

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	13
1.1	Definition und Geschichte	14
1.2	Ziele.	19
2	Baustoff Pflanze	22
2.1	Ingenieurbioologische Wirkungen von Pflanzen	23
2.2	Biotechnische Eigenschaften von Pflanzen	26
2.2.1	Wurzelsysteme	27
2.2.2	Oberirdischen Organe.	35
2.2.3	Physiologische Fähigkeit der Pflanzen zur Transpiration	41
2.2.4	Fähigkeiten der Pflanzen zur Vergesellschaftung und Sukzession	41
2.2.5	Morphologisch-anatomische Anpassung an Standorte	43
2.3	Ansiedlung von Vegetation	44
2.3.1	Zielvegetation	44
2.3.2	Standortbetrachtung	44
2.3.3	Berücksichtigung standortgerechter und gebietsheimischer Arten	45
2.3.4	Zeitfaktor und Ansiedlung	45
2.3.5	Pflanzenwahl	46
2.3.6	Ansiedlungsmöglichkeiten	47
2.3.7	Gesamtwirkung.	47
3	Naturbau- und Begrünungshilfsstoffe	49
3.1	Naturbaustoffe	50
3.1.1	Natursteine und Erden	50
3.1.2	Baustoffe und Bauelemente aus Holz und Reisig	51
3.1.3	Pflanzenfasern	52
3.2	Begrünungshilfsstoffe.	55
3.2.1	Dünger	55

3.2.2	Bodenverbesserungsmittel	57
3.2.3	Kleber	58
4	Mechanische, geo- und hydrotechnische Grundlagen der Ingenieurbio­logie	60
4.1	Mechanische Grundlagen	60
4.2	Geotechnische Grundlagen	62
4.3	Hydrotechnische Grundlagen	64
4.4	Erosion und Erosionsschutz	67
4.4.1	Einwirkungen auf Boden und Fels	68
4.4.2	Erosionswiderstände von Boden und Fels	70
5	Standortbetrachtungen für ingenieurbio­logisches Arbeiten	72
5.1	Standortfaktoren	72
5.1.1	Naturräumliche Situation	72
5.1.2	Boden	73
5.2	Vegetationskundliche Erhebungen	75
5.2.1	Bedeutung von pflanzensoziologischen Aufnahmen	76
5.2.2	Bedeutung der potenziell natürlichen Vegetation	76
5.2.3	Bedeutung von Areal­karten	78
5.2.4	Bioindikation	79
5.3	Böschungen, Hänge und Ufer als Pflanzenstandorte	83
5.3	Gewässergüte	85
6	Vegetationsstrukturen zur ingenieurbio­logischen Sicherung und Gestaltung	86
6.1	Bedeutung und Initiierung einer schützenden Pflanzendecke	86
6.2	Vegetationsstrukturen und ihre Aufgaben	89
6.2.1	Vegetationsstrukturen aus krautigen Pflanzen und Gräsern	90
6.2.2	Vegetationsstrukturen aus Flutrasen, Röhrichten und Feuchthochstauden	92
6.2.3	Gehölzstrukturen aus Sträuchern	93
6.2.4	Gehölzstrukturen aus Bäumen	95
6.3	Hinweise auf lebende Baustoffe und Bauweisen zur Initiierung von Vegetationsstrukturen	97
6.3.1	Krautige Pflanzen und Gräser	98
6.3.2	Röhrichte und Hochstauden	102
6.3.3	Bäume und Sträucher	103
7	Planung, Ausführung und Pflege ingenieurbio­logischer Maßnahmen, Sicherheitsbetrachtungen	107
7.1	Planung ingenieurbio­logischer Maßnahmen	107
7.2	Leistungsphasen der Objektplanung	109
7.2.1	Grundlagenermittlung	109

7.2.2	Vorentwurf	109
7.2.3	Entwurfsplanung	110
7.2.4	Genehmigungsplanung.	110
7.2.5	Ausführungsplanung	110
7.2.6	Vorbereitung der Vergabe	111
7.2.7	Bauüberwachung	111
7.2.8	Objektbetreuung und Dokumentation.	111
7.3	Ausführung ingenieurbioogischer Maßnahmen	111
7.4	Bauausführung	111
7.5	Sicherheitsbetrachtungen.	112
7.5.1	Planungs- und bauvertragrechtliche Hintergründe.	112
7.5.2	Empirische Sicherheits- und Qualitätsstandards	113
7.5.3	Statistische Einschätzung klimatologischer und hydrologischer Ereignisse	114
7.5.4	Sicherheitsbewertungen auf der Grundlage von mechanischen Modellen	115
7.5.5	Globale Sicherheitsnachweise	115
7.5.6	Bewertung auf der Grundlage eines landschaftsökologischen Bewertungsverfahrens	116
7.5.7	Fazit und Empfehlung	116
8	Ingenieurbiologie im Erdbau	117
8.1	Anmerkungen zum Stand und zu den Regeln der Technik	117
8.2	Böschungsgestaltung	120
8.3	Geotechnisch stabile Geländeformen.	124
8.3.1	Rutschungseinflüsse	125
8.3.2	Mechanische Modelle und rechnerische Nachweise zur Standsicherheit	125
8.3.3	Blockmodelle mit ebenen Gleitflächen	127
8.4	Regelung des Wasserhaushaltes an Böschungen.	127
8.4.1	Oberflächenwasserabfluss aus dem Oberhang	128
8.4.2	Sicker- und Schichtwasseraustritte	129
8.4.3	Entwässerung oberflächennaher Grenzschichten	130
8.4.4	Biotechnische Entwässerung	130
8.4.5	Schutz unterhalb liegender Anlagen, Wege, Straßen und Plätze vor Wasser aus Böschungen	131
8.5	Erosion und Erosionsschutz auf Böschungen und Hängen	132
8.5.1	Erosionseinwirkungen und -widerstände	132
8.5.2	Erosionswiderstand von Vegetationsbeständen auf Böschungen.	133
8.5.3	Erosionswiderstände durch Bauweisen auf Böschungen.	134
8.5.4	Ansiedlung von Vegetationsstrukturen zur Erosionsminderung	140

