Naturschutzfachliche Bedeutung von Uferrenaturierungen am Bodensee und Möglichkeiten ihrer Optimierung (RUN)

AGBU
Arbeitsgruppe Bodenseeufer

Die Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) e. V. ist ein Zusammenschluss von Wissenschaftler/innen und Ingenieuren aus unterschiedlichen Fachdisziplinen. Unser Ziel ist die Förderung der anwendungsorientierten Erforschung der Bodensee-Ufer, um zu einem tieferen Verständnis der Ökologie, zu einem besseren Schutz und zu einer nachhaltig umweltgerechten Nutzung des Ufers beizutragen.

Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) e.V.
c/o Michael Dienst
Heroséstr. 18
D-78467 Konstanz
Tel. 0049 (0)7531 4549552
info@bodensee-ufer.de
www.bodensee-ufer.de

Naturschutzfachliche Bedeutung von Uferrenaturierungen am Bodensee und Möglichkeiten ihrer Optimierung (RUN)

Wolfgang OSTENDORP (Projektleiter)
Michael DIENST
Wilfried LÖDERBUSCH
Markus PEINTINGER
Irene STRANG

2008

EUROPÄISCHE UNION

Gefördert aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung

Kurzzusammenfassung

Naturschutzfachliche Bedeutung von Uferrenaturierungen am Bodensee und Möglichkeiten ihrer Optimierung (RUN)

W. Ostendorp (Projektleiter), M. Dienst, W. Löderbusch, M. Peintinger & I. Strang
Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) e.V., www.bodensee-ufer.de

1. Anlass und Ziele der Studie

Seit Ende der 1970er Jahre wurden am Bodensee-Ufer zahlreiche Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt. Bislang existierte keine zusammenfassende Übersicht und Evaluierung dieser Maßnahmen. Vor diesem Hintergrund entstand diese Studie, deren Ziel es war, die aktuelle und die potenzielle naturschutzfachliche Bedeutung herauszuarbeiten und Wege einer Optimierung zukünftiger Renaturierungen vorzuschlagen. Die Studie leistet damit auch einen Beitrag für den „Renaturierungsleitfaden" der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB).

2. Untersuchungsplan, Methoden

Als Indikatoren haben wir (i) Biotoptypen, Vegetation und Gefäßpflanzenflora, (ii) Laufkäferfauna, und (iii) menschliche Nutzungen herangezogen. Dazu wurden zunächst die Renaturierungsakten ausgewertet und zwei Geländebegehungen (Spätwinter u. Hochsommer 2007) durchgeführt. Auf dieser Basis wurden 18 Renaturierungs- und 9 naturbelassene Referenzflächen mit den Renaturierungstypen „Kies", „Geröll", „Schilf" und „Strandbad" sowie die Nutzungsintensitäten „genutzt" und „ungenutzt" ausgewählt. Die Typen „Schilf" bzw. „Strandbad" kamen nur in den Varianten „ungenutzt" bzw. „genutzt" vor. Von besonderer Bedeutung war der Vergleich zwischen den Renaturierungs- und den zugehörigen Referenzflächen („Kies" und „Schilf").

In aller Regel handelt es sich um Vorschüttungen vor bestehende Uferbefestigungen, die niveaugleich eingedeckt wurden. Nur bei 7 % der untersuchten Profile wurde ein nennenswerter Rückbau mit einem teilweisen Abtrag der Uferbefestigungen und der Hinterfüllungen vorgenommen.

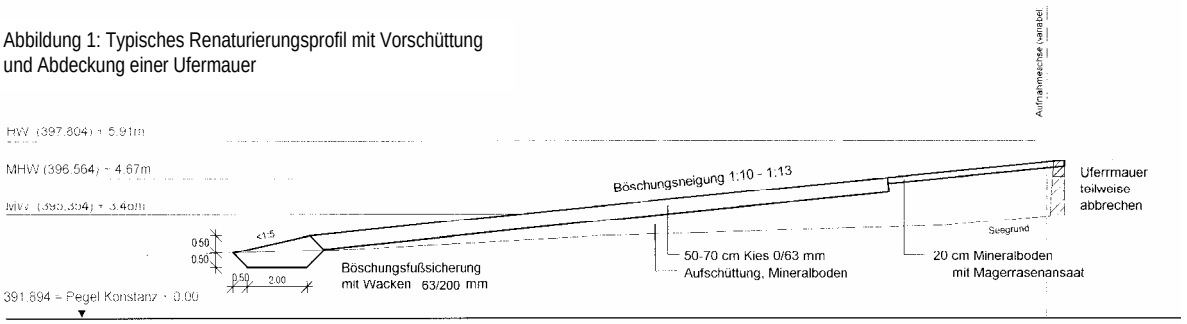
Für die Vorschüttungen war ein Materialauftrag von durchschnittlich 25 m^3 pro Meter Uferlänge notwendig, so dass man von einem Gesamtvolumen von 0,72 Millionen m^3 allein für Renaturierungszwecke ausgehen muss.

Während die Flächen vor der Renaturierung zu rund 74 % unterhalb der MMW-Linie lagen und damit etwa 155 Tage im Jahr überschwemmt waren, verblieben nach den Vorschüttungen nur noch etwa 29 % der Fläche für aquatische Lebensräume. Insgesamt dürften etwa 0,43 km^2 naturnahe Uferfläche in dieser Weise umgewandelt worden sein. Außerdem wurden sandig-schlammige Standorte durch kiesige oder Geröll-Lebensräume ersetzt. Die dadurch geschaffenen Renaturierungsflächen bestehen im Mittel zu 30 % aus terrestrischen (oberhalb der MHW-Linie), zu 63 % aus semiaquatischen (zwischen MHW- und MNW-Linie) und nur zu 7 % aus aquatischen Habitaten (unterhalb der MNW-Linie).

3.3 Biotoptypen und Vegetation

Insgesamt wurden 44 Biotoptypen erfasst, von denen jedem ein ökologischer Wert auf einer 9er-Skala zugeordnet wurde. Auf den Renaturierungsflächen dominierten vegetationsfreie Flächen mit bewegten Substraten (Kies, Geröll), während

Abbildung 1: Typisches Renaturierungsprofil mit Vorschüttung und Abdeckung einer Ufermauer



3. Ergebnisse

3.1 Aktenanalyse

Wir konnten am Bodenseeufer insgesamt 90 Renaturierungsmaßnahmen identifizieren, die aus den Jahren 1975 bis 2007 stammen. Sie haben insgesamt eine Länge von 34,5 km, entsprechend 10,5 % des gesamten Bodenseeufers, und bedecken eine Fläche von rd. 1,04 km^2. Knapp 90 % aller Maßnahmen wurden nach dem von B. Siessegger entwickelten Modell („wasserbauliche Grundvariante") ausgeführt (Abb. 1). Dieses Modell sah im Wesentlichen eine flach geneigte Vorschüttung von Kiesen oder Geröllen vor bestehenden Kliffkanten oder Uferbefestigungen vor, die seewärts durch einen Böschungsfuß aus groben Geröllen stabilisiert wurde. Nur bei 33 der 90 Maßnahmen spielten ausschließlich natur- und gewässerschutzfachliche Motive eine Rolle, bei allen anderen Maßnahmen traten weitere Nutzeffekte (z. B. Badestrandauffüllungen) hinzu. In 25 Fällen gehörten Verbesserungen und Ausweitungen von (Freizeit-)Nutzungen zu den explizit genannten Zielen.

3.2 Analyse der Pläne und Profile

Die Analyse von 14 Renaturierungsmaßnahmen ergab eine durchschnittliche Breite der Renaturierungsfläche von 29 m. auf den Referenzflächen unbewegte Substrate und vegetationsbedeckte Flächen vorherrschten. Die Pflanzendecke bestand auf den Renaturierungsflächen überwiegend aus naturfernen Vegetationseinheiten, auf den Referenzflächen zeigte sich ein naturnahes Mosaik aus Strandschmielen-Gesellschaft, Uferschilf-Röhrichten und Steifseggen-Rieden. Insgesamt wurden ca. 250 Gefäßpflanzen-Arten gefunden, davon 11 Arten, die auf einer der Roten Listen der Region stehen. Außer bei „Schilf"-Renaturierungen war die ökologische Wertigkeit der Biotoptypen auf den Renaturierungen deutlich geringer als auf den Referenzflächen. Starke Nutzung und bewegtes Substrat von einheitlicher Korngröße beeinträchtigten die naturnahe Entwicklung. Außerdem wurde eine negative Korrelation zwischen Ufergefälle und ökologischer Wertigkeit gefunden. Einzelne Renaturierungsflächen der Typen „Schilf" und „Kies" zeigten aber, dass eine naturnahe Entwicklung der Vegetation möglich ist.

3.4 Laufkäferfauna

Im Rahmen der Untersuchung wurden insgesamt 2638 Laufkäfer gefunden, die sich 74 Arten zuordnen lassen. Von diesen sind 17 in den aktuellen Roten Listen von Baden-Württemberg, Bayern, der Bundesrepublik und/oder der Schweiz mindestens als "gefährdet" aufgeführt, weitere 11 Arten als "schonungsbedürftig".

Ostendorp, W., Dienst, M., Löderbusch, W., Peintinger, M. & Strang, I. (2008): Naturschutzfachliche Bedeutung von Uferrenaturierungen am Bodensee und Möglichkeiten ihrer Optimierung (RUN). – Bericht der Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) e. V., 151 S., www.bodensee-ufer.de

Mit groben Geröllschüttungen renaturierte Ufer weisen sehr geringe Artenzahlen auf, unabhängig davon, wie stark sie genutzt werden. Mit Kiessubstraten renaturierte Ufer haben, wenn sie nur wenig genutzt werden, sehr hohe Artenzahlen; stark genutzte Ufer sind relativ artenarm. Strandbäder weisen trotz der starken Nutzung eine unerwartet hohe Artenzahl auf. Die Laufkäfer reagieren positiv auf vorhandene Strukturen im Uferbereich, auch wenn diese nur Flächen von wenigen Quadratmetern einnehmen. Eine deutliche Rolle spielt auch das angrenzende Hinterland: Ufer- und auentypische Biotope, die an die Renaturierungsflächen angrenzen, wirken sich deutlich positiv auf die Artenzahl und die Zusammensetzung der Ufer-Laufkäferfauna aus.

Generell ist festzuhalten, dass in geeigneter Weise renaturierte Ufer schnell von Laufkäfern besiedelt werden und dass strukturreiche Ufer mit hoher Substratvielfalt aus naturschutzfachlicher Sicht hochwertige Biotope sein können, die in Artenzahl und Artenausstattung mit entsprechenden natürlichen Uferabschnitten vergleichbar sind.

3.5 Nutzungsscreening

Etwa drei Viertel der 56 im Sommer 2007 untersuchten Renaturierungsflächen werden in der Saison mehr oder minder intensiv für Freizeitzwecke genutzt. Insgesamt können sieben Nutzungstypen unterschieden werden (in Klammern Anzahl Flächen und Anteil an der renaturierten Uferlänge):

- naturnahe Ufer (14 Flächen; 28 % der Uferlänge),
- ungeregelte Freizeitbereiche (9 Fl.; 19 %),
- geregelte Freizeitbereiche (5 Fl.; 8 %),
- Privat-Strände (5 Fl., 7 %),
- Uferpromenaden (11 Fl.; 20 %),
- Campingplatz-Strände (4 Fl.; 9 %),
- Strandbäder (8 Fl., 9 %).

Generell besteht ein negativer Zusammenhang zwischen dem flächenmäßigem Nutzungsumfang bzw. der Nutzungsintensität und dem Vorkommen bzw. der Ausdehnung naturnaher Biotope. Allerdings ist eine gewisse bescheidene Nutzung mit dem Vorkommen und der unbeeinträchtigen Entwicklung naturnaher Biotope verträglich.

3.6 Nutzungsanalyse

Bei den strukturellen Belastungen der insgesamt 12 untersuchten Flächen sind die gelagerten Boote und Surfbretter sowie die Lagerfeuerstellen von Bedeutung, die auf einigen Renaturierungsflächen gehäuft auftreten (bis 33 Feuerstellen/100m Uferlänge). Hingegen ist die Müll-Belastung insgesamt vergleichsweise gering.

Die genutzten „Geröll"-Renaturierungsflächen zeigen deutlich höhere mittlere Nutzerdichten als alle anderen Flächen-Gruppen; als absoluter Maximalwert wurden 108 Pers./100 m ermittelt. Bei den Besuchergruppen handelt es sich in den meisten Fällen um Gruppen von Erwachsenen, gefolgt in weitem Abstand von Familien mit Kindern, sowie von Gruppen von Jugendlichen bzw. Heranwachsenden. 5,3 % der Gruppen führten einen oder mehrere Hunde mit sich.

Etwa die Hälfte der Nutzer geht auf der Renaturierungsfläche hin und her (meist direkt zur Wasserlinie und zurück) oder badete im ufernahen Wasser, während die andere Hälfte ihre Ausrüstung ausbreitet und dort für längere Zeit lagert. Die Lagerplätze liegen vorwiegend auf dem vegetationsfreien oder nur von niedriger Vegetation (inkl. Zierrasen) bedeckten Ufer und bestehen zumeist aus einer leicht beweglichen Ausrüstung (Handtüchern, Matten, Liegestühlen u. Ä.). Auf einigen Renaturierungsflächen treten Gruppen, die mit Camping- und Grillausrüstung anreisen, stärker in Erscheinung. Die Tätigkeiten erstrecken sich üblicherweise auf „Baden, Schwimmen", „Stehen, Spazierengehen, Laufen, Joggen, Ballspielen etc." und „Sonnenbaden, Sitzen, Lagern (o. Grill, Lagerfeuer)", während „Essen und Trinken mit/ohne Lagerfeuer" nur auf wenigen Renaturierungsflächen – und dann in der Abendzeit – häufiger auftreten (Abb. 2).

Die sichtbaren Auswirkungen der Nutzungen bestehen in einer direkten Schädigung der Vegetationsdecke durch Lagern und Tritt, und in der häufigen und flächenmäßig ausgedehnten Störung des Substrats beim Begehen, Ballspielen, Bau von „Strandburgen" usw.

Abbildung 2: Freizeitnutzung auf einer Renaturierungsfläche in Konstanz

4. Schlussfolgerungen

Die bisherigen Uferrenaturierungsmaßnahmen am Bodensee werden von uns kritisch gesehen, da ihre Wirksamkeit im Sinne der ursprünglichen ökologischen Zielsetzung bisher nicht gezeigt werden konnte, und weil sie häufig zu einer erheblichen Ausweitung von menschlichen Freizeitnutzungen führen, anstatt die neu gestalteten Flächen für naturnahe Habitate und eigendynamische Entwicklungen bereit zu stellen. Gerade die semiaquatische Zone (MNW- bis MHW-Linie) ist aus naturschutzfachlicher Sicht von großem Interesse für die Ansiedlung von Gefäßpflanzen und für das Vorkommen von Laufkäfern und anderen Bodenarthropoden. Aus diesem Grund halten wir es für nicht statthaft, Uferrenaturierungen allein unter limnologischen bzw. gewässerschutzfachlichen Gesichtspunkten zu betrachten.

Die Biotoptypen und die Gefäßpflanzenflora sowie die Laufkäferfauna zeigen für bestimmte Renaturierungstypen (z. B. „Schilf" und „Kies, ungenutzt"), dass Renaturierungen eine ähnliche naturschutzfachliche Wertigkeit erreichen können wie z. B. natürliche Kiesufer. Die naturschutzfachliche Bedeutung kann bei zukünftigen Vorhaben

- durch eine nicht zu steile Reliefgestaltung,
- durch die Einbringung geeigneter Feinsubstrate,
- durch deutliche Reduzierung der Nutzungsintensität,
- durch die Zulassung einer eigendynamischen Entwicklung (Substrat, Relief), sowie
- durch die Anbindung der renaturierten Fläche an naturnahe Biotope im Hinterland

erheblich gesteigert werden. Darüber sollten die älteren Renaturierungen nicht vergessen werden, obschon hier die Möglichkeiten einer Neugestaltung begrenzt sind. Hier sollten nachträglich Managementpläne entwickelt und umgesetzt werden, die die noch verbliebenen Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten, vor allem aber die Möglichkeiten der Nutzerlenkung möglichst weitgehend ausschöpfen.

5. Empfehlungen

Aus den Ergebnissen unserer Untersuchungen leiten wir 29 Empfehlungen für die Durchführung künftiger Renaturierungsmaßnahmen ab, die sich auf

- die Veröffentlichung der wissenschaftlichen Grundlagen der bisherigen Maßnahmen,
- die konsequente Überarbeitung der bisherigen Uferrenaturierungskonzepte,
- die transparente und qualitativ verbesserte Planung und Dokumentation der Maßnahmen,
- die Erhöhung der Entscheidungsrelevanz der wissenschaftlichen Begleituntersuchungen,
- die Intensivierung der Öffentlichkeitsarbeit einschließlich des fachlichen Erfahrungsaustausches

beziehen.

