

| | | | |
|-----------------|--------|-------|---|
| Umwelt und Raum | Band 5 | 1-301 | Institut für Umweltplanung, Hannover 2011 |
|-----------------|--------|-------|---|

Potenziale und Optimierungsmöglichkeiten bei der Auswahl und Anwendung ingenieurbio­logischer Bauweisen im Wasserbau

Andreas Stowasser

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| Abbildungsverzeichnis | 7 |
| Tabellenverzeichnis | 12 |
| Zusammenfassung | 16 |
| Abstract | 17 |
| 1 Anlass und Zielstellung | 19 |
| 1.1 Nachhaltiger Wasserbau mit ingenieurbio­logischen Bauweisen..... | 19 |
| 1.2 Anwendungsstand ingenieurbio­logischer Bauweisen im Wasserbau in Sachsen | 21 |
| 1.3 Fragestellung, Ziel der Arbeit..... | 23 |
| 1.4 Arbeitsschritte und Vorgehensweise | 26 |
| 2 Funktionen und Grenzen der Ingenieurbio­logie | 28 |
| 2.1 Funktionen ingenieurbio­logischer Bauweisen im Wasserbau..... | 28 |
| 2.1.1 Technische Funktionen | 30 |
| 2.1.2 Ökologische Funktionen | 31 |
| 2.1.2.1 Wechselwirkungen zwischen Gewässerstruktur und biologischen Qualitätskomponenten nach WRRL | 32 |
| 2.1.2.2 Prioritäre Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur | 36 |
| 2.1.2.3 Die Rolle ingenieurbio­logischer Bauweisen bei der Verbesserung der Gewässerstruktur | 39 |
| 2.1.2.4 Klimaschutzfunktion ingenieurbio­logischer Bauweisen | 40 |
| 2.1.3 Ökonomische Funktionen..... | 42 |
| 2.1.4 Ästhetische Funktionen | 45 |
| 2.1.5 Fazit Funktionen ingenieurbio­logischer Bauweisen | 47 |
| 2.2 Grenzen der Ingenieurbio­logie | 48 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.2.1 | Funktionale Grenzen der Ingenieurbiologie im Wasserbau..... | 48 |
| 2.2.2 | Fazit Grenzen der Ingenieurbiologie im Wasserbau | 53 |
| 3 | Gesetzliche Grundlagen – Rechtliche Grundlagen und Anforderungen | 54 |
| 3.1 | Gesetze | 54 |
| 3.1.1 | Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) | 54 |
| 3.1.2 | Wasserhaushaltsgesetz (WHG) | 56 |
| 3.1.3 | Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) | 58 |
| 3.1.4 | Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und Sächsisches Naturschutzgesetz (SächsNatSchG)..... | 61 |
| 3.1.5 | Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) und Saatgutverkehrsgesetz (SaatVerkG) | 63 |
| 3.2 | Untergesetzliche Regelungen im Freistaat Sachsen | 65 |
| 3.3 | Fazit gesetzliche Grundlagen | 66 |
| 4 | Anwendungsmöglichkeiten und Umsetzungspotenziale..... | 70 |
| 4.1 | Bewirtschaftungspläne | 70 |
| 4.2 | Gewässerentwicklungsplanung | 72 |
| 4.3 | Hochwasserschutzkonzepte | 73 |
| 4.4 | Genehmigungsplanungen | 75 |
| 4.5 | Ausführungsplanungen..... | 79 |
| 4.6 | Fazit Anwendungsmöglichkeiten und Umsetzungspotenziale | 79 |
| 5 | Defizite, Konflikte und Lösungsansätze bei der Anwendung ingenieurbiologischer Bauweisen im Wasserbau | 80 |
| 5.1 | Anwendungsgrundlagen | 81 |
| 5.1.1 | Mangelhafte Dokumentation des Anwendungsstands | 81 |
| 5.1.2 | Lösungsansatz Projektdatenbank ingenieurbiologische Bauweisen | 87 |
| 5.1.3 | Uneinheitliche Systematik, Gliederung und Darstellung ingenieurbiologischer Bauweisen im Wasserbau | 88 |
