammbaustoffe	35
2.3.1	Scherfestigkeit	41
2.3.1.1	Scherfestigkeit von Steinschüttungen	41
2.3.1.2	Scherfestigkeit grobkörniger Erdstoffe	45
2.3.1.3	Scherfestigkeit feinkörniger Erdstoffe	47
2.3.2	Verformbarkeit	49
2.3.2.1	Verformbarkeit von Steinschüttungen	49
2.3.2.2	Verformungsmessungen mit Modellversuchen	52
2.3.2.3	Verformbarkeit von Erdstoffen	52
2.3.2.4	Stoffgesetze für Dammbaustoffe (Dr.-Ing. Girod)	53
2.3.3	Verdichtbarkeit	60
2.3.3.1	Erdstoffverdichtung	60
2.3.3.2	Proctordichte	60
2.3.3.3	Verdichtungsarbeit	60
2.3.3.4	Verdichtung von Sanden und Kiesen	64
2.3.3.5	Verdichtung von Schluffen und Tonen	65
2.3.3.6	Verdichtung gemischkörniger Erdstoffe	69

2.3.3.7	Verdichtung von Steinschüttungen.....	69
2.3.4	Tragfähigkeit.....	70
2.3.4.1	Verdichtung und Tragfähigkeit	70
2.3.4.2	Statischer Plattendruckversuch	70
2.3.4.3	Dynamischer Plattendruckversuch	74
2.3.5	Wasserdurchlässigkeit	79
2.3.5.1	Durchlässigkeit von Steinschüttungen.....	80
2.3.5.2	Durchlässigkeit von Erdstoffen	82
2.3.6	Filterbeständigkeit	85
2.3.6.1	Suffosion.....	86
2.3.6.2	Erosion.....	86
2.3.6.3	Geotextilien.....	88
2.3.6.4	Filterregeln.....	88
2.3.7	Frostveränderlichkeit	94
2.3.7.1	Grundlagen	94
2.3.7.2	Ursachen	94
2.3.8	Befahrbarkeit	95
2.3.8.1	Erdfahrbahn	95
2.3.8.2	Einflußfaktoren	98
2.3.8.3	Meßverfahren.....	100
2.3.8.4	Grenzwerte der Befahrbarkeit.....	102
3	Verkehrsdämme.....	104
3.1	Entwurf und Konstruktion	104
3.1.1	Dammkörper	104
3.1.1.1	Eisenbahndämme.....	105
3.1.1.2	Straßendämme	114
3.1.2	Böschungen.....	116
3.1.2.1	Böschungsneigungen	116
3.1.2.2	Sicherungsmaßnahmen	118
3.1.3	Dammsohle.....	134
3.1.3.1	Tragfähigkeit.....	134
3.1.3.2	Entwässerung.....	134
3.1.3.3	Dammverbreiterung.....	135
3.2	Standicherheit.....	137
3.2.1	Allgemeine Probleme	137
3.2.2	Berechnungsverfahren	137
3.2.2.1	Deterministische Verfahren	140
3.2.2.2	Finite-Elemente-Methode (Dr.-Ing. <i>Girod</i>).....	155
3.2.2.3	Probabilistische Verfahren.....	167
3.2.3	Spannungsverteilung in der Sohle	167
3.2.4	Grundbruch.....	167
3.3	Verformbarkeit	171

3.3.1	Setzung des Dammes	171
3.3.2	Setzung des Untergrundes.....	172
3.3.2.1	Geologische und hydrologische Verhältnisse.....	173
3.3.2.2	Bodenmechanisches Verhalten	174
3.3.2.3	Weitere Einflußgrößen.....	175
3.3.3	Setzungsberechnung	177
3.3.4	Zeit-Setzungsverhalten	178
3.3.4.1	Zeit-Setzungskurven	178
3.3.4.2	Setzungsmessungen	180
3.3.4.3	Setzungsgeschwindigkeit.....	181
3.4	Dammgründung	182
3.4.1	Gründung auf tragfähigem Baugrund	182
3.4.2	Gründung auf wenig bzw. nicht tragfähigem Baugrund.....	183
3.4.2.1	Verfahren ohne bzw. mit teilweisem Aushub.....	184
3.4.2.2	Verfahren mit vollständigem Aushub.....	197
3.4.3	Gründung in Hanglage.....	204
3.4.3.1	Geotechnische Probleme.....	204
3.4.3.2	Vergleich Damm - Brücke	205
3.4.4	Gründung auf Aufschüttungen und Kippen	207
3.4.4.1	Problematik.....	207
3.4.4.2	Baugrunduntersuchung	209
3.4.4.3	Setzungsverhalten	210
3.4.4.4	Großtechnischer Versuch.....	216
3.4.4.5	Bau- und Sicherungsmaßnahmen	218
3.5	Damm Schäden	219
3.5.1	Fehler und Mängel	219
3.5.2	Ursache und Verlauf	222
3.5.3	Praktische Beispiele (Dr.-Ing. <i>Rahn</i>).....	222
3.5.3.1	Abrutschung eines hohen Eisenbahndammes.....	222
3.5.3.2	Bruch eines Eisenbahndammes infolge Hochwassers	223
3.5.3.3	Damm Schäden infolge eines Unwetters.....	226
3.5.3.4	Grundbruch eines „schwimmenden Dammes“	227
3.5.3.5	Grundbruch infolge dynamischer Einflüsse.....	230
3.5.4	Sicherungsmaßnahmen	232
3.5.4.1	Maßnahmen ohne Beeinflussung des Verkehrs.....	232
3.5.4.2	Maßnahmen mit zeitweiliger Beeinflussung des Verkehrs	232
4	Staudämme	235
4.1	Merkmale und Auswahl.....	235
4.1.1	Staudämme.....	235
4.1.1.1	Einteilung.....	237
4.1.1.2	Varianteuntersuchung	241
4.1.1.3	Freibordbemessung.....	243
4.1.1.4	Böschungsneigungen	245