Die Studie wurde finanziell gefördert durch Mittel der Europäischen Union (EFRE-Kofinanzierung im Rahmen des INTERREG-Programms ‚Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein'), durch Beiträge der Regierungspräsidien Freiburg u. Tübingen, des Wasserwirtschaftsamtes Kempten, des Instituts f. Umwelt u. Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg, des Amts für Raumentwicklung des Kt. St. Gallen und des Amts für Umwelt des Kt. Thurgau

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung....1
2 Untersuchungsgebiet....3
3 Uferverbau und Uferrenaturierung am Bodensee....4
4 Ziele, Untersuchungsplan, Methoden....13
4.1 Ziele....13
4.2 Untersuchungsplan....13
4.3 Methoden....17
5 Ergebnisse....27
5.1 Aktenauswertung....27
5.2 Gelände-Screening (Spätwinter 2007)....53
5.3 Biotoptypen und Vegetation....60
5.4 Laufkäfer-Fauna....74
5.5 Nutzungsscreening (Sommer 2007)....90
5.6 Nutzungsanalyse....103
6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen....117
7 Empfehlungen....129
7.1 Übersicht....129
7.2 Wissenschaftliche Grundlagen....130
7.3 Renaturierungskonzepte....131
7.4 Planung und Umsetzung von Renaturierungen....134
7.5 Ökologische Begleituntersuchungen....139
7.6 Öffentlichkeitsarbeit....141
8 Literatur....143
9 Glossar....148
Danksagungen

1 Einleitung

Seit Ende des 19. Jahrhunderts wurde das Bodenseeufer an vielen Stellen als Deponie für Aushubmaterial, Bauschutt und Hausmüll genutzt. Diese damals bequem erscheinende Art der Entsorgung hatte den Vorteil, Neuland für private Grundstücke, Verkehrsverbindungen, Industrieflächen, Uferpromenaden und andere öffentliche Freizeitanlagen zu schaffen. Seewärts wurden die Aufschüttungen häufig durch Ufermauern gesichert, um die baustatische Stabilität zu sichern und eine zusätzliche Verschmutzung des Sees zu unterbinden, der seit Ende der 1950er Jahre als Trinkwasserreservoir für den mittleren Neckarraum diente. Die letzten Mülldeponien am Bodenseeufer waren noch in den 1970er Jahren in Betrieb. Neben den flächenmäßig großen Aufschüttungen, die heute häufig als öffentlich zugängliche Uferpromenaden, Uferparks oder Strandbäder genutzt werden, wurden viele kleine Aufschüttungen von privaten Grundstückseigentümern durchgeführt, die dadurch eine Vergrößerung ihrer nutzbaren Grundstückfläche und einen bequemeren Zugang zum See suchten. Mit wachsender Bautätigkeit nahm auch der Verbau der Ufer zu, gleichzeitig wurde die Öffentlichkeit in zunehmendem Maße von der Freizeitnutzung am Ufer ausgeschlossen. Bereits 1961 versuchte die von Privaten gegründete ‚Internationale Arbeitsgemeinschaft Natur- und Landschaftsschutz Bodensee' auf „die drohenden Gefahren für die Bodenseelandschaft" aufmerksam zu machen (DREXLER 1980: 42). Eine Ende der 1970er Jahre durchgeführte Erhebung konnte am deutschen Bodenseeufer nur noch 14 % (bayerisches Ufer) bis 67 % (Untersee) natürliche Uferstrecken nachweisen (SIESSEGGER 1980).

Der beispiellose Bau-Boom, der am baden-württembergische Bodenseeufer in den Jahren zwischen 1970 und 1973 seinen Höhepunkt erreichte und erst durch die Rezession von 1974 verlangsamt wurde, mag der Bevölkerung und einigen Entscheidungsträgern vor Augen geführt haben, dass auch ein naturnah erhaltenes, aber auch ein der öffentliche Freizeitnutzung zur Verfügung stehendes Bodenseeufer wert ist, geschützt und erhalten zu werden. Parallel dazu hatte sich die Situation im Bereich der Gewässerreinhaltung verschärft, gekennzeichnet durch die Eutrophierung des Freiwassers und des Litorals (LANG 1973, 1981; SCHRÖDER 1981), durch ein seeweites Schilfsterben (OSTENDORP 1991) sowie durch eine zunehmend als Problem wahrgenommene Erosion naturnaher Ufer im östlichen Bodenseegebiet.

Der „Selbstreinigungskraft" des Litorals wurde eine große Bedeutung bei der Reinhaltung des Bodensees zugeschrieben (MELUF 1981), wohingegen die Uferaufschüttungen und -befestigungen die Litoralfläche und damit ihren Beitrag zum Gewässerschutz verminderten. Überdies wurden durch die Ufereinbauten die Sedimentations- und Erosionsvorgänge am Ufer nachteilig beeinflusst, kenntlich an den für jedermann sichtbaren Faulschlammablagerungen und an den Unterspülungen von Uferbäumen (SIESSEGGER 1980). Als Konsequenz wurde u. a. gefordert, den Bau weiterer Ufermauern zu unterbinden, Aufschüttungen nur noch im öffentlichen Interesse zuzulassen, Schilfbestände zu pflegen (Wintermahd) und Uferrenaturierungen in naturnaher Bauweise mit einem Flachufer und mit Röhricht- und Weidenpflanzungen durchzuführen (SIESSEGGER 1980). Bereits die MELUF-Studie sah am baden-württembergischen Ufer insgesamt 50 Maßnahmen auf einer Gesamtuferlänge von 22,4 km vor (MELUF BW 1981, s. auch RVBO 1984 u. RVHB 1984), von denen zwischenzeitlich viele Vorhaben realisiert wurden. Auch die anderen Anlieger-Länder bzw. -Kantone schlossen sich diesem Konzept an, das wenig später auch Eingang in die ‚Richtlinien zur Reinhaltung des Bodensees' fand (IGKB 1987; vgl. auch IGKB 2005).

Obschon die überragende Bedeutung naturnaher Seeufer für den Arten- und Biotopschutz außer Frage steht (z. B. OSTENDORP et al. 2005), haben sich der amtliche und der private Naturschutz kaum sichtbar an der konzeptionellen Arbeit beteiligt. Nach gegenwärtigem Stand gibt es seitens der Naturschutz-Akteure bestenfalls unscharfe Vorstellungen, ob und welchen Naturschutzzielen eine Renaturierungsmaßnahme dienen und wie ggf. eine solche Maßnahme baulich gestaltet werden sollte, damit sie diesen Zielen nützt. Offenbar genügte in der Vergangenheit schon allein die Deklaration als *Renaturierungs*maßnahme, um als Ausgleichsmaßnahme für verloren gegangene naturnahe Litoralzonen anerkannt zu werden.

Vor diesem Hintergrund ist diese Studie entstanden, in der wir die naturschutzfachliche Bedeutung der bisherigen Uferrenaturierungen am Bodensee herausarbeiten, um Leitlinien für eine Optimierung solcher Maßnahmen auch unter naturschutzfachlichen Gesichtspunkten zu entwickeln. Da entsprechende Grundlagen fehlen, setzt diese Arbeit bei der Auswertung der behördlichen Renaturierungsakten an, mit dem Ziel einer möglichst quantitativen Erfassung und topographischen Beschreibung der bislang durchgeführten Maßnahmen (Kap. 5.1). Die naturschutzfachliche Bedeutung wird anhand der Biotoptypen und der ihnen zuzuordnenden Vegetationseinheiten (Kap. 5.2 und 5.3), sowie anhand der Laufkäferfauna erläutert (Kap. 5.4). Da die Erholung in der freien Natur ebenfalls in den Themenbereich des Natur- und Landschaftsschutzes fällt, werden auch die (Freizeit-)Nutzungen auf den Renaturierungsflächen untersucht (Kap. 5.5 u. 5.6). Hier kommt es darauf an zu zeigen, inwieweit diese Nutzungen den Optionen des Arten- und Biotopschutzes entgegenstehen. Am Ende wird die Frage zu beantworten sein, welche konzeptionellen Konsequenzen daraus für eine stärkere Betonung naturschutzfachlicher Anliegen gezogen werden können (Kap. 7).

Diese Studie erfolgte unabhängig, aber doch in einem gewissen Kontext mit dem ‚Aktionsprogramm Bodensee 2004 bis 2009 – Schwerpunkt Ufer- und Flachwasserzone' der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB 2004). Die Arbeiten wurden begleitet von einer ‚Projektbegleitenden Arbeitsgruppe', an der außer dem Institut für Seenforschung der LUBW Vertreter und Vertreterinnen der Fachdienststellen des Naturschutzes und des Gewässerschutzes der umliegenden Länder und Kantone teilnahmen[1]. Wesentliche Teile dieser Studie wurde finanziell gefördert durch Mittel der Europäischen Union (EFRE-Kofinanzierung) im Rahmen des INTERREG-Programms ‚Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein' (Az. 21-55/IIIA/139), durch Beiträge der Regierungspräsidien Freiburg (Ref. 53 und Ref. 56) und Tübingen (Ref. 53.2 und Ref. 56), des Wasserwirtschaftsamtes Kempten, des Instituts für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg, des Amts für Raumentwicklung des Kantons St. Gallen und des Amts für Umwelt des Kantons Thurgau, sowie durch Mittel der Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) e.V. Allen sei an dieser Stelle für Ihren Beitrag gedankt. Wir bedanken uns auch bei den Mitgliedern der projektbegleitenden Arbeitsgruppe sowie bei einer Vielzahl von aktiven und ehemaligen Fachleuten in den Ämtern der Gemeinden und Landkreise sowie in den gebietsbetreuenden Naturschutzorganisationen für ihre wertvollen Anregungen und Hinweise sowie für ihre Geduld und Ausdauer beim Heraussuchen der Renaturierungsakten.

[1] an der PBAG haben teilgenommen: E. STEGMAIER (RP Freiburg, Ref. 56), B. SCHALL (RP Tübingen, Ref. 56), O. STENZEL (RP Freiburg, Ref. 51), K. KERSTING (RP Tübingen Ref. 53.2), F. BAUER und M. HUBER (WWA Kempten), L. WALSER (IUL Vorarlberg), A. BRÜLISAUER (Amt für Raumentwicklung, Kt. St. Gallen), H. EHMANN (Amt für Umwelt, Kt. Thurgau), H.G. SCHRÖDER, H. GÜDE und H. LÖFFLER (ISF der LUBW)

2 Untersuchungsgebiet

Der Betrachtungsraum dieser Studie umfasst das gesamte Bodensee-Ufer zwischen dem Ausfluss des Rheinsees an der Stiegener Enge gegenüber Eschenz-Stad und dem Alpenrhein-Delta zwischen Hard (AT) und Altenrhein (CH), nicht jedoch die vorgestreckte Neue Rhein-Mündung. In der Tabelle 2-1 sind einige Eckdaten zusammengestellt, wie sie in dieser Studie verwendet werden.

Tabelle 2-1: Topographische und hydrologische Basisdaten für den Bodensee.

	Bodensee (gesamt)	Untersee	Obersee	Quelle
Fläche (bei MMW)	529,12 km^2	60,94 km^2	468,18 km^2	(1)
Uferlänge (bei MMW)	328 km	113 km	215 km	(2)
MMW (1951–2007)		395,07 m ü. NN	395,25 m ü. NN	(3), (4)
MNW (1951–2007)		394,31 m ü. NN	394,50 m ü. NN	(3), (4)
MHW (1951–2007)		396,16 m ü. NN	396,38 m ü. NN	(3), (4)

Quellen: (1) Berechnung von M. Dienst, AGBU aufgrund der Tiefermessungsdaten des Bodensees; (2) berechnet anhand eines Shapes, das vom Institut für Seenforschung zur Verfügung gestellt wurde (erstellt auf Basis der ATKIS-Daten/Uferberandung); (3) geprüfte Pegeldaten des Pegels Konstanz der LUBW Karlsruhe; (4) geprüfte Pegeldaten des Pegels Berlingen des Bundesamtes für Umwelt, Bern (http://www.hydrodaten.admin.ch/d/)

Alle Höhenangaben sind auf Amsterdamer Null („neues System“, 0,00 m Pegel am Hafen Konstanz 391,894 m ü. NN) bezogen; hierzu wurden folgende Umrechnungen benutzt:

(a) Untersee (Pegel CH-Berlingen, Angaben in m ü. M. Marseille):

$$\text{m ü. NN}_{\text{Amsterdamer Null}} = \text{m ü.M.}_{\text{Marseille/Pierre du Niton}} - 0{,}328 \text{ m}$$

(b) Obersee :

Pegel Romanshorn: $\text{m ü. NN}_{\text{Amsterdamer Null}} = \text{m ü. M.}_{\text{Marseille/Pierre du Niton}} - 0{,}328 \text{ m}$

Pegel Bregenz: $\text{m ü. NN}_{\text{Amsterdamer Null}} = \text{m ü. M}_{\text{Adria/Triest}} - 0{,}25 \text{ m}$

“neues System” (Bereich Friedrichshafen) m ü. NN = “altes System” m ü. NN + 0,30 m

“neues System” (Bereich Konstanz) m ü. NN = “altes System” m ü. NN + 0,13 m

Die Bodensee-Wasserstände (W) unterliegen seit etwa 1930 einem signifikanten Trend (Tab. 2-2). In allen Fällen nehmen die Wasserstände ab, jedoch sind die Trends nur in zwei Fällen signifikant mit $P \leq 0{,}05$ (Details vgl. OSTENDORP et al. 2007).

Die Überschreitungswahrscheinlichkeiten der Niveaus zwischen 394,00 bis 397,50 m ü. NN sind in der Abbildung 2-1 dargestellt. Diese Abbildung kann u. a. dazu benutzt werden, die Überschwemmungswahrscheinlichkeit von bestimmten Niveaus (z. B. der Renaturierungsflächen) in Abhängigkeit von der Jahreszeit festzustellen.

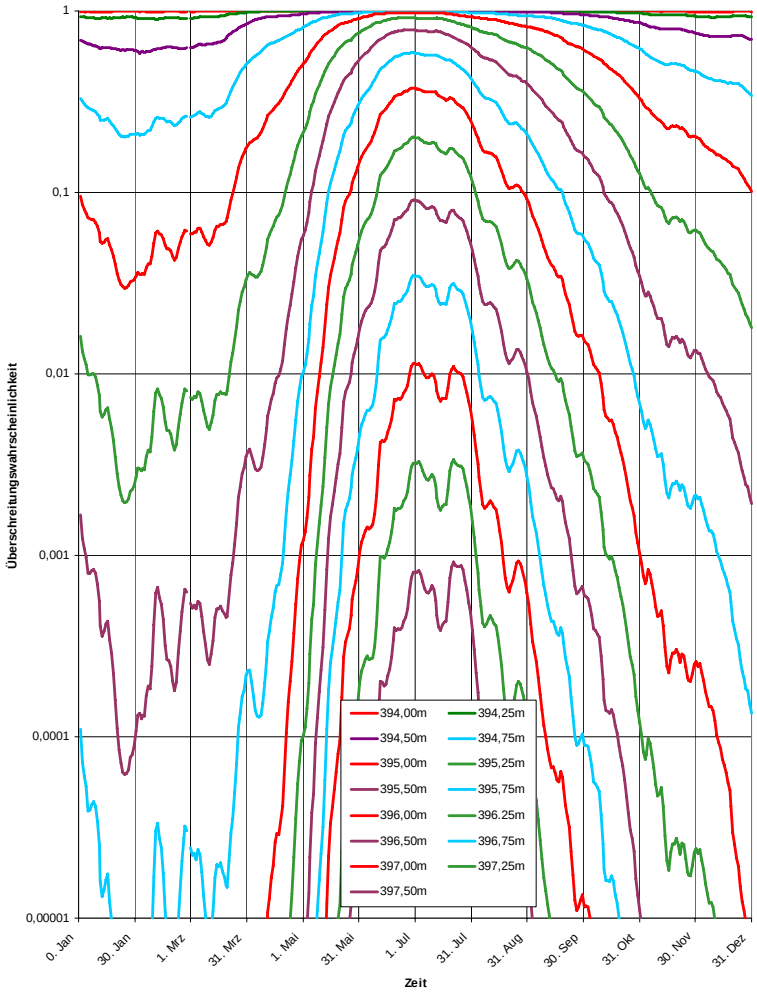
In der Tabelle 2-3 sind die entsprechenden mittleren Überschreitungshäufigkeiten in Tagen pro Jahr angegeben.

Tabelle 2-2: Trends der Hauptzahlen der Wasserstände im Untersee und Obersee (MW, NW, HW – jährlich mittlerer, niedrigster und höchster Wasserstand, Zeitraum 1951 – 2007; y – Jahr im o. g. Zeitraum; r^2 – Bestimmtheitsmaß; P – Irrtumswahrscheinlichkeit für den Korrelationskoeffizienten r, zweiseitiger Test).

	Untersee (Pegel Berlingen)	**Obersee (Pegel Konstanz Hafen)**
MW	W = -0,00311 y + 401,22 m ü. NN; r^2= 0,062 (n.s.)	W = -0,00351 y + 395,56 m ü. NN; r^2 = 0,0002 (n.s.)
NW	W = -0,00133 y + 396,94 m ü. NN; r^2 = 0,010 (n.s.)	W = -0,00015 y + 388,95m ü. NN; r^2 = 0,117 (P <0,01)
HW	W = -0,00695 y + 409,90 m ü. NN; r^2 = 0,070 (P < 0,05)	W = -0,00715 y + 398,94 m ü. NN; r^2 = 0,002 (n.s.)

Tabelle 2-3: Mittlere Überschreitungshäufigkeiten (Tage pro Jahr) der angegebenen Niveaus am Bodensee-Untersee (Pegel Berlingen) und am Bodensee-Obersee (Pegel Konstanz); Mittelwerte für den Zeitraum 1951 bis 2007, ohne Berücksichtigung des Pegeltrends.

