

EMPFEHLUNGEN DES ARBEITSAUSSCHUSSES „UFEREINFASSUNGEN“ EAU 1985

**Herausgegeben vom
Arbeitsausschuß „Ufereinfassungen“**

**der Hafenbautechnischen Gesellschaft e.V. und der
Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V.**

7. Auflage

Mit 195 Bildern und 43 Tabellen

1985



**Verlag für Architektur
und technische Wissenschaften
Berlin**

Inhaltsverzeichnis

Mitglieder des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“	Seite
Zusammenfassung der Vorworte zur 2. bis 6. erweiterten Auflage und Vorwort zur 7. erweiterten Auflage (EAU 1985)	V
Vorwort zur ersten Auflage (1955)	VII
Verzeichnis der Empfehlungen E 1 bis E 175	XI
	XXI
A Veröfentlichte Empfehlungen	1
0 Statische Berechnungen	1
0.1 Durchführung statischer Berechnungen von Ufereinfassungen (E 142)	1
0.2 Anwendung elektronischer Berechnungen bei Ufereinfassungen (E 143)	2
1 Bodenaufschlüsse, Bodenuntersuchungen und rechnerische Bodenwerte	8
1.1 Mittlere Bodenwerte für Vorentwürfe E 9)	8
1.2 Bodenwerte für Ausführungsentwürfe (E 54)	10
1.3 Anordnung und Tiefe von Bohrungen und von Sondierungen (E 1)	10
1.4 Abfassung von Berichten und Gutachten über Baugrunduntersuchungen für Ufereinfassungen bei schwierigen Verhältnissen (E 150)	12
1.5 Untersuchung der Lagerungsdichte von nichtbindigen Ufermauer-Hinterfüllungen (E 71)	16
1.6 Lagerungsdichte von aufgespülten, nichtbindigen Böden (E 175)	17
1.7 Einfluß des Einrüttelns auf die Kennwerte nichtbindiger Böden (E 48)	20
1.8 Ermittlung der Scherfestigkeit c_u aus unentwässerten Versuchen an wassergesättigten bindigen Bodenproben (E 88)	20
1.9 Ermittlung der wirksamen Scherparameter φ' und c' (E 89)	23
1.10 Ermittlung des inneren Reibungswinkels φ' für nichtbindige Böden (E 92)	28
1.11 Scherparameter des Bruch- bzw. des Gleitzustands bei Anwendung der EAU (E 131)	30
1.12 Sicherheitsbeiwerte bei Anwendung der EAU (E 96)	33
1.13 Beurteilung des Baugrunds für das Einbringen von Spundbohlen und Pfählen (E 154)	36
2 Erddruck und Erdwiderstand	40
2.1 Kohäsion in bindigen Böden (E 2)	40
2.2 Scheinbare Kohäsion im Sand (E 3)	40
2.3 Ansatz der Wandreibungswinkel bei Spundwandbauwerken (E 4) (siehe 8.2.4)	40
2.4 Ermittlung des Erddrucks nach dem CULMANN-Verfahren (E 171)	40
2.5 Erddruck auf Spundwände vor Pfahlrostmauern (E 45) (siehe 11.3)	44
2.6 Ermittlung des Erddrucks bei wassergesättigten, nicht- bzw. teil-konsolidierten, weichen bindigen Böden (E 130)	44
2.7 Auswirkung artesischen Grundwassers unter Gewässersohlen auf Erddruck und Erdwiderstand (E 52)	47