8.5.5	Unterhaltungsarbeiten auf Böschungen und Hängen	149
8.6	Gestaltung und Begrünung von Felsböschungen	150
8.7	Böschungen auf stark anthropogen veränderten Standorten	152
8.7.1	Technogene Standorte ohne Vegetationstragschicht	153
8.7.2	Sicherung mit Vegetationstragschichten	155
8.7.3	Deponien und Altablagerungen	156
9	Ingenieurbiologie an Regenwassermulden und Erosionsgräben	158
9.1	Regenwassergräben, -rinnen und -mulden	158
9.1.1	Problematik.	158
9.1.2	Stand und Regeln der Technik.	159
9.1.3	Problemlösungen und Vorgehensweise	160
9.1.4	Begrünung von Regenwasserrückhaltebecken und Versickerungsmulden	164
9.2	Erosionsgräben- und Runsensanierung	166
9.2.1	Problematik.	166
9.2.2	Problemlösungen und Vorgehensweise	166
9.2.3	Sanierungsbauweisen des Lebendbaus	168
9.2.4	Kombination von Natursteinsicherungen mit Lebendbau	169
10	Ingenieurbioologische Sicherung und Gestaltung an Gewässern.	171
10.1	Anmerkungen zum Stand und zu den Regeln der Technik	171
10.2	Grundlagen ingenieurbioologischer Planungen an Fließgewässern	174
10.2.1	Aufbau von Fließgewässern	174
10.2.2	Ziele bei Maßnahmen an Fließgewässern	178
10.3	Fließgewässer im Bergland und steilen Hügelland	182
10.3.1	Probleme und Lösungsansätze bei der Gewässerrevitalisierung	182
10.3.2	Bäche im Berg- und Hügelland mit Sohlenerosion . . .	188
10.3.3	Berg- und Hügellandgewässer mit Seitenerosion	191
10.3.4	Gestaltung in Ortslagen im Bergland	198
10.4	Gewässer im Flachland und flachen Hügelland.	200
10.4.1	Probleme und Lösungsansätze bei der Gewässerrevitalisierung	200
10.4.2	Kleine Gewässer im Flachland	205
10.4.3	Gestaltung in Ortslagen im Flachland	213
10.5	Ingenieurbioologisch wirksame Strukturen und Bauweisen für Fließgewässer	214

10.5.1	Strukturen aus Flutrasen, Röhrichten und Feuchthochstauden	214
10.5.2	Vegetationsstrukturen aus Wiesen- und Rasenarten..	216
10.5.3	Gehölzstrukturen	217
10.5.4	Strukturen aus Holz und Reisig	220
10.5.5	Strukturen aus Natursteinen und Erden	223
10.6	Ufersicherung an stehenden Gewässern	227
10.6.1	Einwirkungen auf die Seeufer	227
10.6.2	Standortfaktoren an stehenden Gewässern	227
10.6.3	Ufersicherungen und Schutz	231
10.7	Vegetation auf Flussdeichen und Staudämmen.	237
11	Ingenieurbioologische Sicherung und Gestaltung an Küsten	241
11.1	Dünenstandorte	242
11.1.1	Dünenaufbau am Beispiel der Nordseeküste	242
11.1.2	Bauweisen zur Sicherung und Entwicklung von Vor- und Weißdünen	247
11.1.3	Bauweisen zur Sicherung und Entwicklung von Grau- und Braundünen	249
11.1.4	Dünen- und Steiluferschutz an der Ostsee	252
11.2	Vorländer	254
11.2.1	Aufbau eines Wattvorlandes	255
11.2.2	Sicherung und Entwicklung eines Vorlandes	258
11.2.3	Entwicklung und Sicherung von Boddenufern an der Ostsee	261
11.3	Seedeiche	261
11.3.1	Sicherung des Deichfußes im Supralitoral	262
11.3.2	Sicherung der marin beeinflussten Deichberme	263
11.3.3	Sicherung der marin unbeeinflussten Deichaußen- und der Innenberme	263
12	Ingenieurbioologie bei Wind- und Emissionseinwirkungen	265
12.1	Windschutz	266
12.1.1	Windschutz durch Gehölzstreifen	266
12.1.2	Windschutz an Verkehrswegen	268
12.1.3	Windschutz auf landwirtschaftlichen Flächen	268
12.1.4	Windschutzpflanzungen	269
12.1.5	Windschutz in unterschiedlichen Landschaften	270
12.2	Immissions- und Staubschutz	275
12.3	Lärmschutz	277
12.3.1	Gehölzpflanzung ohne Erdwall	278
12.3.2	Gehölzpflanzung mit Erdwall	278
12.3.3	Steilwälle mit Bepflanzung	279
12.3.4	Steilwände und Bepflanzung	280
12.4	Blendschutz	280
12.5	Pflanzenverwendung	281