Niveau (m ü. NN)	**Untersee (Tage/Jahr)**	**Obersee (Tage/Jahr)**
394,00	364,1	364,9
394,25	354,0	363,3
394,50	312,9	346,9
394,75	241,5	292,3
395,00	172,5	217,7
395,25	120,4	157,8
395,50	80,2	114,2
395,75	48,7	78,4
396,00	26,0	48,5
396,25	12,0	26,0
396,50	4,8	11,8
396,75	1,7	4,6
397,00	0,5	1,5
397,25	0,1	0,4
397,50	0,0	0,1



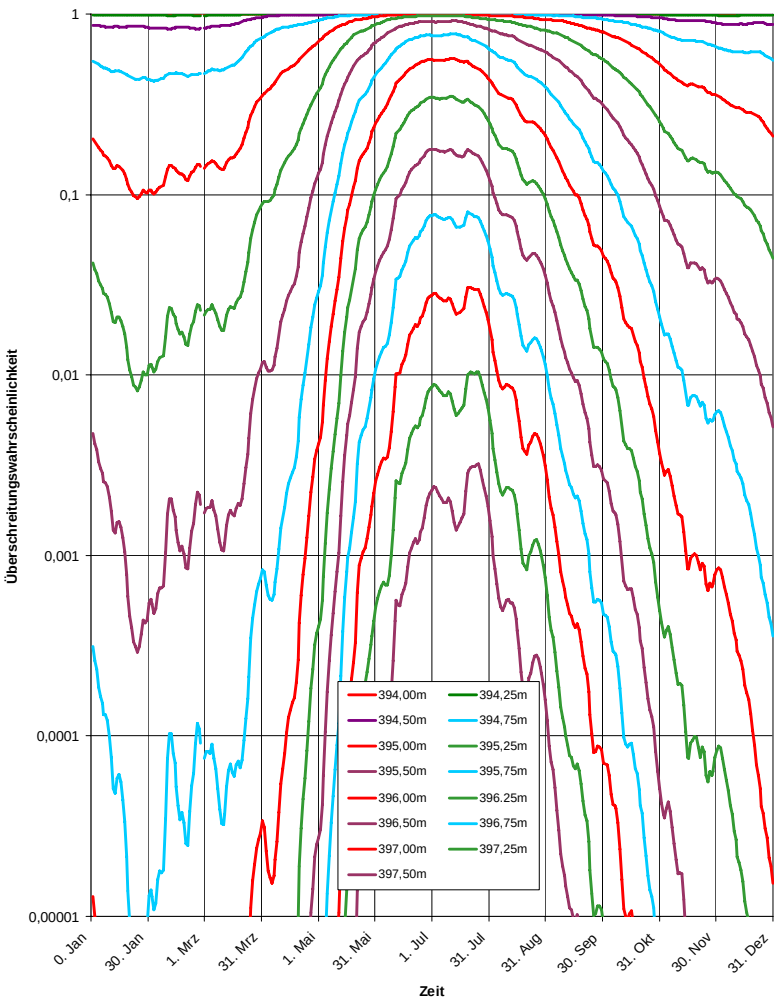


Abbildung 2-1: Überschreitungswerte der Niveaus 394,00 bis 397,50 m ü. NN am Untersee (Pegel Berlingen) (links) und am Obersee (Pegel Konstanz) (rechts). Die Überschreitungswahrscheinlichkeiten wurden anhand der log-normalverteilten Tageswerte für den Zeitraum 1951 bis 2007 berechnet. Wasserstandstrends wurden nicht berücksichtigt. Lesebeispiele (Obersee): (a) Ein Punkt auf einer Renaturierungsfläche hat die Höhe von 395,50 m ü. NN; mit welcher Wahrscheinlichkeit (Jährlichkeit) wird dieser Punkt am 25. April eines Jahres überschwemmt? Ergebnis: mit einer ungefähren Wahrscheinlichkeit von 0,1, d.h. mit einer Jährlichkeit von 1 in 10 Jahren. (b) Welches Niveau eines Punktes sollte nicht überschritten werden, damit dieser Punkt mindestens 90 Tage im Jahr mit einer minimalen Wahrscheinlichkeit von 0,1, d. h. mindestens in einem von 10 Jahren, überschwemmt wird? Ergebnis: ca. 396,25 m ü. NN.

3 Uferverbau und Uferrenaturierung am Bodensee

Aufgrund der Siedlungsverdichtungen in den Ufergemeinden kam es am Bodensee schon früh zu Uferaufschüttungen, über deren Gesamtfläche jedoch keine verlässlichen Zahlen vorliegen. Erste umfangreiche Aufschüttungen und Uferbefestigungen in den städtischen Zentren sind bereits für das Hochmittelalter belegt, beispielsweise in den Handwerkervierteln am Konstanzer Hafen. In den dörflichen Siedlungen dürfte der sommerliche Hochwasserstand des Sees ursprünglich bis an die erste Häuserzeile herangereicht haben, während er heute weitab im Vorland verläuft. Mit zunehmender touristischer Entwicklung ging man ab etwa 1865 auch im kleinstädtischen Bereich dazu über, Uferbereiche aufzuschütten und zu befestigen, um Uferpromenaden und Kuranlagen zu bauen (TRAPP 2002: 65). Seit den 1930er Jahren bis in die Mitte der 1970er Jahre hinein wurde das Bodensee-Ufer als Deponie für Bauschutt und Hausmüll genutzt (DIENST & OSTENDORP 2007). Diese damals bequem erscheinende Art der Entsorgung hatte den Vorteil, Neuland für private Grundstücke, Verkehrsverbindungen, Industrieflächen, Uferpromenaden und andere öffentliche Freizeitanlagen zu schaffen. Seewärts wurden die Aufschüttungen häufig durch Ufermauern gesichert, um die baustatische Stabilität zu sichern und eine zusätzliche Verschmutzung des Sees zu unterbinden.

Heute ist das Seeufer zu rund 70% mit Mauern und befestigten Böschungen verbaut. Nach SIESSEGGER (1980) waren um 1979 am deutschen Obersee-Ufer etwa 54 % der Uferlinie „stärkeren und starken Verbauungen“ ausgesetzt, 1999/2000 waren es gut 50 %, die „mäßig“, „stark“ oder „sehr stark“ durch Ufermauern und Steinschüttungen verbaut waren (TEIBER 2003). Diese Uferbauwerke werden von den Autoren maßgeblich für die Ufererosion im Vorland, aber auch an windabwärts gelegenen unbefestigten und naturnahen Uferabschnitten verantwortlich gemacht. Bei der Nutzung der Aufschüttungsflächen überwiegen Wohnbebauungen inkl. zugehöriger Privatflächen sowie Schiffahrtsanlagen, während Strandbäder u. a. Sportanlagen flächenmäßig zurücktreten (TEIBER 2003).

Als Reaktion auf die zunehmende Privatisierung und Überbauung des Seeufers wurden vor allem am westlichen Bodensee große Uferabschnitte unter Naturschutz gestellt, so dass beispielsweise der Landkreis Konstanz heute mit einem NSG-Flächenanteil von 5,0 % der Kreisfläche eine Spitzenposition in Baden-Württemberg (2,11 % der Landesfläche) einnimmt (LFU 2000). Insgesamt liegen am Bodensee-Ufer 29 Naturschutzgebiete mit einer Gesamtfläche von 53,64 km^2.

Seit den 1970er Jahren konkurrierten die intensive Nutzung sowie die Aufschüttungen und Verbauungen insbesondere des baden-württembergischen Bodenseeufers mit dem Anspruch, den Bodensee als Trinkwasserreservoir für die Versorgung des Mittleren Neckarraums nutzen zu können. Für das MELUF BW stand fest, dass „zwischen der Ausdehnung der Flachwasserzone und ihrer Fähigkeit, organische Substanzen abzubauen, ein unmittelbarer Zusammenhang“ besteht. Bauliche Eingriffe in die Flachwasserzone „bewirken grundlegende Veränderungsvorgänge“, d.h. die Flachwasserzone wird „in einen Zustand des Ungleichgewichts überführt und damit beeinträchtigt oder gestört“ (MELUF 1981: 18).

Eingriffe in die Uferzone, nämlich durch Anlagen für die Schifffahrt (Häfen, Steganlagen, Bojenfelder), Uferauffüllungen, Uferverbau mit toten Materialien, aber auch durch Maßnahmen zur Verbesserung der Zugänglichkeit des Bodenseeufers für die Öffentlichkeit (Badeanlagen, Uferpromenaden), die

nach § 45, Abs. 2 u. 3 NatSchG BW grundsätzlich geboten sind, führen demnach auf zweierlei Weise zu einer Beeinträchtigung der Selbstreinigungskraft: erstens, indem sie die Fläche der Flachwasserzone verringern, zweitens, indem sie auf der verbliebenen Fläche eine Veränderung des Wellenklimas, der Uferströmungen und der Feststoffbilanz (Erosion, Akkumulation) hervorrufen (Abb. 3-1). Es kommt an der Uferböschung, aber auch auf der Brandungsplattform zu einer Erosion, wobei das erodierte Material teils in das Seebecken gelangt, teils mit der Uferlängsströmung verfrachtet wird und in anderen Uferabschnitten zu einer Verschlammung führt (MELUF 1981: 22, 23). Beides hat, so die Vorstellung der Autoren, unmittelbaren Einfluss auf die Wasserqualität: „Wo die FWZ [Flachwasserzone, Anm. d. Verf.] durch Eingriffe in ihrer Funktion stark beeinträchtigt ist, werden alle Prozesse ausgelöst oder gesteigert, die für die Eutrophierung des Bodensees ausschlaggebend sind." (RVHB 1984: 2).

Abbildung 3-1:

Als Information zur Renaturierungsmaßnahme am Schlößle in Hornstaad (KN-GA-HS) erfährt der Besucher, dass durch die Vorschüttung die Selbstreinigungskraft des Ufers gestärkt wurde. Dass es sich überwiegend um eine großzügig angelegte Sicherung einer natürlichen Kliffkante weitab von Mauern und Uferverbauungen handelt, bei der im Rahmen einer Ausgleichsmaßnahme Baggergut aus der nahe gelegenen Steganlage verbracht wurde, und dass die Stützmauer des aufgeschütteten Biergartens beim Restaurants Schlößle auch heute noch nicht renaturiert ist, erfährt er dagegen nicht.

Bis 1981, dem Veröffentlichungsjahr der MELUF-Studie, waren für den Bodensee lediglich zwei Publikationen über Strömungen bzw. Nährstofffreisetzung aus Litoralsedimenten erschienen (SIESSEGGER 1968; 1970). Erst 1991 wurde nach einigen Vorarbeiten (DITTRICH & WESTRICH 1988) von der Wasserwirtschaftsverwaltung BW eine Studie in Auftrag gegeben, die dazu bestimmt war, Wellen im Tiefwasser zu messen, um daraus das Wellenverhalten im Flachwasser zu modellieren (PIROTH & PLATE 1993). Seit Mitte der 1990er Jahre liegen interne Abschlussberichte vor. Soweit in Erfahrung zu bringen war, wurden die Ergebnisse nicht veröffentlicht. Weiterhin gibt es eine kleinere Untersuchung über den Feststofftransport in der Umgebung von Hafenmauern, die aber ebenfalls nur als interner Bericht vorliegt.

An der Tatsache, dass uferparallele Uferbefestigungen, z.B. Ufermauern, ebenso wie ufersenkrechte Strömungshindernisse (Molen, Hafenanlagen u. a.) den Sedimenttransport in der Uferzone beeinflussen können, besteht nach zahlreichen Untersuchungen im marinen Bereich und an großen Seen kein Zweifel (z. B. CARTER 1988, BIRD 1996, KRAUS & MCDOUGAL 1996). Andererseits gehören Ufererosionsprozesse zur natürlichen Uferdynamik (PILKEY & WRIGHT 1988) und sind nicht *per se* negativ zu bewerten (Abb. 3-2). Ihre Bedeutung bekommen sie erst vor dem Hintergrund intensiver menschlicher Nutzungsansprüche, indem Nutzer und Grundeigentümer ihren Besitzstand gefährdet sehen und ihr Eigentum durch Uferbefestigungen gegen die natürlicherweise ablaufenden Prozesse zu

verteidigen versuchen. Grundsätzlich könnte es auch in benachbarten, ungeschützten Uferabschnitten zu einer verstärkten Erosionstätigkeit kommen, die dann ebenfalls den Wunsch nach Uferbefestigung nach sich zieht.

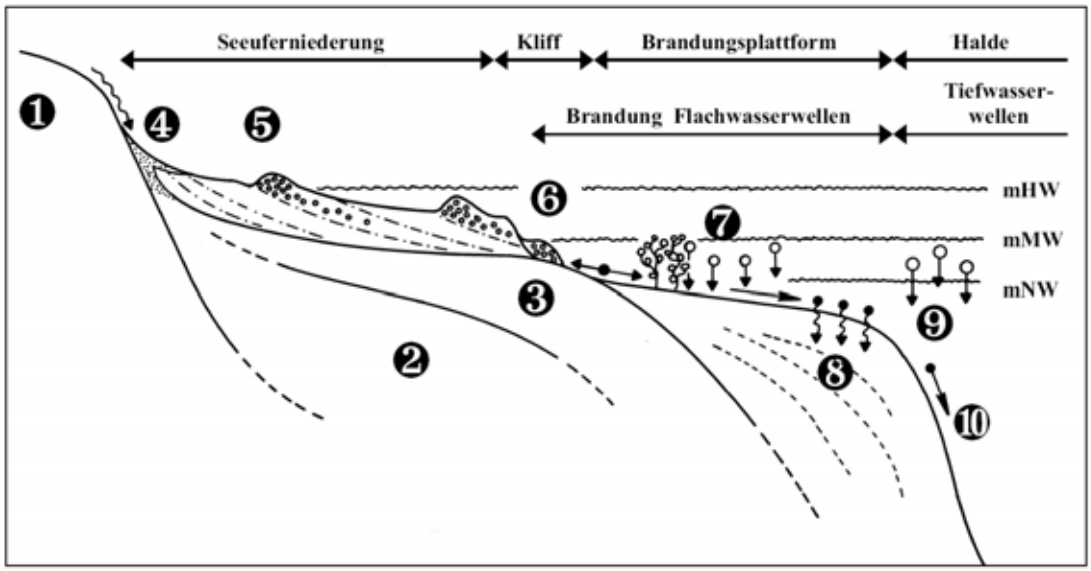


Abbildung 3-2: Ufermorphologie und morphodynamische Prozesse am Bodenseeufer (schematisch, aus OSTENDORP 2004): 1 – spät-hochglazialer Geschiebehang, 2 – hochglaziale Beckentone, 3 – spätglaziale Beckentone, mit schmaler Brandungsplattform, 4 – Hangfußsedimente, erzeugt durch Flächen- und Rinnenerosion sowie durch Rutschungen, 5 – holozäner (Schnegglikies-)Strandwall mit vorgelagerten Strandsedimenten, 6 – rezentes Kliff mit Spülsaumbildung, 7 – submerse Laichkraut- und Armleuchteralgenrasen mit biogener Carbonatfällung, 8 – zur Halde hin gerichtete partikelbefrachtete Bodenströmung, grobe Partikel kommen im seichten Wasser zur Ablagerung, feine Partikel erst im Bereich der Haldenoberkante in etwa 3 – 4 m Tiefe unter mMW, 9 – pelagiale Carbonatfällung, hervogerufen durch die Photosynthese von Planktonalgen, 10 – beckenwärts gerichtete Rip-Strömung, teils mit Schwebstoffen befrachtet; dargestellt sind außerdem die typischen ufermorphologischen Einheiten sowie die Wellen im Tiefwasser, im Flachwasser und in der Brandungszone; mHW, mMW, mNW – langjährig mittleres Hoch-, Mittel- und Niedrigwasser.

Die eingangs dargestellte Sichtweise hat bis heute die Uferschutzbemühungen am Bodensee in einer Weise dominiert, dass anderen möglichen Ursachenkomplexen (Eutrophierung und Intensität der litoralen Seekreide-Sedimentation, Seespiegeltrends, Seespiegelveränderungen durch Speicherbewirtschaftung im Alpenraum, Klimawandel, Erdkrustenbewegungen, u. a.) nicht eigens nachgegangen wurde. Nach derzeitigem Wissensstand sind weder der Umfang, die Ursachen, der zeitliche Ablauf noch die räumliche Verteilung der Ufererosion am Bodensee belegt.

Der Problemdarstellung und der Ursachenanalyse des MELUF BW folgend, entwickelten die Gemeinsame Raumordnungskommission und die Internationale Bodenseekonferenz (IBK) in ihren Leitbildern, vor allem aber die Regionalverbände in ihren Bodenseeuferplänen, sowie später das UVM BW im „Umweltprogramm Bodensee-Raum“ (UVM BW 1995) Maßnahmenpakete, die – grob gesagt – folgenden Zielsetzungen entsprachen:

- Verhinderung einer weiteren nutzungsbedingten Verschlechterung im landseitigen Uferbereich,
- Rücknahme der Nutzungsintensität in der Uferzone mit dem Ziel einer Verringerung der Flächeninanspruchnahme,
- Verbesserung der ökologischen Situation durch Renaturierungsmaßnahmen, und damit eine Stärkung der Selbstreinigungskraft.