	Seite	
2.8	Ansatz von Erddruck und Wasserüberdruck und Ausbildungshinweise für Ufereingassungen mit Bodenersatz und verunreinigter oder gestörter Baggergrubensohle (E 110)	50
2.9	Einfluß des strömenden Grundwassers auf Wasserüberdruck, Erddruck und Erdwiderstand (E 114)	54
2.10	Bestimmung des Verschiebungswegs für die Mobilisierung von Teil-Erdwiderständen in nichtbindigen Böden (E 174)	60
2.11	Maßnahmen zur Erhöhung des Erdwiderstands vor Ufereingassungen (E 164)	62
2.12	Auswirkungen von Erdbeben auf die Ausbildung und Bemessung von Ufereingassungen (E 124) (siehe 8.2.16)	64
3	Geländebruch, Grundbruch und Gleiten	
	(Siehe E 10, Abschn. 8.4.9 und 8.4.10)	71
3.1	Einschlägige Normen	71
3.2	Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch (E 115)	71
3.3	Erosionsgrundbruch, sein Entstehen und seine Verhinderung (E 116)	73
3.4	Nachweis der Sicherheit gegen Grundbruch von hohen Pfahlrosten (E 170)	76
4	Wasserstände, Wasserüberdruck, Entwässerungen	80
4.1	Mittlerer Grundwasserstand in Tidegebieten (E 58)	80
4.2	Wasserüberdruck in Richtung Wasserseite (E 19)	80
4.3	Wasserüberdruck auf Spundwände vor überbauten Böschungen im Tidegebiet (E 65)	82
4.4	Ausbildung von Durchlaufentwässerungen bei Spundwandbauwerken (E 51)	83
4.5	Ausbildung von Spundwandentwässerungen mit Rückstauverschlüssen im Tidegebiet (E 32)	84
4.6	Ausbildung von Rückstauentwässerungen bei Ufermauern im Tidegebiet (E 75)	87
4.7	Entlastung artesischen Drucks unter Hafensohlen (E 53)	88
4.8	Entwurf von Grundwasser-Strömungsnetzen (E 113)	91
4.9	Vorübergehende Sicherung von Ufereingassungen durch Grundwasserabsenkung (E 166)	96
4.10	Hochwasserschutzwände in Seehäfen (E 165)	99
5	Schiffsabmessungen und Belastungen der Ufereingassungen	106
5.1	Übliche Schiffsabmessungen (E 39)	106
5.2	Ansatz des Anlegedrucks von Schiffen an Ufermauern (E 38)	110
5.3	Anlegegeschwindigkeiten von Schiffen quer zum Liegeplatz (E 40)	110
5.4	Lastfälle (E 18)	111
5.5	Lotrechte Nutzlasten (E 5)	112
5.6	Wellendruck auf senkrechte Uferwände (E 135)	115
5.7	Ermittlung der Bemessungswelle für See- und Hafenbauwerke (E 136)	121
5.8	Wellendruck auf Pfahlbauwerke (E 159) (siehe 11.6)	130
5.9	Windlasten auf vertäute Schiffe und deren Einflüsse auf die Bemessung von Vertäu- und Fendereinrichtungen (E 153)	138

	Seite	
5.10	Anordnung und Belastung von Pollern für Seeschiffe (E 12)	141
5.11	Anordnung, Ausbildung und Belastung von leichten Festmachereinrichtungen für Schiffe an senkrechten Uferereinfassungen (E 13) (siehe 6.12)	143
5.12	Anordnung, Ausbildung und Belastung von Festmachereinrichtungen für Schiffe in Binnenhäfen (E 102)	143
5.13	Maß- und Lastangaben für übliche Stückgutkrane und für Containerkrane in Seehäfen (E 84)	145
6	Querschnittsgestaltung und Ausrüstung von Uferereinfassungen	151
6.1	Querschnittsgrundmaße von Seeschiffsmauern (E 6)	151
6.2	Oberkante der Uferereinfassungen in Seehäfen (E 122)	152
6.3	Querschnittsgrundmaße von Uferereinfassungen in Binnenhäfen (E 74)	157
6.4	Ausbildung der Ufer von Umschlaghäfen an Binnenkanälen (E 82)	160
6.5	Spundwandufer an Kanälen für Binnenschiffe (E 106)	161
6.6	Teilgeböschter Uferausbau in Binnenhäfen mit großen Wasserstandsschwankungen (E 119) (siehe 12.4)	162
6.7	Gestaltung von Uferflächen in Binnenhäfen nach betrieblichen Gesichtspunkten (E 158)	165
6.8	Solltiefe der Hafensohle vor Ufermauern (E 36)	168
6.9	Spielraum für Baggerungen vor Ufermauern (E 37)	169
6.10	Anordnung und Belastung von Pollern für Seeschiffe (E 12) (siehe 5.10)	171
6.11	Ausrüstung von Großschiffsliegeplätzen mit Sliphaken (E 70)	171
6.12	Anordnung, Ausbildung und Belastung von leichten Festmachereinrichtungen für Schiffe an senkrechten Uferereinfassungen (E 13)	173
6.13	Anordnung, Ausbildung und Belastung von Steigeleitern (E 14)	174
6.14	Anordnung und Ausbildung von Treppen in Seehäfen (E 24)	175
6.15	Ausrüstung von Uferereinfassungen in Seehäfen mit Ver- und Entsorgungsanlagen (E 173)	177
6.16	Fenderungen für Großschiffsliegeplätze an Ufermauern (E 60)	181
6.17	Buschhängefender für Großschiffsliegeplätze an Ufermauern (E 61)	182
6.18	Fenderungen in Binnenhäfen (E 47)	183
6.19	Elastomere-Fenderungen und Elastomere-Fenderelemente für Seehäfen (E 141)	186
6.20	Abnahmebedingungen für Fender-Elastomere (Fendergummi) (E 62)	194
6.21	Elastomerelager für Hafenbrücken und -stege (E 63)	196
6.22	Gründung von Kranbahnen bei Uferereinfassungen (E 120)	198
6.23	Kranschienen und ihre Befestigung auf Beton (E 85)	200
6.24	Auf Beton geklebte Laufschienen für Fahrzeuge und Krane (E 108)	208
7	Erdarbeiten	213
7.1	Baggerarbeiten vor lotrechten Uferwänden in Seehäfen (E 80)	213
7.2	Spielraum für Baggerungen vor Ufermauern (E 37) (siehe 6.9)	215
7.3	Bagger- und Aufspültoleranzen (E 139)	215
7.4	Aufspülen von Hafengelände für geplante Uferereinfassungen (E 81)	219
7.5	Hinterfüllen von Uferereinfassungen (E 73)	222
7.6	Baggern von Unterwasserböschungen (E 138)	224
7.7	Kolkbildung und Kolsicherung vor Uferereinfassungen (E 83)	228
7.8	Senkrechte Dränagen zur Beschleunigung der Konsolidierung weicher bindiger Böden (E 93)	230