| 5.1.4 | Lösungsansatz einheitliche Bauweisengliederung | 89 |
| 5.1.5 | Lösungsansatz eindeutige Bauweisensymbole | 91 |
| 5.1.6 | Lösungsansatz standardisierte Bauweisenbeschreibung..... | 93 |
| 5.1.7 | Fehlende methodische Grundlagen zur Auswahl ingenieurbiologischer Bauweisen . | 93 |
| 5.1.8 | Lösungsansatz Methodik zur Auswahl ingenieurbiologischer Bauweisen..... | 95 |
| 5.1.8.1 | Prinzipieller Aufbau der Auswahlmethodik | 100 |
| 5.1.8.2 | Faktoren zur Auswahl ingenieurbiologischer Bauweisen | 101 |
| 5.1.8.3 | Kriterien zur Auswahl ingenieurbiologischer Bauweisen | 101 |
| 5.1.8.4 | Planungsebenen / Arbeitsschritte zur Auswahl ingenieurbiologischer Bauweisen... | 102 |
| 5.2 | Planung und Genehmigung | 105 |
| 5.2.1 | Planungshemmnisse und fehlende Anreize zur Planung | 105 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.2.1.1 | Mangelhafte Erfahrung mit ingenieurb biologischen Bauweisen | 105 |
| 5.2.1.2 | Unzureichende interdisziplinäre Zusammenarbeit | 107 |
| 5.2.1.3 | Erhöhter Planungsaufwand bei unzureichender Honorierung | 108 |
| 5.2.2 | Lösungsansätze zur Steigerung der Planungseffizienz..... | 111 |
| 5.2.2.1 | Lösungsansatz Verbesserung Wissenstransfer, Wissensvernetzung..... | 112 |
| 5.2.2.2 | Effizientere Planung durch Verwendung von Regeldetails..... | 113 |
| 5.2.2.3 | Erleichterung der Auswahl und Verfügbarkeit des erforderlichen Baumaterials | 115 |
| 5.3 | Ausschreibung und Vergabe | 116 |
| 5.3.1 | Defizite und Konflikte aufgrund fehlender Standardleistungstexte | 116 |
| 5.3.2 | Lösungsansatz Leistungstexte für ingenieurb biologische Bauweisen..... | 117 |
| 5.3.2.1 | Grundsätze bei der Formulierung freier Leistungstexte | 117 |
| 5.3.2.2 | Aufbau und Zusammensetzung freier Leistungstexte für ingenieurb biologische Bauweisen | 119 |
| 5.3.3 | Unzureichende Kriterien für die Vergabe ingenieurb biologischer Bauleistungen..... | 120 |
| 5.3.4 | Lösungsansatz Bieterungsprüfung bei der Vergabe ingenieurb biologischer Bauweisen | 121 |
| 5.4 | Bauleitung und Ausführung | 124 |
| 5.4.1 | Mangelnde Fachkenntnis bei Ausführungsfirmen | 124 |
| 5.4.2 | Lösungsansatz systematisierte Darstellung der Bauschritte | 125 |
| 5.4.3 | Erhöhtes Haftungs- und Fehlerrisiko bei der Bauüberwachung | 125 |
| 5.4.4 | Lösungsansatz qualifizierte Bauüberwachung | 126 |
| 5.5 | Pflege und Entwicklung | 127 |
| 5.5.1 | Unsicherheiten zu Art und Umfang der Pflege ingenieurb biologischer Bauweisen.... | 127 |
| 5.5.2 | Lösungsansatz systematische Pflegeabfolge..... | 129 |
| 5.5.3 | Fehlende Pflegeanleitungen und Finanzmittel | 132 |
| 5.5.4 | Lösungsansatz systematisierte Darstellung der Pflegeschritte, bauweisenspezifische Pflege und Finanzierung..... | 132 |
| 5.5.4.1 | Pflegeschritte..... | 132 |
| 5.5.4.2 | Bauweisenspezifische Pflege..... | 134 |
| 5.5.4.3 | Finanzierung von Pflegemaßnahmen..... | 136 |
| 5.6 | Fazit Defizite, Konflikte und Lösungsansätze | 137 |
| 6 | Faktoren zur Auswahl ingenieurb biologischer Bauweisen | 142 |