Einzelne Maßnahmen, u. a. die Renaturierung beeinträchtigter Uferabschnitte durch Lebendverbau mit Röhricht und standortgerechten Sträuchern und Bäumen in Verbindung mit Kies, Sand und Geröllen (Wacken), wurden in den Bodenseeuferplänen (RVBO 1984; RVHB 1984; auch REGIERUNG VON SCHWABEN 1984) raumordnerisch dargestellt. Um einen einheitlichen Handlungsrahmen herzustellen, sollten grenzüberschreitend gemeinsame Planungsgrundlagen und Grundsätze bei der Ausweisung von Schutz- und Schongebieten für den Flachwasserschutz und die angrenzende Landseite entwickelt werden (GROK 1982: 17), was jedoch bis heute nicht erfolgt ist.

Im Aktionsprogramm der IGKB (2004) werden einige Entwicklungsziele im Sinne eines Nachhaltigkeitsgedankens quantifiziert: „Ziel ... muss es sein, ... einen ökologisch stabilen, naturnahen Bodensee für künftige Generationen zu erhalten." Beispielsweise soll der Grad der Uferverbauung von jetzt rd. 60% auf 35 bis 40 % der Uferlänge reduziert werden, der Raumverbrauch für Liegeplätze und Häfen sowie für Campingplätze und andere Freizeitanlagen soll halbiert werden.

Diese Zielsetzungen sind auch vor dem Hintergrund der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zu sehen, deren globales Umweltziel, der „gute" ökologische und chemische Zustand der Gewässer, bis 2015 erreicht werden soll. Die WRRL und der Leitfaden CIS-Wetlands WG (2003) unterstreichen, dass auch die Ufer, in diesem Fall das Bodenseeufer der Beitrittsstaaten DE und AT, Teil des Wasserkörpers sind und bei der Analyse des Risikos, den geforderten „guten" Zustand nicht zu erreichen, berücksichtigt werden müssen (Übersicht: OSTENDORP 2006). Die LAWA-Arbeitsanleitung präzisiert den Ansatz dahingehend, dass bei einem See mit „sehr guten" ökologischen Zustand des Freiwassers mindestens 30% der Uferstrecke in einem gewässertypischen Zustand sein müssen, im „guten" Freiwasser-Zustand mindestens 50 % und im „mäßigen" Zustand mindestens 70 % (LAWA 2003: Teil 4, Anhang 4, Ziff. 4.2.2). Die Freiwasserkörper sowohl des Untersees als auch des Obersees erreichten nach der Risiko-Analyse (KOORDINATIONSGRUPPE IM BEARBEITUNGSGEBIET ALPENRHEIN/BODENSEE 2005) den „guten" ökologischen Zustand. Nach der Kartierung von TEIBER (2003) wies der (deutsche) Untersee rd. 76 % naturnahe Ufer auf (Kategorien 1 bis 3 n. TEIBER 2003), so dass der ökologische Zustand des Freiwassers dem der Uferzone entsprach. Ähnliches galt am Vorarlberger Oberseeufer (55 %). Am baden-württembergischen und bayerischen Obersee-Ufer hingegen lagen die Zahlen bei 49 % bzw. 20 %. Damit hätte gemäß der LAWA-Regelung der Zustand der Uferzone die Risiko-Einschätzung für den gesamten Obersee verschlechtert. Die zuständigen Behörden Baden-Württembergs und Bayerns beschlossen daraufhin, am deutschen Obersee-Ufer die Uferzone als eigenen Wasserkörper auszuweisen, um im Hinblick auf die von der WRRL geforderten Maßnahmenprogramme gezielt die Defizite in der Uferzone angehen zu können. Die Schweizer Kantone Thurgau und St. Gallen schlossen sich dieser Vorgehensweise insofern an, als dass sie zwar einen getrennten Uferwasserkörper auswiesen, diesen aber keiner Bewertung unterzogen. Nach aktuellem Stand besteht der gesamte Untersee nur aus *einem* Wasserkörper, der das Pelagial und das Litoral umfasst, während der Obersee in den deutschen Berichten nach Art. 5 WRRL in einen Pelagial- *und* einen Litoralwasserkörper eingeteilt wird, wohingegen im österreichischen Bericht der Obersee nur aus *einem* Wasserkörper besteht. Die Schweiz ist nicht an die europäische Gesetzgebung gebunden, hat sich aber dem System der *zwei* Wasserkörper angeschlossen, allerdings nur für den

Obersee (KOORDINATIONSGRUPPE IM BEARBEITUNGSGEBIET ALPENRHEIN/BODENSEE 2005). Diese etwas verwirrende Konstruktion soll dafür sorgen, dass gegenüber den politischen Akteuren und der interessierten Öffentlichkeit gezielt auf die Defizite in der Uferzone hingewiesen werden kann, während im Freiwasserbereich der Handlungsdruck deutlich geringer ist. Konkret bedeutet dies, dass der Wasserkörper „deutsches Oberseeufer" nur durch *Uferrenaturierungen* in einen Zustand zu bringen ist, der dem guten ökologischen Zustand des Freiwassers entspricht. Für die Schweiz als Nicht-EU-Land besteht diese Anforderung nicht.

Ergänzend sei jedoch darauf verwiesen, dass die Risiko-Einschätzung n. Art. 5 WRRL nur vorläufig ist und dem Ziel dient, die etwaige Notwendigkeit eines Monitorings n. Art. 8 WRRL zu begründen. Inzwischen wurde am Bodensee bereits mit dem Monitoring begonnen. Für die Bewertung der von der WRRL nicht zwingend vorgesehenen strukturellen Belastung der Uferzone wurde von der IGKB ein Kartierungsverfahren entwickelt, das auch am Schweizer Ufer angewandt wurde (TEIBER 2005), und dessen Ergebnisse inzwischen publiziert sind (IGKB 2006). Für die trophische Bewertung in der Uferzone steht das PHYLIB-Verfahren zur Verfügung, das derzeit am See eingesetzt wird; Ergebnisse liegen allerdings noch nicht vor. Sollte sich nach Auswertung des Monitoring erweisen, dass sich der Freiwasserkörper im „sehr guten" Zustand befindet, dürften sich nach dem LAWA-Schema sogar 70 % des Ufers in einem nicht naturnahen Zustand befinden. Da dies gegenwärtig in allen EU-Anliegerländern der Fall ist, bestünde dann keine Notwendigkeit mehr, zwei getrennte Wasserkörper zu unterscheiden, und damit entfiele auch die Notwendigkeit, den litoralen Wasserkörper durch Uferrenaturierung zu verbessern. Im Gegensatz dazu verlangt aber die WRRL, dass im „sehr guten" Zustand „Struktur und Bedingungen des Uferbereichs vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse [entsprechen]" müssen (WRRL, Anhang V 1.2.2). Um dieser Voraussetzung genügen zu können, müssten in ganz erheblichem Umfang Renaturierungen durchgeführt werden.

Bereits die Studie des MELUF (1981) und die deutschen Bodenseeuferpläne sahen die Renaturierung von Flachwasserzonen vor, die „durch bauliche Anlagen oder sonstige Eingriffe beeinträchtigt sind und in denen die Wiederherstellung oder Verbesserung der ökologischen Funktionen möglich und vertretbar ist" (IBK 1995: 25). Durch die Renaturierung sollte ein „standortgerechter, naturnaher und ökologisch leistungsfähiger Zustand angestrebt werden" (GROK 1982: 15). Die IGKB verstand darunter die „Unterstützung der Funktion der Flachwasserzone, Verbesserung der örtlichen Strömungsverhältnisse und Angleichung unterschiedlicher Uferabschnitte, Abflachung steiler Ufer, Beseitigung störender baulicher Anlagen" (IGKB 1987: 26), während für den Naturschutz die „Sanierung der Röhrichtbestände, die Erweiterung des Biotopverbundes oder Vergrößerung der biologisch besonders aktiven Ufer- und Flachwasserzone" von Bedeutung war (LFU BW 2001: 42). Sofern für den See nachteilige Eingriffe in die Flachwasserzone genehmigt werden, ist eine Ausgleichsmaßnahme vorzusehen, und als solche kommt in erster Linie die Renaturierung geschädigter Uferabschnitte in Frage (IGKB 1987: 26, IGKB 2005: 25).

In den IGKB-Richtlinien ist auch eine grobe Umschreibung der Gestaltung von Renaturierungen enthalten; es sollen „weitestgehend naturnahe Bauweisen" zur Anwendung kommen, worunter nicht nur die Ufersicherung durch Lebendverbau, sondern auch die Sicherung durch eine Schüttung mit Wacken und Flussbausteinen zu verstehen ist (IGKB 1987: 27; Anm.: in IGKB 2005: 26 ist diese Formulierung nicht mehr enthalten). Das wasserbauliche Konzept wurde bereits um 1980 am Institut für Seenforschung Langenargen durch B. SIESSEGGER entwickelt und zusammen mit der Wasserwirtschaft anhand der realisierten Maßnahmen laufend verbessert. Das Konzept „geht nicht auf ingenieurmäßige und statische Berechnungen zurück, sondern ist empirisch und wurde von natürlichen Standorten mit

ausgeglichenen und stabilen Verhältnissen abgeleitet“ (SIESSEGGER & TEIBER 2001: 8). Entsprechend den Auffassungen, die bereits im MELUF-Papier vertreten wurden, bestanden die unmittelbaren Ziele darin, (i) einen Ausgleich für die – mutmaßlich anthropogen verursachte – Ufererosion zu schaffen, und (ii) durch wasserbaulich stabile Einbauten eine erneute Ufererosion zu verhindern. Die sog. „wasserbauliche Grundvariante“, oder kurzerhand „Erfolgsmodell“ genannt (SIESSEGGER & TEIBER 2001), besteht aus einem seeseitigen Wackendamm mit 60/200 mm-Material im Gefälle etwa 1:5 und einer landwärtigen Feinmaterialauffüllung im Gefälle 1:12 bis 1:30 bis zum Anschluss an die Kliff-Oberkante bzw. an die Mauerkrone (Abb. 3-3).

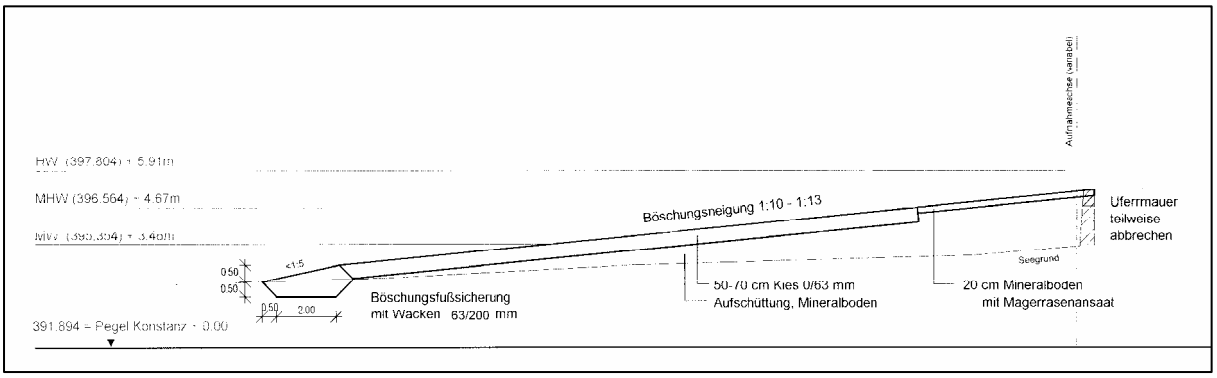


Abbildung 3-3: Typisches Renaturierungsprofil mit Vorschüttung und Abdeckung einer Ufermauer (am Beispiel der Maßnahme in Überlingen-Nußdorf, FN-UE-NU).

In einigen Fällen wurde das Feinmaterial mit Schilf bepflanzt, um für eine rasche Stabilisierung der Sedimentoberfläche zu sorgen (SCHÖLLHORN 1993). An steilscharigen oder wellenexponierten Uferabschnitten mit hoher Kliffkante wurde auf die Einbringung von Feinmaterial verzichtet, so dass sich der Wackendamm bis zur anschließenden Geländeoberkante hinzog („Seehag-Sanierung“). Dadurch sollte eine Verbesserung der ökologischen Situation erreicht werden, nämlich günstige Möglichkeiten zur Entwicklung von Wasserpflanzen und Bodenorganismen, Regeneration der Fischfauna, Entwick-

Abbildung 3-4:

Renaturierung westlich des Landungsstegs in Immenstaad (FN-IM-WA): „das Seeufer wird für alle viel attraktiver“ (14.08.2007, Foto W. Ostendorp).

lung einer typischen Ufervegetation sowie die Wiedergewinnung der Selbstreinigungsfunktion der Flachwasserzone. Außerdem wurde auf eine freundlichere Gestaltung des Landschaftsbildes Wert gelegt, wobei Kinder gefahrlos am Strand spielen können, die Badenden ohne Hindernis ins Wasser gelangen und die Anlieger an nutzbarer Seeuferfläche gewinnen, kurzum „das Seeufer wird für alle viel attraktiver“ (SIESSEGGER & TEIBER 2001: 9) (Abb. 3-4).

Die MELUF-Studie sah insgesamt 50 Maßnahmen auf einer Gesamtuferlänge (nur Baden-Württemberg) von 22,4 km vor. Vier dieser Maßnahmen lagen in der allgemeinen Flachwasserzone, 23 in der FW-Schutzzone II, die restlichen in der strenger geschützten FW-Schutzzone I. Renaturierungsmaßnahmen wurden oft mit anderen Maßnahmen gekoppelt, z. B. der Beseitigung von Hafenschlämmen, der Verlegung von Versorgungsleitungen oder mit dem Bau von Uferwegen. Die Kosten werden mit 200–800 € pro Laufmeter angegeben (SIESSEGGER & TEIBER 1999: 15, SIEGER, mdl. Mitt.)

4 Ziele, Untersuchungsplan, Methoden

4.1 Ziele

Das übergreifende Ziel dieser Studie war eine kritische Analyse der bisher am Bodensee durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen im Hinblick auf ihre naturschutzfachliche Bedeutung, um daraus Hinweise für Optimierungen zu gewinnen. Als Indikatoren der naturschutzfachlichen Bedeutung dienten Biotoptypen, Vegetation und Laufkäferfauna. Weiterhin wurden die wasserbauliche Gestaltung bzw. das Relief, das Substrat und die menschlichen Nutzungen als wesentliche Faktoren zur Beurteilung herangezogen. Da keine geeigneten Vorstudien existierten, mussten wir die Arbeiten mit einer eingehenden Aufnahme und Analyse der Renaturierungsakten (Kap. 4.3.1) und einer überblicksweisen Gelände-Erfassung der bis dahin identifizierten Renaturierungsflächen (Kap. 4.3.3) beginnen. Vor diesem Hintergrund wurden 18 Renaturierungsflächen und 9 naturnahe Referenzflächen ausgewählt (Kap. 4.2), um auf ihnen detailliert Relief und andere wasserbauliche Merkmale Kap. 4.3.2), Biotoptypen, Flora und Vegetation (Kap. 4.3.4), sowie Laufkäferfauna (Kap. 4.3.5) und Nutzung (Kap. 4.3.6) zu untersuchen. Die Ergebnisse werden in den Kap. 5.1 bis 5.6 dargestellt und in Kap. 6 zusammenfassend diskutiert. Das Kap. 7 enthält daraus abgeleitet unsere Empfehlungen.

4.2 Untersuchungsplan

Der Untersuchungsplan dieser Studie umfasste zwei Stufen:

Stufe 1: Identifizierung möglichst aller Renaturierungsmaßnahmen, Analyse der Renaturierungsakten sowie Geländebegehung (Spätwinter und Spätsommer 2007) möglichst aller Renaturierungsflächen; daraus Entwicklung des Untersuchungsplans der Stufe 2.

Stufe 2: Auswahl und intensive Untersuchung von 18 Renaturierungsflächen sowie 9 Referenzflächen nach einem zweifaktoriellen Untersuchungsplan mit „Renaturierungstyp“ und „Nutzungsintensität“ als Faktoren im Sommer 2007 (Abb. 4-1).

Als Renaturierungstypen wurden die häufig auftretenden Typen „Strandbad“, „Schilf“, „Geröll“ und „Kies“ ausgewählt. Der Typ „Strandbad“ trat aus nahe liegenden Gründen nur in der Variante „genutzt“ auf, während beim Typ „Schilf“ nur „ungenutzte“ Flächen angetroffen wurden. Bei den Typen „Geröll“ und „Kies“ wurden sowohl „genutzte“ als auch „ungenutzte“ Flächen ausgewählt (Abb. 4-1). Die Typisierung erfolgte anhand der Geländebegehung im Spätwinter 2007. Als Referenzflächen dienten sechs Flächen vom Typ „Kies“ und drei Flächen vom Typ „Schilf“, von denen zwei „Kies“-

Flächen stark genutzt und die anderen „Kies“- und die „Schilf“-Flächen wenig genutzt oder ungenutzt waren (Tab. 4-1).