	Seite	
7.9	Sackungen nichtbindiger Böden (E 168)	234
7.10	Ausführung von Bodenersatz für Uferbefestigungen (E 109)	237
7.11	Ansatz von Erddruck und Wasserüberdruck und Ausbildungshinweise für Uferbefestigungen mit Bodenersatz und verunreinigter oder gestörter Baggergrubensohle (E 110) (siehe 2.8)	242
7.12	Berechnung und Bemessung geschütteter Molen und Wellenbrecher (E 137)	243
7.13	Bauausführung und Geräteeinsatz bei geschütteten Molen und Wellen- brechern (E 160)	247
8	Spundwandbauwerke	253
8.1	Baustoff und Ausführung	253
8.1.1	Ausbildung und Einbringen von Holzspundwänden (E 22)	253
8.1.2	Technische Gütezahlen überseeischer Harthölzer (E 163)	256
8.1.3	Ausbildung und Einbringen von Stahlbetonspundwänden (E 21)	256
8.1.4	Gemischte (kombinierte) Stahlspundwände (E 7)	260
8.1.5	Schubfeste Schloßverbindung bei Stahlspundwänden (E 103)	261
8.1.6	Wahl des Profils und des Baustoffs der Spundwand (E 34)	264
8.1.7	Gütevorschriften für Stähle von Stahlspundbohlen (E 67)	265
8.1.8	Toleranzen der Schloßabmessungen bei Stahlspundbohlen (E 97)	266
8.1.9	Übernahmebedingungen für Stahlspundbohlen und Stahlpfähle auf der Baustelle (E 98)	269
8.1.10	Korrosion bei Stahlspundwänden und Gegenmaßnahmen (E 35)	269
8.1.11	Sandschliffgefahr bei Spundwänden (E 23)	271
8.1.12	Kostenanteile eines Stahlspundwandbauwerks (E 8)	271
8.1.13	Zweckmäßige Neigung der Uferspundwände bei Hafenanlagen (E 25)	271
8.1.14	Rammneigung für Spundwände (E 15)	272
8.1.15	Einrammen wellenförmiger Stahlspundbohlen (E 118)	272
8.1.16	Einrammen von gemischten (kombinierten) Stahlspundwänden (E 104)	278
8.1.17	Einbringen von gemischten (kombinierten) Stahlspundwänden durch Tiefenrüttler (E 105)	282
8.1.18	Schallarmes Einrammen von Spundbohlen und Fertigpfählen (E 149)	284
8.1.19	Rammen von Stahlspundbohlen und Stahlpfählen bei tiefen Temperaturen (E 90)	286
8.1.20	Sanierung von Schloßschäden an eingerammten Stahlspundwänden (E 167)	287
8.1.21	Ausbildung und Bemessung von Rammgerüsten (E 140)	289
8.1.22	Ausbildung geschweißter Stöße an Stahlspundbohlen und Stahlrammpfählen (E 99)	295
8.1.23	Abtrennen der Kopfenden gerammter Stahlprofile für tragende Schweißanschlüsse (E 91)	299
8.1.24	Wasserdichtheit von Stahlspundwänden (E 117)	300
8.1.25	Uferbefestigungen in Bergsenkungsgebieten (E 121)	302
8.2	Berechnung und Bemessung der Spundwand	305
8.2.1	Unverankerte, im Boden voll eingespannte Spundwandbauwerke (E 161)	305
8.2.2	Berechnung einfach verankerter Spundwandbauwerke (E 77)	307
8.2.3	Berechnung doppelt verankerter Spundwände (E 134)	308
8.2.4	Ansatz der Wandreibungswinkel bei Spundwandbauwerken (E 4)	311