| 6.1 | Standortfaktoren (Ebene 1) | 143 |
| 6.1.1 | Abiotische Faktoren..... | 144 |
| 6.1.1.1 | Geologie | 146 |
| 6.1.1.2 | Relief / Morphologie..... | 147 |
| 6.1.1.3 | Substrat und Boden..... | 148 |
| 6.1.1.4 | Klima..... | 148 |
| 6.1.1.5 | Abflussregime..... | 149 |
| 6.1.1.6 | Wassergüte | 149 |
| 6.1.1.7 | Licht..... | 149 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 6.1.2 | Fließgewässertypologie..... | 150 |
| 6.1.2.1 | Fließgewässertypen | 151 |
| 6.1.2.2 | Fließgewässerlandschaften..... | 152 |
| 6.1.3 | Maßgebliche abiotische Standortfaktoren | 155 |
| 6.1.3.1 | Faktorenkomplex Fließgewässerlandschaft | 155 |
| 6.1.3.2 | Einzelfaktor Substrat | 156 |
| 6.1.3.3 | Einzelfaktor Gewässergröße | 163 |
| 6.1.3.4 | Fazit abiotische Standortfaktoren | 167 |
| 6.1.4 | Biotische Faktoren – heutige potenziell natürliche Vegetation | 167 |
| 6.2 | Raumbezogene Faktoren (Ebene 2) | 170 |
| 6.2.1 | Angrenzende Nutzungen..... | 171 |
| 6.2.2 | Hydraulische Leistungsfähigkeit des Gewässerprofils (Freibord)..... | 173 |
| 6.2.3 | Angestrebte Zielvegetation..... | 175 |
| 6.2.3.1 | Wechselwirkung Zielvegetation / hydraulische Leistungsfähigkeit | 177 |
| 6.2.3.1.1 | Ermittlung hydraulische Leistungsfähigkeit Ist-Zustand | 180 |
| 6.2.3.1.2 | Ermittlung hydraulische Leistungsfähigkeit Plan-Zustand (Überprüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeit unter Berücksichtigung der Zielvegetation) | 182 |
| 6.2.3.2 | Wechselwirkung Zielvegetation / angrenzende Nutzungen..... | 183 |
| 6.2.3.3 | Wechselwirkung Zielvegetation / Pflege- und Unterhaltungsaufwand..... | 183 |
| 6.2.3.4 | Kategorien Zielvegetation..... | 184 |
| 6.3 | Funktionsbezogene Faktoren (Ebene 3) | 186 |
| 6.3.1 | Erforderliche Erosionssicherheit..... | 187 |
| 6.3.2 | Flächenverfügbarkeit..... | 189 |
| 6.3.2.1 | Minimumgrenzen der Flächenverfügbarkeit | 190 |
| 6.3.2.2 | Maximumgrenzen der Flächenverfügbarkeit | 191 |
| 6.3.3 | Erforderliche Wirkungsweise der Bauweise | 193 |
| 6.3.4 | Tolerierbare Dauer des Initialstadiums..... | 195 |
| 6.4 | Ausführungsrelevante Faktoren (Ebene 4)..... | 197 |
| 6.4.1 | Hydraulische Belastung..... | 197 |
| 6.4.2 | Lage im Gewässerverlauf / Funktionsanforderungen (Anwendungsbereiche)..... | 203 |
| 6.4.2.1 | Lage im Gewässerverlauf..... | 203 |
| 6.4.2.2 | Funktionsanforderungen (Anwendungsbereiche)..... | 206 |
| 6.4.3 | Möglicher, geplanter Einbaupunkt | 209 |
| 6.4.4 | Baustellenerschließung | 210 |
| 6.4.5 | Lichtverhältnisse..... | 212 |
| 6.5 | Nicht berücksichtigte Faktoren | 216 |
| 6.6 | Zusammenfassung Faktoren | 217 |
| 7 | Kriterien zur Auswahl ingenieurbiologischer Bauweisen..... | 219 |
| 7.1 | Eigenschaften lebender Baustoffe (Pflanzen)..... | 220 |
| 7.1.1 | Verwendbarkeit der Pflanzen als lebende Baumaterialien | 221 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 7.1.2 | Biotechnische Eigenschaften | 224 |
| 7.1.3 | Zeigerwerte / Standortansprüche der Pflanzen | 227 |
| 7.1.4 | Erreichbare Zielvegetation..... | 227 |
| 7.1.5 | Vergesellschaftung der Pflanzen..... | 228 |