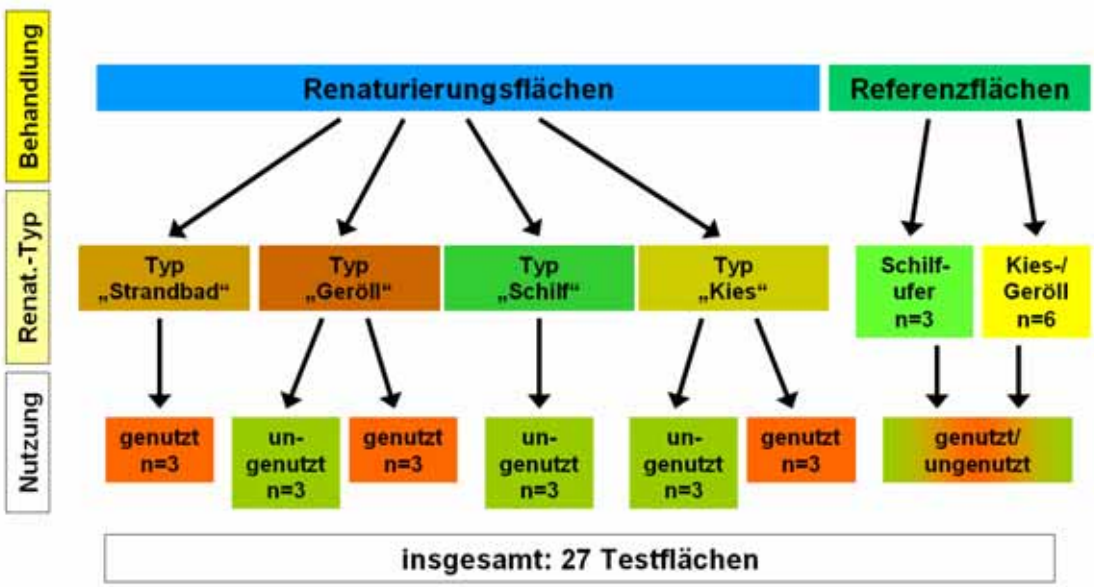


Abbildung 4-1: Untersuchungsplan und Stichprobenumfang der zugehörigen Gruppen. Die mit den Arbeitsbegriffen (a) „Geröll“ und (b) „Kies“ belegten Gruppen bezeichnen a) relativ steile Vorschüttungen mit einem hohen Anteil an groben Geröllen, die nur eine schüttere Vegetationsdecke tragen bzw. b) relativ sanft geneigte Schüttungen aus feineren Geröllen, Kiesen und groben Sanden (Mehrkorngemische) mit einer dichteren Vegetationsdecke aus Schilf (*Phragmites australis*) und anderen Röhricht- und Uferpflanzen. Der Typ „Schilf“ bezeichnet Renaturierungsvarianten aus überwiegend kiesig-sandigem Deckmaterial, die zwischenzeitlich fast vollständig mit Schilf überwachsen sind. Die Nutzungsintensität wurde mit den Arbeitsbegriffen „genutzt“ und „ungenutzt“ belegt, die eine sehr intensive bzw. eine höchstens extensive Nutzung bezeichnen.

Abbildung 4-2: Renaturierung vom Typ „Strandbad“, hier Strandbad Mettnau in Radolfzell (KN-RZ-MS); links: Blick vom mittleren Abschnitt in den östlichen Abschnitt, rechts: typische Korngröße der Strandfläche (07.09.2007, Foto: W. Ostendorp).

Der Typ „Strandbad“ beinhaltet flachscharige Aufschüttungen aus feinem bis mittelgrobem Kies („Rollkies“) und zumeist ohne Bepflanzung, die landwärts von Liegewiesen, Gebüschgruppen und Gebäuden begleitet werden. In der Saison spielt sich dort der für Strandbäder typische Freizeitbetrieb ab, wobei die eigentliche Aufschüttungsfläche intensiv begangen wird (Abb. 4-2).

Tabelle 4-1: Übersicht der detailliert untersuchten Renaturierungs- und Referenzflächen; weitere Erläuterungen zu den Renaturierungsflächen s. Tabelle 5-1; Untersuchungsprogramm: B – Biotoptypen, V – Vegetationsaufnahmen, L – Laufkäfer, N - Nutzungsanalyse

	Renaturierungsfläche		**Referenzfläche**
Typ / Nutzung	**genutzt**	**nicht genutzt**	**genutzt + nicht genutzt**
„Strandbad“	KN-RZ-MS (B,V,L) FN-HA-SB (B,V,L) FN-IM-SB (B,V,L)		
„Geröll“	FN-FN-GG (B,V,L,N) FN-LA-ME (B,V,L,N) TG-HO-SH (B,V,L,N)	KN-KN-JB (B,V,L,N) LI-WA-HW (B,V,L,N) SG-TH-ST (B,V,L,N)	
„Kies“	KN-OE-WW (B,V,L,N) KN-KN-KS (B,V,L,N) KN-KN-DB (B,V,L,N)	FN-SI-OE (B,V,L,N) LI-WA-WB (B,V,L,N) VB-HO-PD (B,V,L,N)	Kies 1 "Allensbach Schlafbach" (B,V,L) Kies 2 "Reichenau-Bibershof"(B,V,L) Kies 3 "südöstl. Dingelsdorf" (B,V,L) Kies 4 " Hagnau" (B,V,L) Kies 5 "Glarisegg östl. Mammern" (B,V,L) Kies 6 "Scherzingen Strandbad" (B,V,L)
„Schilf“		KN-RZ-CM (B,V,L) FN-FN-LM (B,V,L) FN-FN-SC (B,V,L)	Schilf 7 "Nördl. Seefelden" (B,V,L) Schilf 8 "Mettnau bei Hafen Martin(B,V,L) (B,V,L) Schilf 9 "Eriskricher Ried" (B,V,L)

Der Typ „Schilf“ umfasst Renaturierungsflächen, die mit dichten Schilfröhrichten überwachsen sind. Das Röhricht wurde teils angepflanzt, teils hat es sich aus Restschilf-Beständen bzw. aus den gepflanzten Beständen heraus ausgebreitet. Das Substrat ist sandig bis kiesig. Aufgrund der dichten Vegetationsdecke fand auf diesen Flächen keine nennenswerte Nutzung statt (Abb. 4-3).

Abbildung 4-3: Renaturierung vom Typ „Schilf“, hier Lipbach-Mündung/Ost (FN-FN-LM); links: Schilfbestand mit vegetationsfreier Schlammfläche, am rechten Bildrand der Schutzzaun (19.02.2007, Foto M. Peintinger); rechts: Spülsandfläche während der Baumaßnahmen, am rechten Bildrand der Böschungsfuß und die Pfähle des Schutzzauns (Febr. 1989, Foto P. Krumscheid-Plankert).

Beim Renaturierungstyp „Geröll“ bestand nicht nur der Böschungsfuß, sondern auch größte Teil der restlichen Vorschüttungsfläche aus groben Geröllen, die eine nur vergleichsweise schüttere Vegetationsdecke zuließen. Teils waren die Flächen in Uferpromenaden einbezogen oder anderweitig intensiv genutzt, teils waren sie praktisch ungenutzt (Abb. 4-4).

Abbildung 4-4: Renaturierungen vom Typ „Geröll“: links: Uferanlage in Horn/Thurgau (TG-HO-SH), im Hintergrund rechts mehrere Kunstobjekte auf der Renaturierungsfläche (07.08.2007, Foto W. Ostendorp), rechts: am Jakobsbad in Konstanz (KN-KN-JB, 20.02.2007, Foto M. Peintinger).

Beim Renaturierungstyp „Kies“ bestand die Oberfläche der Schüttung aus Sanden, Kiesen und kleinen Geröllen. Dabei kann es sich um mehr kiesiges, rollfähiges Material („Wandkies“) oder um lehmig-sandig-kiesiges Material („[Grund-]Moränekies“, „Kiesgrubenabraum“) handeln, das ggf. mit Planierraupen weiter verdichtet wurde. Das Feinsubstrat wurde durch den Wellengang oberflächlich ausge-

Abbildung 4-5: Renaturierungen vom Typ „Kies“: links: mit niederwüchsiger Strandvegetation bewachsenes Substrat auf der Renaturierungsfläche Sipplingen-Ost (FN-SI-OE) (01.10.2007, Foto M. Peintinger); rechts: Renaturierungsfläche in der Wasserburger Bucht (Bayern) (LI-WA-WB) mit beträchtlichen Grobdetritus- und Treibholz-Anschwemmungen und einer niederwüchsigen Strandvegetation (02.05.2007, Foto W. Löderbusch).

Abbildung 4-6: Referenzflächen: links: Typ „Schilf“ – Fläche 9 "Eriskircher Ried", Ufer-Schilfröhricht mit vorgelagerter Quellgras-Flur (30.04.2007, Foto W. Löderbusch); rechts: Typ „Kies“ – Fläche 5 "Glarisegg östl. Mammern" mit durchgehender Strandrasen-Vegetation (22.05.2007, Foto W. Löderbusch).

spült; es bildete sich dadurch ein Geröllpflaster, das die tiefer liegenden Schichten vor weiterer Erosion schützt. Der Böschungsfuß wurde wie beim Typ „Geröll“ aus groben Geröllen („Wacken“) hergestellt. Die Flächen wurden teilweise mit Schilf und/oder Gehölzen bepflanzt, weitere Röhricht- und Strandvegetation hat sich spontan angesiedelt, so dass die meisten Flächen heute mit einer relativ dichten Vegetation bestanden sind (Abb. 4-5).

Die drei Referenzflächen "Schilf" (Tab. 4-1) sind gekennzeichnet durch einen geschlossenen Schilfgürtel auf sandig-siltigem Substrat. Landwärts grenzen Reste von Weichholzauen an. Es handelte es sich um Flächen in Naturschutzgebieten, die nur wenig durch Besucher gestört wurden. Die sechs Referenzflächen "Kies" (Tab. 4-1) sind natürliche Uferabschnitte (pleistozäne Ablagerungen), in denen Röhrichte weniger stark von Bedeutung sind und die im typischen Falle durch die Strandschmielen-Gesellschaft charakterisiert sind. Dabei handelte es sich sowohl um wenig genutzte, als auch um stark genutzte Flächen (z. B. Kies-4 Hagnau, Kies-6 Strandbad Scherzingen).

4.3 Methoden

4.3.1 Analyse der Renaturierungsakten

In einem ersten Schritt wurden entsprechende Listen ausgewertet, die von den Wasserwirtschafts- und Umweltbehörden der Länder und Kantone bereit gestellt wurden bzw. die von LFU BW-ISF (2001) und SIESSEGGER & TEIBER-SIESSEGGER (2005) veröffentlicht worden waren. Daran schloss sich eine systematische Durchsicht der Aktenbestände der Maßnahmenträger bzw. der Genehmigungsbehörden

an. Die Akten wurden auf baden-württembergischer Seite zumeist bei den (heutigen) Landesbetrieben Gewässer der Regierungspräsidien Freiburg und Tübingen in Donaueschingen bzw. Ravensburg gefunden, in anderen Fällen wurden die Aktenbestände bei den Landratsämtern und in den Gemeinden gesichtet. Unterlagen für die Renaturierungen am bayerischen Ufer wurden vom Wasserwirtschaftsamt Kempten bzw. von der Seemeisterstelle in Lindau-Zech bereitgestellt. Die Unterlagen, die das österreichische Ufer betreffen, wurden überwiegend vom Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg, Abt. Gewässergüte sowie vom Amt der Landeshauptstadt Bregenz, Abt. 3 Planung und Bau zusammengetragen und übergeben. Die Unterlagen, die sich bei den jeweiligen kantonalen Dienststellen befanden, wurden im Amt für Raumentwicklung des Kantons St. Gallen bzw. im Amt für Umwelt des Kantons Thurgau zusammengestellt.

Anhand der ersten Durchsicht wurde eine Entscheidung getroffen, ob die Maßnahmen gemäß dem eigenen Kriterienkatalog als Renaturierungsmaßnahme oder als „kleine Maßnahme“ (Ufersicherung, Schilfpflege- bzw. Schilfanpflanzungsmaßnahme u. Ä.) anzusprechen war. Die Klassifizierung wurde zunächst recht großzügig zugunsten der Renaturierungsmaßnahmen ausgelegt (vgl. hierzu Kap. 5.1). Die Maßnahmen-Listen wurden im Laufe des Projekts erweitert und verfeinert; hierzu trugen auch mündliche Auskünfte ehemaliger Mitarbeiter der Wasserwirtschaftsverwaltung bei.

Die Analyse der Renaturierungsakten bestand allgemein aus einer strukturierten Auswertung der Planunterlagen (Pläne, Profile), der Erläuterungsberichte bzw. Projektbeschreibung und der Genehmigungsunterlagen. Der weitere Schriftverkehr (inkl. der Stellungnahmen des Instituts für Seenforschung durch B. SIESSEGGER) sowie die ökologischen Gutachten konnten aus Zeitgründen nur oberflächlich eingearbeitet werden. Die Analyse erfolgte durch Aggregation von Informationen, betreffend

- Basisdaten (Name, Lage, Gemeinde, Widmung, Schutzgebietsstatus u. a.),
- Anlass und Zielsetzungen der Maßnahme, Bestand der Plan- und sonstigen Unterlagen,
- Art und Zeitraum der Voruntersuchungen,
- Details der Planung und Ausführung,
- Art und Zeitraum der Nachuntersuchungen,
- Art und Umfang der Unterhaltung.

4.3.2 Analyse der Pläne und Profile

Für die detaillierte Analyse der wasserbaulichen Maßnahmen wurden 18 Renaturierungen ausgewählt. Es handelt sich um die im Untersuchungsplan (vgl. Tab. 4-1) genannten Maßnahmen mit Ausnahme von vier Renaturierungen, für die keine Pläne bzw. Profile aufgefunden werden konnten (KN-RZ-CM, FN-FN-SC, LI-WA-HW und LI-WA-WB); an ihrer Stelle wurden vier weitere Maßnahmen in die Auswertung aufgenommen. Es handelt sich um die Strandbad-Renaturierung in Reichenau-Mittelzell (KN-RE-MS), die Sicherungen von Erosionskanten auf der Reichenau (KN-RE-WE) und die Renaturierungen vor einer lang gestreckten Ufermauer mit Verlegung eines Ufersammlers in Konstanz (KN-KN-SW und KN-KN-SD).

Für die Auswertung wurden Papierkopien der Pläne und Profile eingescannt, in wenigen Fällen lagen sie auch als PDF-Dateien vor. Daraufhin wurden Planausschnitte vergrößert ausgedruckt, um möglichst genau Höhen (z.B. die Lage der MHW-, MMW- und MNW-Linien) und Längen abnehmen zu

können. Die Flächen des Plans sowie die Querschnittsflächen der Profile wurden durch Auswiegen eines Papierausschnitts unter Berücksichtigung der Maßstabsveränderungen bestimmt. Alle Höhen wurden auf m ü. NN (Amsterdam) umgerechnet. Als MHW-, MMW- und MNW-Niveaus wurden die Mittelwerte der Jahre 1951 bis 2007 zugrunde gelegt (vgl. Kap. 2).

4.3.3 Gelände-Screening (Winter)

Auf der Grundlage der Akteninformationen wurden von Februar bis April 2007 insgesamt 80 der bis dahin identifizierten Renaturierungsflächen im Gelände aufgesucht und anhand eines Kartierungsschlüssels aufgenommen. Der Schlüssel umfasste Kriterien wie

- landseitige Abgrenzung, Relief und Substrat (inkl. Relief- und Substrat-Veränderungen, Spülsaum, Treibgut, Verbindung zum Hinterland),
- Nutzung (Zugänglichkeit, Einzäunung, Gebäude, Badeplatz, Liegewiese, Boots- u. Surfbrett-Liegeplätze, Bootsstege, Bootsslips, Badestege, Bänke, Aussichtspunkte, Info-Tafeln, Lagerfeuer, Müll u. a.),
- Unterhaltungsmaßnahmen (z. B. Baumschnitt, Müll-Räumung),
- Biotoptypen (insgesamt 44 Biotoptypen anhand einer Liste; vgl. Kap. 4.3.3)

Auf Informationen, die üblicherweise erst im Sommerhalbjahr erhoben werden können, etwa die Besucherfrequenz und das Nutzerverhalten, besondere Pflanzenarten u. a. musste an dieser Stelle verzichtet werden (vgl. Kap. 4.3.4 und 4.3.6). Die Ergebnisse des Gelände-Screenings bildeten den Ausgangpunkt für die Auswahl der detailliert untersuchten Renaturierungsflächen (vgl. Kap. 4.2).

4.3.4 Vegetationserhebung und Biotoptypenklassifikation

Flora und Vegetation der 18 Uferrenaturierungen und 9 Referenzflächen konnten – bedingt durch den lang anhaltenden sommerlichen Hochwasserstand – erst zwischen September und November 2007 untersucht werden. Auf einem Uferabschnitt von jeweils ca. 100 m wurden (1) die Vegetation bzw. Biotoptypen kartiert, (2) Vegetationsaufnahmen angefertigt und (3) eine Liste der vorkommenden Gefäßpflanzenarten erstellt, sowie ein typisches Profil senkrecht zur Uferlinie ausgemessen (nicht in Schilfbeständen). Basierend auf den Biotoptypen erfolgte (4) eine naturschutzfachliche Bewertung der Renaturierungsflächen.