	Seite
8.2.5 Zulässige Spannungen bei Spundwandbauwerken (E 20)	312
8.2.6 Spannungsnachweis bei Spundwänden (E 44)	315
8.2.7 Wahl der Rammtiefe von Spundwänden (E 55)	315
8.2.8 Rammtiefenermittlung bei teilweiser oder voller Einspannung des Spundwandfußes (E 56)	316
8.2.9 Gestaffelte Einbindetiefe bei Stahlspundwänden (E 41)	318
8.2.10 Lotrechte Belastbarkeit von Spundwänden (E 33)	320
8.2.11 Waagerechte Belastbarkeit von Stahlspundwänden in Längsrichtung des Ufers (E 132)	322
8.2.12 Berechnung einer im Boden eingespannten Ankerwand (E 152)	325
8.2.13 Gestaffelte Ausbildung von Ankerwänden (E 42)	326
8.2.14 Gründung von Stahlspundwänden in Fels (E 57)	326
8.2.15 Uferspundwände in nicht konsolidierten, weichen bindigen Böden, insbesondere in Verbindung mit unverschieblichen Bauwerken (E 43)	327
8.2.16 Auswirkungen von Erdbeben auf die Ausbildung und Bemessung von Ufereinfassungen (E 124) (siehe 2.12)	328
8.2.17 Ausbildung und Bemessung einfach verankerter Spundwandbauwerke in Erdbebengebieten (E 125)	329
8.3 Berechnung und Bemessung von Fangedämmen	329
8.3.1 Zellenfangedämme als Baugrubenumschließungen und als Ufereinfassungen (E 100)	329
8.3.2 Kastenfangedämme als Baugrubenumschließungen und als Ufereinfassungen (E 101)	335
8.3.3 Schmale Trennmolen in Spundwandbauweise (E 162) *	338
8.4 Verankerungen, Aussteifungen	340
8.4.1 Ausbildung von Spundwandgurten aus Stahl (E 29)	340
8.4.2 Berechnung und Bemessung von Spundwandgurten aus Stahl (E 30)	341
8.4.3 Spundwandgurte aus Stahlbeton bei Verankerung durch Stahlrampfähle (E 59)	343
8.4.4 Stahlholme für Ufereinfassungen (E 95)	346
8.4.5 Stahlbetonholme für Ufereinfassungen (E 129)	350
8.4.6 Oberer Stahlkantenschutz für Stahlbetonwände und -holme bei Ufereinfassungen (E 94)	354
8.4.7 Höhe des Ankerschlusses an eine frei aufgelagerte Ankerplatte oder Ankerwand (E 11)	357
8.4.8 Hilfsverankerung am Kopf von Stahlspundwandbauwerken (E 133)	357
8.4.9 Nachweis der Standsicherheit von Verankerungen für die tiefe Gleitfuge (E 10)	359
8.4.10 Sicherheit gegen Aufbruch des Verankerungsbodens (zu E 10)	365
8.4.11 Spundwandverankerungen in nicht konsolidierten, weichen bindigen Böden (E 50)	365
8.4.12 Ausbildung und Berechnung vorspringender Kaimauerecken mit Rundstahlverankerung (E 31)	369
8.4.13 Ausbildung und Berechnung vorspringender Kaimauerecken mit Schrägpfahlverankerung (E 146)	371
8.4.14 Hohes Vorspannen von Ankern aus hochfesten Stählen bei Ufereinfassungen (E 151)	374
8.4.15 Gelenkige Auflagerung von Ufermauerüberbauten auf Stahlspundwänden (E 64)	377