4.1.2	Kanaldämme	245
4.1.3	Deiche	250
4.1.4	Sedimentationsanlagen	251
4.2	Entwurf und Konstruktion	252
4.2.1	Dammgründung und Untergrundabdichtung	252
4.2.1.1	Verdrängungsverfahren	255
4.2.1.2	Injektionsverfahren	257
4.2.1.3	Ersatzverfahren	260
4.2.1.4	Dichtungsteppich	262
4.2.2	Stützkörper	263
4.2.2.1	gegliederte Dämme	264
4.2.2.2	homogene Dämme	265
4.2.3	Dammdichtung	267
4.2.3.1	Innendichtungen	267
4.2.3.2	Außendichtungen	293
4.2.4	Filteranlagen	303
4.2.4.1	Anforderungen	304
4.2.4.2	Aufbau der Filteranlagen	305
4.3.	Standsicherheit	307
4.3.1	Beanspruchung und Tragverhalten	307
4.3.1.1	Verformung des Untergrundes	308
4.3.1.2	Verformung des Dammes	313
4.3.2	Berechnungsverfahren	323
4.3.2.1	Deterministische Verfahren	323
4.3.2.2	Modellversuche	328
4.3.2.3	Finite-Elemente-Methode (Dr.-Ing. <i>Girod</i>)	329
4.3.3	Meß- und Kontrolleinrichtungen	337
4.3.3.1	Verformungsmessungen	340
4.3.3.2	Kontrollgänge	342
4.4	Sanierung und Rekonstruktion	344
5	Deponiedämme	346
5.1	Allgemeines	346
5.1.1	Grubendeponie	347
5.1.2	Beckendeponie	348
5.1.3	Haldendeponie	349
5.1.4	Hangdeponie	349
5.2	Standortwahl	351
5.2.1	Allgemeine Anforderungen	351
5.2.2	Baugrunderkundung	351
5.2.2.1	Bodenaufbau	352
5.2.2.2	Hydrologie	352

5.2.2.3	Aufstandsfläche.....	353
5.3	Bau der Deponie	356
5.3.1	Basisabdichtungssystem	356
5.3.1.1	Mineralische Abdichtung.....	357
5.3.1.2	Anforderungen	358
5.3.1.3	Herstellung.....	359
5.3.1.4	Hydraton	360
5.3.2	Kunststoffabdichtung.....	361
5.3.3	Kombinationsabdichtung	362
5.4	Stilllegung der Deponie	362
5.4.1	Oberflächenabdichtungssystem	363
5.4.2	Dränage.....	364
5.4.3	Rohre.....	365
5.4.4	Schächte	366
5.5	Böschungen der Deponie	368
5.5.1	Standsicherheit.....	368
5.5.2	Böschungsbildung	369
6	Überwachung des Dammbaus	372
6.1	Anschluß des Dammes an den Baugrund	373
6.1.1	Erreichen des tragsicheren Untergrundes	373
6.1.2	Ableiten von Wasser aus dem Gründungsbereich	373
6.1.3	Ausführen von besonderen Anschlüssen	373
6.1.4	Kontrollzuständigkeit.....	374
6.2	Eignungskontrolle der Dammbaustoffe	374
6.3	Einbaukontrolle.....	375
6.3.1	Vorbereiten der Schüttflächen	375
6.3.2	Verteilen der Dammbaustoffe im Dammkörper	375
6.3.3	Schütten der Dammbaustoffe.....	376
6.3.4	Sonstige Forderungen	376
6.4	Verdichtungskontrolle	376
6.4.1	Kontrolle der Verdichtungstechnologie und -organisation.....	376
6.4.2	Prüfung der Verdichtung.....	377
6.4.3	Verdichtungsprüfverfahren	377
6.5	Sonstige Kontrollen	379
7	Literaturverzeichnis	380
8	Bildquellenverzeichnis	397
9	Sachwortverzeichnis	398