4.3.4.1 Biotoptypen-Kartierung

Unter Zuhilfenahme der verfügbaren Luftbilder wurden die Vegetationseinheiten und die vegetationsfreien Flächen kartiert. Die Grenzen dieser Biotoptypen wurden anschließend digitalisiert und deren Flächengrößen GIS-gestützt berechnet. Als Kartierungsgrundlage (Tab. 4-2) diente die Biotoptypen-Liste des Landes Baden-Württemberg (LFU 2004). Diese wurde verfeinert, in dem die maßgeblichen Einheiten „Naturnaher Uferbereich des Bodensees“ (13.41.23, MMW bis Böschungsoberkante) und

„Naturnahe Flachwasserzone des Bodensees“ (13.42.23, MMW bis Halde) in 9 Vegetationseinheiten und 10 vegetationsfreie Biotoptypen unterteilt wurden (Tab. 4-2). Bei den Biotoptypen Kies und Geröll wurde zwischen „unbewegt“ und „in Bewegung“ unterschieden, da diese Eigenschaft für eine spätere Pflanzenbesiedlung entscheidend sein kann.

4.3.4.2 Vegetationsuntersuchungen

Um die Vegetation der Renaturierungs- und Referenzflächen zu beschreiben, wurde von jedem Biotoptyp einer jeden Testfläche eine Vegetationsaufnahme (2 x 2 m) angefertigt. Somit kann auch überprüft werden, wie gut der verwendete Kartierungsschlüssel für die Biotoptypen mit der tatsächlichen Vegetation übereinstimmt. Nicht aufgenommen wurden kleinflächige oder lineare Strukturen (z. B. Gräben) und Substrat-Biotope mit nur wenig Vegetation sowie Gehölzbestände. Die Deckung der Kraut- und selten auch der Strauchschicht sowie die der einzelnen Arten wurde nach einer modifizierten LONDO-Skala visuell in 10%-Stufen geschätzt (Individuenzahl beliebig); bei Deckung unter 10% erfolgt eine feinere Unterteilung (1: 1% Deckung, 3: 3% Deckung, 5: 5% Deckung, 10: 10% Deckung, 20: 20% Deckung, ..., 100: 100% Deckung). Die Moosschicht konnte aus praktischen Gründen nicht berücksichtigt werden. Insgesamt wurden 126 Vegetationsaufnahmen angefertigt. Die Position jeder Vegetationsaufnahme wurde auf dem Luftbild eingezeichnet und im GIS digitalisiert.

Tabelle 4-2: Feinunterteilung der Biotoptypen „Naturnahe Flachwasserzone des Bodensees“ und „Naturnahe Flachwasserzone des Bodensees“.

Neu definierte Biotoptypen
Strandrasen
Quellgras-Flur und Gift-Hahnenfuß-Bestände
Binsen-Bestand, *Juncus articulatus*
Binsen-Bestand, *Juncus alpinoarticulatus*
Nasturtium-officinale-Bestand
Berula-erecta-Bestand
Artemisia verlotorum-Bestand
Spülsaum mit *Erucastrum nasturtifolium*
Spülsaum mit *Rorippa amphibia, Barbarea vulgaris*
Schlammfläche, stark organisch
Seekreide/Kalkschlamm
Sandfläche
Kiesfläche, ohne Vegetation (unbestimmt)
Kiesfläche, ohne Vegetation, in Bewegung
Kiesfläche, ohne Vegetation, unbewegt
Geröllfläche, ohne Vegetation (unbestimmt)
Geröllfläche, ohne Vegetation, in Bewegung
Geröllfläche, ohne Vegetation, unbewegt
Stein(block)-Schüttung, ohne oder mit sehr lückiger Vegetation.

4.3.4.3 Flora (Gefäßpflanzen)

Für jeden untersuchten Uferabschnitt wurde eine Liste der vorkommenden Gefäßpflanzenarten erstellt. Da die Liste erst im Spätsommer/Herbst erstellt wurde und aus zeitlichen Gründen nur *eine* Begehung möglich war, besteht nicht der Anspruch auf Vollständigkeit. Die Liste spiegelt dennoch sehr gut wider, welche Artengruppen in einer Untersuchungsfläche dominieren. Hierzu wurde jede Art einer pflanzensoziologischen Einheit zugeordnet (vorwiegend auf Basis von OBERDORFER 2001). *Carex viridula* und *Juncus alpinoarticulatus* wurden abweichend als typische Arten der Strandschmielen-Gesellschaft (Littorelletea) gewertet, während *Allium schoenoprasum* als Kennart einer Gesellschaft zu den Flutrasen (Agrostietea) gerechnet wurde. Lediglich Gehölze wurden nach ihrer Lebensform und nicht nach ihrer pflanzensoziologische Zugehörigkeit gruppiert.

Die Arten der Roten Liste wurden separat ausgewertet. Für den Bodensee als internationales Gewässer sind mehrere Rote Listen von Bedeutung. Daher wurden alle Arten hervorgehoben, die entweder in Baden-Württemberg, der Schweiz oder in Vorarlberg aufgelistet sind, mit der jeweils höchsten Gefährdungsstufe (BUWAL 2002, BREUNIG & DEMUTH 1999, NIKLFELD & SCHRATT-EHRENDORFER 1999, StMUGV 2005).

4.3.4.4 Ökologische Wertigkeit der Biotoptypen

Jedem Biotoptyp wurde eine ökologische Wertigkeit zugeordnet (Tab. 4-3). Diese richtet sich nach der neunteiligen Skala von KAULE (1991) und stellt einerseits einen Gradienten von naturfern bis naturnah dar, spiegelt aber auch den Seltenheitsgrad wider, wie er bei der §32(früher: §24a)-Biotopkartierung (LFU 2004) verwendet wird. Die ökologische Wertigkeit für eine Untersuchungsfläche errechnet sich dann als Summe der Produkte aus der Flächengröße eines Biotoptyps und seiner ökologischen Wertigkeit über alle Biotoptypen.

Tabelle 4-3: Ökologische Wertigkeit der einzelnen kartierten Biotoptypen in Anlehnung an KAULE (1991). ÖW: Ökologische Wert, § 32: geschützte Biotope nach § 32 Landesnaturschutzgesetzt Baden-Württemberg (früher: §24a), grau unterlegt: vegetationsfreie Einheiten.
Ökologische (Naturschutz-) Wertstufen: 1 – versiegelt; 2 – strandortfremdes Substrat; 3 – stark anthropogen geprägt; 4 – Störvegetation; 5 – keine typische Ufervegetation; 6 – zwischen 5 und 7; 7 –- naturnahe Vegetation; 8 – natürliche Ufervegetation; 9 – besonders hochwertige (geschützte oder sehr seltene) Ufervegetation.

ÖW	Biotoptyp	§32-Schutz
1	Verbauung	
2	Blockwurf / -setzung	
3	Geröll, in Bewegung	
3	Trittrasen	
3	Zierrasen	
3	Neophyten-Bestand	
3	Ziergebüsch	
3	Heckenzaun	
4	krautreiche Ruderalflur	
4	Geröll, unbewegt	
4	grasreiche Ruderalflur	
4	Brombeer-Gestrüpp	
4	Schlick	
4	Landreitgras-Bestand	
4	Zimbelkraut-Bestand	

Tabelle 4-3: Fortsetzung

5	Kies, in Bewegung	
5	Weiden-Pflanzung	
5	Sand	
5	Kratzbeer-Gestrüpp	
5	Gebüsch mittlerer Standorte	
5	Pflanzung einheimischer Gehölze	
5	Fettwiese	
5	Einzelbaum/-strauch	
5	Graben	
5	Mädesüß-Gesellschaft	
6	sonstiger Flutrasen	
6	Kies, unbewegt	§
6	junge Weiden-Sukzession (natürl.)	
6	Schlankseggen-Bestand	§
6	Bestand der Blaugrünen Binse	
7	Weidengebüsch, Weichholzaue	§
7	Rohrglanzgras-Röhricht	§
7	Quellgras-Gesellschaft	§
7	Landschilf-Röhricht	§
7	Gebirgsbinsen-Bestand	§
7	Flutrasen mit Schnittlauch	§
7	Hartholzaue	§
7	Steifseggen-Ried	§
8	Uferschilf-Röhricht	§
8	Seebinsen-Röhricht	§
8	Nadelbinsen-Gesellschaft	§
9	Strandschmielen-Gesellschaft	§

4.3.4.5 Statistische Auswertung

Cluster-Analysen führten weder bei den Renaturierungsflächen noch bei den Vegetationseinheiten zu einer klaren Trennung der *a priori* festgelegten Einheiten. Daher wurde ein Ordinationsverfahren gewählt (NMDS: Nonmetric Multidimensional Scaling, LUDWIG & REYNOLDS 1988), um die multivariaten Datensätze auszuwerten. Renaturierungen, die sich bezüglich ihrer flächigen Zusammensetzung der Biotoptypen bzw. der Artenzusammensetzung sehr ähnlich sind, liegen auch im Ordinationsdiagramm sehr nahe beieinander. Sind einzelne Renaturierungstypen deutlich voneinander verschieden, bilden die Renaturierungsflächen der Typen im Ordinationsdiagramm klar getrennte Punkt-Gruppen. Überlagern sich einzelne Renaturierungsmaßnahmen aus verschiedenen Gruppen, ist dies ein Hinweis dafür, dass die Gruppeneinteilung nicht scharf erfolgt.

Diese Auswertung wurde sowohl für die Zusammensetzung der Biotoptypen bzw. der Artenzusammensetzung (Gefäßpflanzen) als auch für die Vegetationsaufnahmen verwandt. Da die Vegetationseinheiten ein sehr breites Spektrum umfassten, wurden die standortstypischen und standortsfremden Vegetationseinheiten separat analysiert. Da das Ordinationsverfahren auf Ähnlichkeitsmatrizen beruht, wurden sehr artenarme Bestände (z.B. Röhrichte) aus den Analysen ausgeschlossen, da dies zu sehr unübersichtlichen Ordinationsdiagrammen mit vielen „Ausreißern“ führte.

Die NMDS Analysen wurden mit dem Programm R, Version 2.5.0 unter Verwendung der Library "MASS" durchgeführt (R Development Core Team 2007: www.r-project.org).

4.3.5 Laufkäferfauna

Zwischen April und November 2007 wurden auf 18 Renaturierungsflächen und 9 Referenzflächen Laufkäfer gesammelt. Der weitaus größte Teil der Flächen wurde dreimal besammelt, bei einigen wenigen Flächen war wegen des ungewöhnlich lang anhaltenden Sommerhochwassers nur eine (KN-RZ-CM, FN-FN-SC, Schilf-8), bzw. zwei Besammlungen (Kies-2) möglich. Die Flächen FN-FN-LM und Schilf-7 wurden viermal besammelt. Die zweite und dritte Sammelperiode wurde gemeinsam mit Dr. M. HERRMANN, Konstanz, durchgeführt. Für alle Probenstellen lag eine Sammelgenehmigung der jeweils zuständigen Naturschutzbehörde vor.

Für die Erfassung der Laufkäfer wurde die von TRAUTNER & FRITZE (1999) beschriebene Methode der "erfolgsbezogenen Aufsammlung" verwendet: Es wurde eine Stunde (bei zwei Bearbeitern 2 mal eine halbe Stunde) gesammelt. Wenn innerhalb der letzten 10 Minuten (bzw. 2 mal 5 Minuten) eine für den Ort und den Probentermin neue Art gefunden worden war, wurden jeweils 10 Minuten (2 mal 5 Minuten) Sammelzeit angehängt. An besonders reichhaltigen Probenstellen kamen so Sammelzeiten von bis zu zwei Stunden pro Sammeltermin zustande.

Generell wurde im Gelände darauf geachtet, möglichst alle Struktur- und Substrattypen zu besammeln. Die Suche erfolgte durch Wenden von kleinen und großen Steinen, Aufkratzen von Sand und Kies, Nachsuche unter Pflanzenrosetten und – wo vorhanden – in Laubstreu und durch Ausreißen und Durchsuchen von Grasbüscheln. Ergiebig war in der Regel auch die Nachsuche unter größerem Treibholz, auch unter tief eingebetteten Stämmen. Daneben wurden vor allem ufernahe, kiesige und sandige Stellen mit Wasser begossen, um Tiere an die Oberfläche zu treiben. In der zweiten Sammelkampagne wurde zeitweilig auch ein Käfersieb eingesetzt, mit dem vor allem Laub- und Schilfstreu ausgesiebt wurden. Diese Methode erwies sich als nicht sehr ergiebig. Kleinere Tiere wurden mit einem Exhaustor aufgenommen. Tiere, die im Gelände eindeutig bestimmt werden konnten, wurden an Ort und Stelle wieder freigelassen (in einigen Fällen wurde ein Belegexemplar mitgenommen); die übrigen wurden in Essigäther abgetötet und daheim unter dem Binokular bestimmt, zum Teil wurden Genitalpräparate hergestellt. Zur Bestimmung wurde der Schlüssel von MÜLLER-MOTZFELD (2006) verwendet.

Die hier angewandte Methode eignet sich für die schnelle, halbquantitative Erfassung der Laufkäferfauna offener Habitate insbesondere deshalb, weil die Verwendung von Bodenfallen aufgrund des Publikumsverkehrs auf vielen Flächen nicht möglich ist. Dennoch müssen die Ergebnisse mit Vorsicht interpretiert werden:

- Laufkäfer sind generell räumlich sehr ungleichmäßig verteilt; manche Arte bilden Kolonien, bei denen Tiere auf sehr kleinen Flächen in hoher Dichte vorkommen, in der ähnlich strukturierten Umgebung aber zu fehlen scheinen (MARGGI 1994 beschreibt das z. B. für die Gat-tungen *Dyschirius* und *Tachys*);
- viele Laufkäferarten reagieren auf kleinflächige Standortunterschiede; so kamen *Elaphropus quadrisignatus*, *E. parvulus* und *Lionychus quadrillum* oft an sehr kleinflächigen sandigen Stellen vor, z. B. in kleinen Sandhaufen, die als Spielgelegenheit für Kinder in den Strandbädern angeschüttet worden waren, während sie in den angrenzenden Uferflächen fehlten.

Ein weiterer Faktor, der die quantitative Interpretation erschwert, ist die Tatsache, dass wegen des in der zweiten Juni-Hälfte 2007 schnell ansteigenden und dann zwei Monate lang anhaltenden Sommerhochwasserstands (Abb. 4-7) nicht alle Probenstellen wie ursprünglich vorgesehen zweimal vor und einmal nach dem Hochwasser untersucht werden konnten; bei einem Teil der Probenstellen fanden die zweite und die dritte Aufnahme nach dem Sommerhochwasser statt. Die am Seeufer vorkommenden Arten sind bis auf wenige Ausnahmen Imaginalüberwinterer, dementsprechend nach dem Hochwasser zunächst im Larvenstadium und mit den verwendeten Methoden nicht nachweisbar. An den Probenstellen mit zwei Aufsammlungen vor dem Hochwasser wurden deshalb in der Regel mehr Arten gefunden als an den Probenstellen mit nur einer Aufsammlung vor und zwei nach dem Hochwasser. Zuletzt sei darauf hingewiesen, dass der Erfassungsgrad von Handfängen in gewissem Maß auch von der Erfahrung der Bearbeiter abhängt. Dieser Faktor spielt bei der vorliegenden Untersuchung eine untergeordnete Rolle, da alle Probenstellen von denselben Bearbeitern abgesucht wurden, so dass die Ergebnisse untereinander vergleichbar sind.

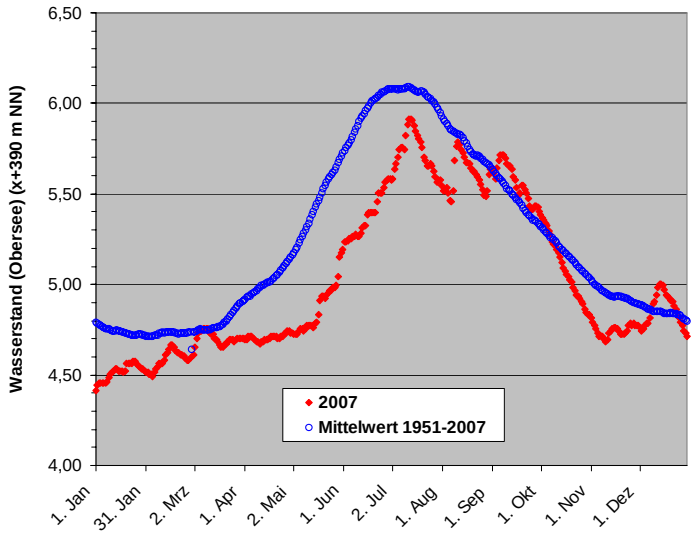


Abbildung 4-7:

Wasserstandsverlauf im Untersuchungsjahr 2007 verglichen mit den langjährigen Tagesmittelwerten.

4.3.6 Nutzung

Die Nutzungsstrukturen und -intensitäten sowie das Nutzerverhalten auf den Renaturierungsflächen wurde auf zwei Ebenen untersucht: (i) durch ein Nutzungsscreening im Sommer, bei dem insgesamt 56 Renaturierungsflächen durch eine einmalige Geländebegehung erfasst wurde, (ii) durch eine detaillierte Nutzungsanalyse an 12 Renaturierungsfläche jeweils ganztägig an 3 Tagen im Juni/Juli und August 2007.

4.3.6.1 Nutzungsscreening

Ziel des Nutzungsscreenings im Sommer 2007 war es, ergänzend zu den Informationen des Geländescreenings im Winter (vgl. Kap. 4.3.2) Informationen über die typischen Nutzungsformen auf Renaturierungsflächen zu gewinnen. Aus diesen Ergebnissen wurden „Nutzungstypen“ abgeleitet.