	Seite
8.4.16 Gelenkiger Anschluß gerammter Stahlankerpfähle an Stahlpundwandbauwerke (E 145)	380
9 Ankerpfähle	389
9.1 Sicherheit der Verankerung (E 26)	389
9.2 Grenzzuglast der Ankerpfähle (E 27)	390
9.3 Ausbildung und Einbringen flach geneigter, gerammter Ankerpfähle aus Stahl (E 16)	391
9.4 Ausbildung und Belastung von Rammverpreßpfählen (E 66)	393
9.5 Ausbildung und Belastung waagerechter oder geneigter, gebohrter Ankerpfähle mit verdicktem Fuß (E 28)	396
10 Uferwände, Ufermauern und Überbauten aus Beton und Stahlbeton	399
10.1 Ausbildung von Ufermauern und Überbauten (E 17)	399
10.2 Ausführung von Stahlbetonbauten bei Ufereinfassungen (E 72)	401
10.3 Schalungen in Seegebieten (E 169)	404
10.4 Berechnung und Bemessung befahrener Stahlbetonplatten von Pieranlagen (E 76)	406
10.5 Schwimmkästen als Ufereinfassungen von Seehäfen (E 79)	406
10.6 Druckluft-Senkästen als Ufereinfassungen von Seehäfen (E 87)	410
10.7 Ausbildung und Bemessung von Kaimauern in Blockbauweise (E 123)	413
10.8 Ausbildung und Bemessung von Kaimauern in Blockbauweise in Erdbebengebieten (E 126)	419
10.9 Ausbildung und Bemessung von Kaimauern in offener Senkkastenbauweise (E 147)	420
10.10 Ausbildung und Bemessung von Kaimauern in offener Senkkastenbauweise in Erdbebengebieten (E 148)	424
10.11 Anwendung und Ausbildung von Bohrpfahlwänden (E 86)	424
10.12 Anwendung und Ausbildung von Schlitzwänden (E 144)	428
10.13 Anwendung und Herstellung von Dichtungsschlitz- und Dichtungsschmalwänden (E 156)	433
11 Pfahlrostmauern	442
11.1 Ausbildung von Pfahlrostmauern (E 17)	442
11.2 Ermittlung der Erddruckabschirmung auf eine Wand unter einer Entlastungsplatte bei mittleren Geländeauflasten (E 172)	442
11.3 Erddruck auf Spundwände vor Pfahlrostmauern (E 45)	444
11.4 Berechnung ebener, hoher Pfahlroste mit starrer Rostplatte (E 78)	449
11.5 Ausbildung und Berechnung von Pfahlrosten mit elastischer Rostplatte auf elastischen Pfählen (E 157)	450
11.6 Wellendruck auf Pfahlbauwerke (E 159) (siehe 5.8)	455
11.7 Nachweis der Sicherheit gegen Grundbruch von hohen Pfahlrosten (E 170) (siehe 3.4)	455
11.8 Ausbildung und Bemessung von Pfahlrostmauern in Erdbebengebieten (E 127)	455

	Seite
12 Ausbildung von Hafentböschungen	457
12.1 Böschungen in Binnenhäfen an Flüssen mit großen Wasserspiegel- schwankungen (E 49)	457
12.2 Böschungen in Seehäfen und in Binnenhäfen mit Tide (E 107)	459
12.3 Böschungen unter Ufermauerüberbauten hinter geschlossenen Spundwänden (E 68)	467
12.4 Teilgeböschter Uferausbau in Binnenhäfen mit großen Wasserstands- schwankungen (E 119) (siehe 6.6)	467
13 Dalben	468
13.1 Berechnung elastischer Bündel- und Einpfahldalben in nichtbindigen Böden (E 69)	468
13.2 Federkonstante für die Berechnung und Bemessung von schweren Fenderungen und schweren Anlegedalben (E 111)	470
13.3 Auftretende Stoßkräfte und erforderliches Arbeitsvermögen von Fenderungen und Dalben in Seehäfen (E 128)	473
13.4 Verwendung schweißgeeigneter Feinkornbaustähle bei elastischen Anlege- und Vertäudalben im Seebau (E 112)	476
14 Erfahrungen mit Uferneinfassungen	481
14.1 Mittleres Verkehrsalter von Uferneinfassungen (E 46)	481
14.2 Betriebsbedingte Schäden an Stahlspundwänden (E 155)	481
B Weiteres Arbeitsprogramm	484
C Schrifttum	488
1 Jahresberichte	488
2 Abhandlungen und Bücher	488
3 Vorschriften	493
3.1 DIN-Normblätter	493
3.2 DS der DB (Druckschriften der Deutschen Bundesbahn)	497
3.3 DASt-Ri (Richtlinien des Deutschen Ausschusses für Stahlbau)	497
3.4 SEW (Stahl-Eisen-Werkstoffblatt des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute)	497
D Zeichenerklärung	498
E Stichwortverzeichnis	504