| 7.1.6 | Zusammenfassung der Pflanzeigenschaften in der Pflanzendatenbank für ingenieurbiologische Bauweisen | 228 |
| 7.2 | Eigenschaften unbelebter Baustoffe..... | 230 |
| 7.2.1 | Hilfsstoffe aus Geotextilien (Naturfasergewebe) | 230 |
| 7.2.2 | Hilfsstoffe aus Draht | 231 |
| 7.2.3 | Hilfsstoffe aus Holz..... | 232 |
| 7.2.4 | Schüttgüter / Wasserbausteine | 233 |
| 7.3 | Eigenschaften ingenieurbiologischer Bauweisen..... | 235 |
| 7.3.1 | Substratanforderungen..... | 236 |
| 7.3.2 | Erforderliches Lebendmaterial zur Herstellung der Bauweise..... | 237 |
| 7.3.3 | Größenentwicklung der Bauweise..... | 238 |
| 7.3.4 | Auswirkungen auf angrenzende Nutzungen..... | 239 |
| 7.3.5 | Rauheit der Bauweise | 239 |
| 7.3.6 | Vegetationsform / Unterhaltungsaufwand | 242 |
| 7.3.7 | Schutzfunktion der Bauweise | 243 |
| 7.3.8 | Flächenbedarf der Bauweise..... | 244 |
| 7.3.9 | Wirkungsweise nach Baufertigstellung..... | 245 |
| 7.3.10 | Dauer des Initialstadiums | 246 |
| 7.3.11 | Hydraulische Belastbarkeit..... | 248 |
| 7.3.12 | Anwendungsbereich und Funktion | 251 |
| 7.3.13 | Geeigneter Einbauzeitpunkt | 252 |
| 7.3.14 | Erforderliche Herstellungsart..... | 252 |
| 7.3.15 | Lichtbedarf..... | 253 |
| 7.4 | Zusammenfassung Kriterien..... | 254 |
| 7.5 | Auswahlrelevante Faktoren und Kriterien zur Beschreibung der Eigenschaften ingenieurbiologischer Bauweisen | 255 |
| 8 | Regelbasierte Entscheidungshilfe zur Auswahl ingenieurbiologischer Bauweisen..... | 258 |
| 8.1 | Regelwerk zur Eignungsermittlung ingenieurbiologischer Bauweisen..... | 258 |
| 8.1.1 | Erstellung des Regelwerks | 258 |
| 8.1.2 | Abbildung der ingenieurbiologischen Bauweisen innerhalb des Regelwerks..... | 259 |
| 8.1.3 | Bearbeitung des Regelwerks..... | 261 |
| 8.2 | Fuzzy-Logik zur Optimierung des Regelwerks | 264 |
| 8.3 | Überprüfung des Regelwerks durch Praxisbeispiele | 266 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 9 | Informationssystem zur verbesserten Auswahl und Anwendung ingenieurbiologischer Bauweisen | 269 |
| 9.1 | Modul 1 (INFO) - Grundlagen der Ingenieurbiologie..... | 271 |
| 9.2 | Modul 2 (SHOP) – Online Shop..... | 272 |
| 9.3 | Modul 3 (EVAT) – Evaluationstool / Auswahlmethodik..... | 273 |
| 9.4 | Modul 4 (ISYS) – Informationssystem | 275 |
| 10 | Resumee und Ausblick | 277 |
| 10.1 | Funktionen und Grenzen der Ingenieurbiologie..... | 277 |
| 10.2 | Gesetzliche Grundlagen | 277 |
| 10.3 | Anwendungsmöglichkeiten und Umsetzungspotenziale | 278 |
| 10.4 | Defizite, Konflikte und Lösungsansätze bei der Anwendung ingenieurbiologischer Bauweisen im Wasserbau | 278 |
| 10.5 | Faktoren zur Auswahl ingenieurbiologischer Bauweisen..... | 280 |
| 10.6 | Kriterien zur Auswahl ingenieurbiologischer Bauweisen | 281 |
| 10.7 | Regelbasierte Eignungsermittlung zur Auswahl ingenieurbiologischer Bauweisen im Wasserbau..... | 282 |
| 10.8 | Informationssystem zur verbesserten Auswahl und Anwendung ingenieurbiologischer Bauweisen im Wasserbau | 283 |
| 10.9 | Ausblick | 283 |
| 11 | Quellenverzeichnis | 286 |