Die Erfassung wurde anhand eines strukturierten Kartierungsbogens vorgenommen, wobei eine Vielzahl von (i) Merkmalen der Nutzung und (ii) Merkmalen des naturnahen Zustands bzw. des Potenzials zur naturnahen Entwicklung erhoben wurde. Die Merkmale wurden als „vorhanden/nicht vorhanden“ oder anhand einer fünfteiligen Intensitäts-/Abundanzskala von 0 (fehlend, nicht sichtbar, etc.) bis 4 (stark ausgeprägt, optimal ausgeprägt, etc.) klassifiziert. Zählbare Merkmale (Personengruppen, Bootsliegeplätze usw.) wurden gezählt.

Diese Informationen wurden zu einer Expertenmeinung aggregiert, wobei auch die Häufigkeit bzw. Flächeninanspruchnahme und die „Schwere“ der Nutzungen bzw. die „optimale“ Ausprägung der naturnahen Merkmale eine Rolle spielten. Als Resultat der Expertenmeinung wurde die dominierende Nutzung einem Nutzungstyp zugeordnet. Weiterhin war die Frage zu beantworten, ob durch die Renaturierungsmaßnahme (i) die angegebenen Nutzungsmöglichkeiten (auf der Renaturierungsfläche und in deren unmittelbarer Umgebung) mutmaßlich verbessert oder verschlechtert wurden, und (ii) die Möglichkeiten der angegebenen naturnahen Entwicklungen (auf der Renaturierungsfläche und in deren unmittelbarer Umgebung) gefördert oder verschlechtert wurden.

4.3.6.2 Detaillierte Nutzungsanalyse

Die Nutzungsanalyse verfolgte das Ziel, an 12 ausgewählten Renaturierungsflächen während des Sommers die Art und das Ausmaß der menschlichen Nutzungen, im vorliegenden Fall der Freizeitnutzungen, zu ermitteln. Bei der Auswahl der Renaturierungsflächen wurden vier Typen mit jeweils drei Stichproben untersucht (vgl. Abb. 4-1 und Tab. 4-4). Der Typ „Strandbad“ wurde nicht untersucht, da hier von vornherein mit einem starken Publikumsverkehr zu rechnen war. Die Erhebungen fanden am späten Vormittag und Mittag (10 bis 13 Uhr), am Nachmittag (14 bis 17 Uhr) und am frühen Abend (18 bis 21 Uhr) an zwei Samstagen, Sonntagen und Montagen der Vorsaison (Ende Juni/Anfang Juli) und in der Hauptsaison (Anfang August) statt. In der Vorsaison hatten die meisten umliegenden Länder und Kantone noch keine Sommerschulferien, die Hauptsaison fiel genau in die Hauptferienzeit.

Die erste Gruppe von Untersuchungsvariablen beinhaltete die strukturellen Belastungen aufgrund der Freizeitnutzungen, z. B. abgelegte Boote und Surfbretter, Verlärmung, Feuerstellen, dauerhafte (Camping-)Einrichtungen auf den Renaturierungsflächen, Müllbelastung u. a.; Erhebungseinheit waren die einzelnen Renaturierungsflächen an den genannten sechs Tagen. Zahlbare Größen (z. B. Boote, Surfbretter, Feuerstellen) wurden gezählt, nicht zählbare Größen (z. B. Verlärmung, randlicher Publikumsverkehr) wurden nach subjektiver Einschätzung anhand einer fünfteiligen Skala klassifiziert, wobei die mutmaßlichen Auswirkungen auf die relevanten Ökosysteme im Blickpunkt standen:

0 = nicht vorhanden
1 = wenig vorhanden, unbedeutend
2 = mehrfach vorhanden, bedeutend
3 = sehr zahlreich vorhanden, sehr bedeutend
4 = massenhaft, von dominierender Bedeutung;

Eine zweite Gruppe von Variablen zielte auf die Gruppen von Menschen, die aus einer oder mehreren Personen bestanden, die sich zum Erhebungszeitpunkt gerade auf der Fläche befanden, und die mit einer bestimmten, näher beschriebenen Ausrüstung gekommen waren und dabei bestimmten Tätigkeiten nachgingen; Erhebungseinheit war hier die Personengruppe.

Über den genannten Erhebungsrhythmus hinaus wurden auf den Flächen FN-FN-GG, KN-KN-KS und KN-KN-JB Tagesprofile erhoben, wobei die Nutzergruppen im viertel- bzw. dreiviertelstündigen Abstand untersucht wurden.

Tabelle 4-4: Untersuchungsplan der Nutzungsanalyse an vier Ausprägungen von Renaturierungsflächen an Samstagen, Sonntagen und Werktagen der Vorsaison und der Hauptsaison; zu jeder Fläche ist die beobachtete Uferlänge (MMW-Linie) angegeben.

		Untersuchungstage	**Untersuchungszeiten**	**Typ „Geröll“**	**Typ „Kies“**
genutzt	Vorsaison	Sa., 23. Juni 07 So., 24. Juni 07 Mo., 12. Juli 07	vormittags	FN-FN-GG: 130 m FN-LA-ME: 390 m TG-HO-SH: 470 m	KN-KN-KS: 355 m KN-KN-DB: 240 m KN-OE-WW: 250 m
			nachmittags		
			abends		
	Hauptsaison	Sa., 04. Aug. 07 So., 05. Aug. 07 Mo. 06. Aug. 07	vormittags		
			nachmittags		
			abends		
ungenutzt	Vorsaison	Sa., 23. Juni 07 So., 24. Juni 07 Mo., 12. Juli 07	vormittags	KN-KN-JB: 270 m LI-WA-HW: 200 m SG-TH-ST: 260 m	FN-SI-OE: 600 m LI-WA-WB: 230 m VB-HO-PD: 660 m
			nachmittags		
			abends		
	Hauptsaison	Sa., 04. Aug. 07 So., 05. Aug. 07 Mo. 06. Aug. 07	vormittags		
			nachmittags		
			abends		

Da die einzelnen Renaturierungsflächen unterschiedlich groß waren, wurden die zählbaren Variablen (z. B. Anzahl Boote und Surfbretter, Anzahl der Personengruppe u. a.) auf eine Uferlänge von 100 m umgerechnet, die entlang der MMW-Linie des untersuchten Uferabschnitts gemessen wurde.

5 Ergebnisse

5.1 Aktenauswertung

5.1.1 Identifikation der Renaturierungsmaßnahmen

Anhand der Sichtung und Auswertung der vorhandenen Renaturierungsaktenbestände, durch Befragung von aktiven und ehemaligen Mitarbeitern der Fachdienstellen des Gewässerschutzes und des Naturschutzes bei den Regierungspräsidien und Landkreisen in Baden-Württemberg, des Wasserwirtschaftsamtes in Kempten, der Landes- und kommunalen Stellen in Vorarlberg sowie der kantonalen Dienststellen in den Kantonen St. Gallen und Thurgau konnten rd. 130 einzelne Maßnahmen identifiziert werden. Davon wurden 90 Flächen als Renaturierungsflächen im weiteren Sinne klassifiziert, während die übrigen Flächen eher den Charakter von lokalen Unterhaltungs-, Ufersicherungs- oder Schilfschutzmaßnahmen trugen. Zur Unterscheidung der Renaturierungsmaßnahmen von diesen „kleinen Maßnahmen“ wurden folgende Kriterien herangezogen:

- Die Maßnahme war flächenmäßig bedeutend (meist größer als 0,1 ha und länger als 100 m) und beinhaltete eine erhebliche Neugestaltung des Uferreliefs durch Materialaufbringung.
- Die Maßnahme wurde seitens des Trägers als Gewässerausbaumaßnahme klassifiziert, so dass das jeweils vorgeschriebene Genehmigungsverfahren eingeleitet wurde, zu dem i. A. Pläne, Profile und eine Maßnahmenbeschreibung (Erläuterungsbericht, technischer Bericht) beigelegt wurden.
- Die Maßnahme wurde vom Träger bzw. Antragsteller des Verfahrens als „Renaturierungsmaßnahme“ oder durch einem ähnlichen Begriff (vgl. Kap. 5.1.5.1) bezeichnet.
- Die Maßnahme stimmte in wesentlichen Merkmalen mit den o. g. Merkmalen von Renaturierungsmaßnahmen überein.

In den meisten Fällen waren mindestens zwei der vier Kriterien erfüllt. Viele Renaturierungsmaßnahmen bestehen aus mehreren Planungs- oder Bauabschnitten, die zugleich auch ökologisch bedeutsame Unterschiede (Reliefgestaltung, Korngröße, Exposition, Jahr der Fertigstellung, u. a.) widerspiegeln. In solchen Fällen wurden zwei oder mehrere Renaturierungsflächen unterschieden, die in der Tab. 5.1-1 folglich getrennt aufgelistet sind.

Hinsichtlich der Abgrenzung der Renaturierungsmaßnahmen von andersartigen größeren Maßnahmen der Ufergestaltung haben wir den Renaturierungsbegriff zunächst großzügig ausgelegt, um nicht von vornherein die Diskussion einzuengen (vgl. unsere Empfehlungen in Kap. 7.2). Daher wurden auch Einkiesungen von Strandbädern oder Vorschüttungen vor Uferpromenaden und Abfalldeponien etc. eingeschlossen.

Zwei Angaben in der Literatur konnten aufgrund nicht auffindbarer Akten und unklarer Geländemerkmale nicht überprüft werden, so dass offen bleiben muss, ob es sich um Renaturierungen im obigen Sinne handelt. Wir gehen dennoch davon aus, dass die Liste der Renaturierungsmaßnahmen (vgl. Tab. 5.1-1) weitgehend vollständig ist.

Tabelle 5.1-1: Zusammenstellung der bisher identifizierten Uferrenaturierungsmaßnahmen am Bodenseeufer. Die Reihenfolge ist im Uhrzeigersinn entlang des Bodenseeufers angegeben und beginnt an der Landesgrenze Öhningen/Stein a.Rh. Die ersten beiden Buchstaben bezeichnen den Landkreis (KN, FN, LI) bzw. das Land (VB) oder den Kanton (SG, TG), die folgenden zwei Buchstaben die Gemeinde. Die Uferlänge wurde mehrheitlich anhand der in GOOGLE EARTH® verfügbaren georeferenzierten Luftbilder im Vergleich mit den Plänen und den Geländeerkundungen ermittelt.

Nr.	Kürzel	Position	Länge (km)	Bezeichnung in dieser Arbeit	weitere Bezeichnungen (u. a. in den Renaturierungsakten)	Seeteil
01	KN-OE-SA	47,6563 bis 47,6555 °N; 8,8792 bis 8,8807 °E	0,17	Öhningen/Stiegen – Arme Leute Platz	Stiegen; Stiegener Enge	Rheinsee
02	KN-OE-WW	47,6601 bis 47,659 °N; 8,8745 bis 8,9299 °E	0,48	Öhningen/Wangen-West	Öhningen-Wangen	Rheinsee
03	KN-OE-WH	47,6594 bis 47,662 °N; 8,9382 bis 8,9406 °E	0,39	Öhningen/Wangen-Hinterhorn	Wangener Bucht	Rheinsee
04	KN-GA-AB	47,6786 bis 47,6786 °N; 8,9785 bis 8,9794 °E	0,70	Gaienhofen/“Im alten Bach“	Campingplatz „Im alten Bach“	Rheinsee
05	KN-GA-SW	47,6785 bis 47,6794 °N; 8,9794 bis 8,9824 °E	0,26	Gaienhofen/Schlossschule – westl. Ortslage	Uferrenaturierung vor LG.B.Nr. 101 und 102 Gaienhofen	Rheinsee
06	KN-GA-SE	47,6794 bis 47,6803 °N; 8,9825 bis 8,9843 °E	0,17	Gaienhofen/östliche Ortslage	zw. Schiffslände und Seegarten	Rheinsee
07	KN-GA-HF	47,6853 bis 47,6875 °N; 8,9959 bis 8,9991 °E	0,36	Gaienhofen/Freibad Horn	Gaienhofen-Horn, Freibad Horn	Rheinsee
08	KN-GA-HS	47,6909 bis 47,6922 °N; 9,0016 bis 9,0031 °E	0,20	Gaienhofen/Schlössle Hornstaad	Gaienhofen-Horn	Rheinsee
09	KN-MO-IW	47,7184 bis 47,7197 °N; 8,959 bis 8,9561 °E	0,27	Moos/Iznang-westl. Ortslage	Ufersanierung Iznang	Zeller See
10	KN-RZ-HD	47,7355 bis 47,7359 °N; 8,9475 bis 8,9488 °E	0,13	Radolfzell/Herzen-Abschnitt4	„Herzen“ in Radolfzell zw. dem Yachthafen und dem THW-Gelände	Zeller See
11	KN-RZ-HB	47,7366 bis 47,7371 °N; 8,9546 bis 8,9588 °E	0,34	Radolfzell/Herzen-Abschnitt2	„Herzen“ in Radolfzell zw. dem Yachthafen und dem THW-Gelände	Zeller See
12	KN-RZ-HA	47,7371 bis 47,7367 °N; 8,9588 bis 8,9613 °E	0,21	Radolfzell/Herzen-Abschnitt1	„Herzen“ in Radolfzell zw. dem Yachthafen und dem THW-Gelände	Zeller See
13	KN-RZ-WB	47,7366 bis 47,7354 °N; 8,9647 bis 8,9744 °E	0,88	Radolfzell/Wäschbruck-Hafen	Uferrenaturalisierung Karl-Wolf-Strasse, Sportboothafen Wäschbruck	Zeller See
14	KN-RZ-VB	47,7347 bis 47,7336 °N; 8,9766 bis 8,9794 °E	0,24	Radolfzell/Mettnau-Versehrtenbad	Versehrtenbad Mettnau	Zeller See
15	KN-RZ-MS	47,7296 bis 47,7274 °N; 8,9906 bis 8,9941 °E	0,23	Radolfzell/Mettnau-Strandbad	Strandbad Mettnau Bauabschnitt I	Zeller See
16	KN-RZ-MK	47,7272 bis 47,727 °N; 8,9953 bis 8,9989 °E	0,29	Radolfzell/Mettnau-Kur	Strandbad Mettnau Bauabschnitt II	Zeller See

Tabelle 5.1-1 (Fortsetzung)

17	KN-RZ-CM	47,7365 bis 47,7366 °N; 8,986 bis 8,9863 °E	0,09	Radolfzell/Hafen Martin	k.A.	Markelf. Winkel
18	KN-RZ-KA	47,7386 bis 47,7425 °N; 8,9852 bis 8,9854 °E	0,62	Radolfzell/Kläranlage	Markelfinger Winkel in Radolfzell	Markelf. Winkel
19	KN-RE-MS	47,704 bis 47,7033 °N; 9,0579 bis 9,0572 °E	0,14	Reichenau/Mittelzell-Strandbad	Strandbad Insel Reichenau	Gnadensee
20	KN-RE-WE	47,7031 bis 47,7017 °N; 9,0437 bis 9,0437 °E	0,17	Reichenau/Niederzell-Wendt	Wendt, Reichenau	Zeller See
21	KN-KN-GL	47,6712 bis 47,6709 °N; 9,1639 bis 9,165 °E	0,09	Konstanz/Great Lakes-West	k.A.	Seerhein
22	KN-KN-SH	47,6707 bis 47,67 °N; 9,1682 bis 9,1717 °E	0,27	Konstanz/Seerhein-Herosé	Herosé-Areal, Konstanz	Seerhein
23	KN-KN-SW	47,6666 bis 47,6658 °N; 9,1913 bis 9,1958 °E	0,38	Konstanz/Seeuferweg-West	Seestrasse-Schmugglerbucht	Konst. Trichter
24	KN-KN-KS	47,6647 bis 47,6641 °N; 9,1988 bis 9,2029 °E	0,33	Konstanz/Kliniken Schmieder	Kliniken Schmieder	Konst. Trichter
25	KN-KN-SD	47,6641 bis 47,6636 °N; 9,2029 bis 9,2088 °E	0,49	Konstanz/Seeuferweg, Dominikaner Torkel	Alpsteinweg; Douglas-Ost bis Steg Jakob	Konst. Trichter
26	KN-KN-JB	47,6636 bis 47,6658 °N; 9,2089 bis 9,2146 °E	0,50	Konstanz/Jakobsbad bis Hörnle	k.A.	Konst. Trichter
27	KN-KN-HN	47,6866 bis 47,6879 °N; 9,208 bis 9,2066 °E	0,20	Konstanz/Hohenegg-Ruppaner	KN-Hohenegg, Flst. Nr. 3142/1 u. 3142/8	Überlinger See
28	KN-KN-EU	47,6951 bis 47,696 °N; 9,1942 bis 9,1923 °E	0,18	Konstanz/Egg-Uni Sportgelände	Konstanz-Egg vor Flst. Nr. 3307	Überlinger See
29	KN-KN-OG	47,6961 bis 47,6968 °N; 9,192 bis 9,1891 °E	0,24	Konstant/Egg-Obere Güll-ehemaliger Campingplatz	Universitätssportgebiet Gem. Konstanz Flst. Nr. 3311 u. 3309/2	Überlinger See
30	KN-KN-DA	47,733 bis 47,7352 °N; 9,1743 bis 9,1717 °E	0,30	Konstanz/Dingelsdorf-Fließhorn	Ufer Dingelsdorf BA III	Überlinger See
31	KN-KN-DB	47,7412 bis 47,7427 °N; 9,1571 bis 9,1549 °E	0,24	Konstanz/Dingelsdorf-Ortsmitte-Hafen Hamm	Dingelsdorf Bauabschnitt I	Überlinger See
32	KN-BL-SE	47,8163 bis 47,8157 °N; 9,0468 bis 9,0502 °E	0,26	Bodman-Ludwigshafen/See-Ende bei Ludwigshafen	Ludwigshafen	Überlinger See
33	FN-SI-SB	47,797 bis 47,7967 °N; 9,0897 bis 9,0924 °E	0,21	Sipplingen-Strandbad	Strandbad Sipplingen	Überlinger See
34	FN-SI-OW	47,7966 bis 47,7951 °N; 9,0926 bis 9,0958 °E	0,29	Sipplingen/westliche Ortslage	Bodenseeufer Sipplingen	Überlinger See
35	FN-SI-OE	47,794 bis 47,7907 °N; 9,1025 bis 9,1101 °E	0,68	Sipplingen/östliche Ortslage	Sipplingen-Ost	Überlinger See
36	FN-SI-SU	47,7885 bis 47,7873 °N; 9,1128 bis 9,1161 °E	0,34	Sipplingen/Süßenmühle-Bodensee-Wasserversorgung	Schilfbestand Nr. 1 – Süßenmühle	Überlinger See