13	Übertragbarkeit ingenieurbio­logischer Arbeitsweisen	283
13.1	Ingenieurbio­logie im Hochgebirge.	283
13.2	Ingenieurbio­logie an Flüssen in Südeuropa.	284
13.3	Ingenieurbio­logie und vom Feuer gefährdete Gebiete	286
13.4	Ingenieurbio­logie und Dürre­regionen	288
13.5	Ingenieurbio­logie an Küsten­standorten	289
13.6	Ingenieurbio­logie in den Tropen	291
13.7	Ausblick.	294
Anlage A: Pflanzentabellen nach Bauweisen und Standorten		295
A 1	Auswahl bodenfestigender Gehölze zur Böschungssicherung	296
A 2	Auswahl von Ufergehölzen für ingenieurbio­logische Arbeiten.	302
A 3	Auswahl bodenfestigender Gräser und Kräuter zur Böschungssicherung	306
A 4	Auswahl bodenfestigender Röhrichte, Hochstauden, Süß- und Sauergräser	312
Anlage B: Hinweise zu Baustoffen		316
B 1	zu Natursteinen und Erden	316
B 2	zu Baustoffen und Bauelemente aus Holz, Reisig und Pflanzenfasern	318
B 3	Begrünungshilfsstoffe.	319
Anlage C: Geotechnische Grundlagen		320
C 1	Begriffe der Mechanik und Bodenmechanik	321
C 1.1	Mechanische Begriffe	321
C 1.2	Bodenklassifizierung für bautechnische Zwecke gemäß DIN 18 196	322
C 1.3	Bodenmechanische Eigenschaften.	323
C 1.4	Teilsicherheitswerte	324
C 2	Bodenmechanische Betrachtungen zur Böschungsstabilität in einfachen Fällen.	325
C 2.1	Rutschung einer böschungsparellen Vegetationstragschicht	325
C 2.2	Oberfläche einer Böschung aus homogenem nicht bindigen Boden	328
C 2.3	Untersuchung einer kreisförmigen Gleitfläche in homogenen Böden	330
	Variante 1: hoher Grundwasserstand	331
	Variante 2: Sicherung durch Gehölzvegetation.	334
C 3	Hinweise zum Erdbau.	336

Anlage D: Informationen zu Klima und Hydrologie	339
D 1	Bezeichnungen 339
D 2	Klima 340
D 2.1	Wind 340
D 2.2	Schnee 341
D 2.3	Starkniederschläge 342
D 3	Physikalische Eigenschaften des Wassers 343
D 4	Wasserhaushaltsbilanz 343
D 4.1	Grundgleichung für den Wasserhaushalt 344
D 4.2	Beispiele aus der Ingenieurbiologie 345
D 5	Bemessungsabflüsse 346
D 5.1	Abflussspenden nach Schröder (1994) für Mitteleuropa 347
D 5.2	Kleinsteinzugsgebiete in der freien Landschaft 347
D 5.3	Kleinsteinzugsgebiete mit hohem Versiegelungsgrad 347
D 5.4	Niederschlag-/Abflussmodelle für Einzugsgebiete mittlerer Größe 348
D 5.5	Große Einzugsgebiete mit Flusspegeln 348
D 5.6	Ermittlung hydrologischer Daten durch die hydraulische Berechnung beobachteter Hochwässer . . 349
Anlage E: Hydraulische Grundlagen der Ingenieurbiologie	350
E 1	Bezeichnungen 350
E 2	Hydrostatik – Auftrieb, Wasserdruck 351
E 3	Wellenbewegungen an stehenden Gewässern 353
E 4	Aspekte der Fließgewässerhydraulik 358
E 4.1	Hydrotechnische Begriffe und Gesetzmäßigkeiten . . . 358
E 4.2	Berechnung von Wasserspiegelhöhen und Fließgeschwindigkeiten aus gegebenen Flussprofilen und Abflüssen 362
E 4.3	Bewertung von Gewässerabschnitten im Hinblick auf Erosion und Sedimentation 366
E 5	Bemessung einer Steinschüttung 370
E 6	Strömungskräfte 371
Literaturverzeichnis	372
Sachregister	381