Tabelle 5.1-1 (Fortsetzung)

37	FN-UE-NU	47,7536 bis 47,7527 °N; 9,188 bis 9,1903 °E	0,21	Überlingen/Nußdorf	Uferrenaturierung Nußdorf	Überlinger See
38	FN-UM-US	47,7254 bis 47,7239 °N; 9,2278 bis 9,2274 °E	0,18	Uhldingen-Mühlhofen/Unteruhldingen-Strandbad	Erneuerung des Landungsstegs mit Uferanpassung Unteruhldingen	Überlinger See
39	FN-ST-SS	47,6825 bis 47,6768 °N; 9,2903 bis 9,306 °E	1,37	Stetten/Seehangsanierung	Seehagsanierung Meersburg-Stetten-Meersburg	Obersee
40	FN-HA-ES	47,6724 bis 47,6701 °N; 9,3243 bis 9,3286 °E	0,42	Hagnau/Strandbad (BA 1)	Hagnau-Ost Bauabschnitt I	Obersee
41	FN-IM-HH	47,6616 bis 47,6611 °N; 9,3486 bis 9,3506 °E	0,20	Immenstaad/Hardthof	Schilfbestand Nr. 8, Hardt	Obersee
42	FN-IM-HA	47,6611 bis 47,6607 °N; 9,3506 bis 9,3553 °E	0,39	Immenstaad/Hardt-Horn	RÜB I Renaturierung Hardt-Horn	Obersee
43	FN-IM-SB	47,6607 bis 47,6613 °N; 9,3553 bis 9,3583 °E	0,30	Immenstaad/Strandbad	Ufersanierung Strandbad	Obersee
44	FN-IM-UA	47,6614 bis 47,6619 °N; 9,3582 bis 9,3608 °E	0,21	Immenstaad/Uferanlage+Privatanlieger	k.A.	Obersee
45	FN-IM-WA	47,6626 bis 47,6622 °N; 9,3628 bis 9,3673 °E	0,46	Immenstaad/westl. Anlegestelle	Uferrenaturalisierung und Anlegesteg	Obersee
46	FN-IM-KM	47,6654 bis 47,6654 °N; 9,3703 bis 9,3724 °E	0,22	Immenstaad/Kniebachmündung	Uferrenaturalisierung Kniebach-Mündung	Obersee
47	FN-IM-DM	47,6656 bis 47,6667 °N; 9,3858 bis 9,3882 °E	0,97	Immenstaad/Dorniermole	Neugestaltung Flst. Nr. 3036 (Dornier-Mole)	Obersee
48	FN-IM-LW	47,6681 bis 47,6668 °N; 9,3926 bis 9,3883 °E	0,39	Immenstaad/Lipbach-Mündung-West	Sicherung des Schilfgebietes westlich der Lipbach-Mündung	Obersee
49	FN-FN-LM	47,6682 bis 47,6686 °N; 9,3928 bis 9,3986 °E	0,51	Friedrichshafen/Fischbach-Lipbach-Mdg.	Sanierung Schilfbestand Lipbach-Mündung/östl. Bauabschnitt und Uferrenaturalisierung „Grenzösch“	Obersee
50	FN-FN-LG	47,6686 bis 47,668 °N; 9,3986 bis 9,4018 °E	0,26	Friedrichshafen/Fischbach-Grenzösch	Sanierung Schilfbestand Lipbach-Mündung/östl. Bauabschnitt und Uferrenaturalisierung „Grenzösch“	Obersee
51	FN-FN-BS	47,6669 bis 47,6674 °N; 9,4096 bis 9,4144 °E	0,39	Friedrichshafen/Fischbach-Seehag	Uferrenaturierung Fischbach	Obersee
52	FN-FN-MF	47,6658 bis 47,6643 °N; 9,4209 bis 9,4232 °E	0,25	Friedrichshafen/Manzell-Freizeitgelände	Uferrenaturierung Fischbach	Obersee
53	FN-FN-SM	47,6582 bis 47,6573 °N; 9,4327 bis 9,4345 °E	0,18	Friedrichshafen/Seemoser Horn	k.A.	Obersee
54	FN-FN-SB	47,6518 bis 47,6518 °N; 9,4566 bis 9,4583 °E	0,14	Friedrichshafen/Strandbad	k.A.	Obersee
55	FN-FN-SC	47,6519 bis 47,6516 °N; 9,4583 bis 9,4603 °E	0,17	Friedrichshafen/Schilf am Schloss	Schilfbestand Nr. 16 östl. Strandbad	Obersee

Tabelle 5.1-1 (Fortsetzung)

56	FN-FN-GG	47,6501 bis 47,6504 °N; 9,4686 bis 9,4708 °E	0,17	Friedrichshafen/Graf Zeppelin Haus	Uferrenaturalisierung vom Graf Zeppelin-Haus bis zum Gondelhafen	Obersee
57	FN-FN-YG	47,6509 bis 47,6501 °N; 9,4738 bis 9,4771 °E	0,29	Friedrichshafen/Yachthafen bis Gondelhafen	Uferrenaturalisierung vom Graf Zeppelin-Haus bis zum Gondelhafen	Obersee
58	FN-FN-BA	47,6487 bis 47,651 °N; 9,4827 bis 9,4871 °E	0,43	Friedrichshafen/Friedrichshafener Bucht, BA 1 (Hafenmole)	Aussenmole BSB-Hafen FN	Obersee
59	FN-FN-BB	47,651 bis 47,6507 °N; 9,487 bis 9,4915 °E	0,37	Friedrichshafen/Friedrichshafener Bucht, BA 2	Uferrenaturierung westl. der Rotachmündung, Bauabschnitt II	Obersee
60	FN-FN-BD	47,6498 bis 47,6469 °N; 9,4955 bis 9,4995 °E	0,52	Friedrichshafen/Friedrichshafener Bucht, BA 4	Uferrenaturierung östl. der Rotachmündung, Bauabschnitt IV	Obersee
61	FN-LA-DL	47,61 bis 47,6082 °N; 9,5278 bis 9,5281 °E	0,21	Langenargen/DLRG	Uferrenaturalisierung beim DLRG-Heim	Obersee
62	FN-LA-LA	47,5949 bis 47,5929 °N; 9,5397 bis 9,5447 °E	0,53	Langenargen/östl. Ortslage, Bauabschnitt 1+2	Uferrenaturierung Langenargen Ost BA I+II	Obersee
63	FN-LA-ME	47,5895 bis 47,5874 °N; 9,5493 bis 9,5533 °E	0,43	Langenargen/Malerecke	Renaturierung Malerecke	Obersee
64	FN-KR-GW	47,5871 bis 47,5855 °N; 9,5556 bis 9,5574 °E	0,28	Kressbronn/Gohren westl. Hafen Meichle+Mohr	Uferrenaturierung an der Argenmündung	Obersee
65	FN-KR-GE	47,5851 bis 47,5847 °N; 9,5615 bis 9,5686 °E	0,55	Kressbronn/Gohren östl. Hafen Meichle+Mohr	Seehagsanierung in der Gem. Kressbronn, Abschnitt 1	Obersee
66	FN-KR-TU	47,5847 bis 47,5855 °N; 9,5686 bis 9,5731 °E	0,38	Kressbronn/Gohren-Tunauer Strand	Seehagsanierung in der Gem. Kressbronn, Abschnitte 2 u. 3	Obersee
67	FN-KR-CI	47,5862 bis 47,5872 °N; 9,5805 bis 9,5872 °E	0,55	Kressbronn/Camping Iriswiese	Seehagsanierung in der Gem. Kressbronn, Abschnitt 4	Obersee
68	LI-WA-WB	47,5712 bis 47,5696 °N; 9,6272 bis 9,6305 °E	0,31	Wasserburg/Wasserburger Bucht	k.A.	Obersee
69	LI-WA-HW	47,5675 bis 47,5661 °N; 9,6291 bis 9,6297 °E	0,22	Wasserburg/Halbinsel Wasserburg	k.A.	Obersee
70	LI-WA-EM	47,5664 bis 47,5653 °N; 9,6378 bis 9,6419 °E	0,46	Lindau/Eschbach-Mündung	Renaturierung Eschbachmündung	Bregenzer Bucht
71	LI-LI-RE	47,5512 bis 47,5506 °N; 9,7008 bis 9,7128 °E	0,97	Lindau/Reutiner Schilfgebiet(West+Ost)	k.A.	Bregenzer Bucht
72	LI-LI-ZL	47,544 bis 47,5371 °N; 9,7231 bis 9,7279 °E	k.A.	Lindau/Zech-Livana	k.A.	Bregenzer Bucht
73	LI-LI-ZH	47,5347 bis 47,5339 °N; 9,7274 bis 9,7287 °E	0,1	Lindau/Zech-Hafen	k.A.	Bregenzer Bucht
74	VB-LO-SB	47,5249 bis 47,5225 °N; 9,7472 bis 9,7507 °E	0,4	Lochau/Strandbad (=Seeufer Lochau, Bauabschnitt 1)	Seeanlagen Lochau, Ufersanierung BT01	Bregenzer Bucht

75	VB-BR-MA	47,5063 bis 47,5061 °N; 9,725 bis 9,7185 °E	0,52	Bregenz/Mehrerauer Seeufer-Abschnitt1	Mehrerauer Seeufer-Abschnitt 1	Bregenzer Bucht
76	VB-BR-MB	47,507 bis 47,5065 °N; 9,7178 bis 9,7123 °E	0,45	Bregenz/Mehrerauer Seeufer-Abschnitt2	Mehrerauer Seeufer-Abschnitt 2	Bregenzer Bucht
77	VB-BR-MC	47,5066 bis 47,5076 °N; 9,7124 bis 9,7075 °E	0,40	Bregenz/Mehrerauer Seeufer-Abschnitt3	Mehrerauer Seeufer-Abschnitt 3	Bregenzer Bucht
78	VB-BR-MD	47,5077 bis 47,5057 °N; 9,707 bis 9,7012 °E	0,69	Bregenz/Mehrerauer Seeufer-Abschnitt4	Mehrerauer Seeufer-Abschnitt 4	Bregenzer Bucht
79	VB-HA-GD	47,4993 bis 47,4977 °N; 9,6828 bis 9,679 °E	0,34	Hard/Grüner Damm	Grüner Damm Hard	Bregenzer Bucht
80	VB-HO-PD	47,488 bis 47,4886 °N; 9,5976 bis 9,5881 °E	0,75	Höchst/Polderdamm	Polderdammanlage, Ausbaumaßnahmen Hochwasserschutz Bauteil 5	Bregenzer Bucht
81	SG-TH-ST	47,4887 bis 47,4851 °N; 9,545 bis 9,5431 °E	0,46	Thal, Staad-Promenade	Seeufergestaltung Staad, Abschnitt Ost	Obersee
82	TG-HO-SH	47,4967 bis 47,5011 °N; 9,4619 bis 9,4495 °E	1,02	Horn/Segelboothafen	Seeufergestaltung Bereich Hafen	Obersee
83	TG-AR-SB	47,5066 bis 47,5124 °N; 9,4343 bis 9,4391 °E	0,94	Arbon/Arbon-Steinacher Bucht	Sanierung Arboner-Steinacher Buch	Obersee
84	TG-ES-LS	47,5499 bis 47,5526 °N; 9,3855 bis 9,3816 °E	0,42	Egnach/Luxburg und Seewiesen	Schilfufersanierung Luxburg-Seewiesen	Obersee
85	TG-UT-FH	47,5845 bis 47,5851 °N; 9,3472 bis 9,3466 °E	0,09	Uttwil/östlich Fischerhafen	Ufergestaltung östlich Fischerhafen	Obersee
86	TG-BO-HF	47,6447 bis 47,6441 °N; 9,2094 bis 9,2064 °E	0,18	Bottighofen/Hafenerweiterung	Ausbau und Sanierung Hafen Bottighofen	Obersee
87	TG-KR-HO	47,645 bis 47,646 °N; 9,2048 bis 9,2024 °E	0,22	Kreuzlingen/Hörnli+Strandbad	Uferrenaturierung „Hörnli“ Abschnitte West und Ost	Obersee
88	TG-KR-SS	47,6476 bis 47,6475 °N; 9,1985 bis 9,1969 °E	0,12	Kreuzlingen/Surfplatz Seegarten	k.A.	Obersee
89	TG-KR-YS	47,6476 bis 47,6498 °N; 9,1968 bis 9,1893 °E	0,64	Kreuzlingen/Yachthafen Seegarten	k.A.	Obersee
90	TG-KR-BP	47,6498 bis 47,6543 °N; 9,1892 bis 9,1835 °E	0,68	Kreuzlingen-Bürgerpark	k.A.	Obersee

5.1.2 Quellen

Als Quellen für die als Renaturierung identifizierten Maßnahmen wurden die Aktenbestände der Maßnahmenträger bzw. der Genehmigungsbehörden ausgewertet (im Folgenden kurz als „Renaturierungsakten“ bezeichnet). Die wichtigsten Informationen befanden sich in den Plänen und Profilen, im Erläuterungsbericht zum Genehmigungsverfahren sowie im Genehmigungsbescheid. Zusätzlich wurden ökologische Gutachten und Stellungnahmen erfasst, die vor Beginn der Maßnahmen oder hinterher als Kontrolle erstellt wurden. Die Pläne und wesentlichen Dokumente lagen auch für jüngere Maßnahmen leider nicht in digitaler Form (z. B. als PDF-Dokumente) vor, obschon die technischen Möglichkeiten dazu seit langer Zeit von den Planungsbüros und den ökologischen Gutachtern genutzt werden.

Von den 90 Maßnahmen sind nur 24 in LFU BW-ISF (2001) dargestellt und 68 finden sich auf der Liste in SIESSEGGER & TEIBER-SIESSEGGER (2005). Mithin konnten durch die intensive Aktenauswertung weitere Renaturierungsmaßnahmen identifiziert werden. Andererseits enthalten die beiden genannten Arbeiten Maßnahmen, die entweder noch nicht durchgeführt wurden oder die hier aufgrund der o. g. genannten Kriterien nicht als Renaturierungen klassifiziert wurden.

In den meisten Fällen wurden die gewünschten Informationen an einem Fundort in einem Aktenstück angetroffen. Bei länger zurückliegenden Maßnahmen lieferten Akten, die sich bei der betreffenden Gemeinde oder beim Landkreis befanden, mitunter zusätzliche Informationen. In anderen Fällen waren bestimmte Informationen in den gesichteten Quellen nicht enthalten, so dass in der nachfolgenden Auswertung gewisse Lücken und Beurteilungsunsicherheiten nicht zu vermeiden waren. Von drei Maßnahmen, die im Gelände als Renaturierungen identifiziert wurden, konnten keine Renaturierungsakten mehr gefunden werden (KN-KN-GL, FN-FN-SM, FN-FN-SB). In zwei weiteren bei SIESSEGGER & TEIBER-SIESSEGGER (2005) erwähnten Fällen fehlten sowohl Hinweise in den Aktenbeständen als auch entsprechend interpretierbare Geländebefunde.

5.1.3 Lokalisierung der Maßnahmen

Die meisten Uferrenaturierungen (77 Maßnahmen) wurden am baden-württembergischen Seeufer durchgeführt. Dort erstrecken sie sich auf eine Uferlänge von 23,27 km, entsprechend 15,0 % der gesamten Uferlänge (Tabelle 5.1-2). Die Zahl der Renaturierungen am bayerischen und österreichischen Seeufer ist geringer (6 bzw. 7), ihr prozentualer Anteil an der gesamten Uferlänge liegt jedoch mit 16,3 bzw. 12,7 % in der gleichen Größenordnung. Die Kantone St. Gallen und Thurgau besitzen gemessen an ihrem Uferanteil nur wenige Renaturierungen, die zudem mit 6,6 % einen geringen Anteil am Ufer haben.

In der Abbildung 5.1-1 ist die räumliche Verteilung der Renaturierungsflächen dargestellt. Die Bregenzer Bucht, die Friedrichshafener Bucht, der Konstanzer Trichter und der westliche Zeller See weisen eine besonders hohe Dichte an renaturierten Uferstrecken auf.

Tabelle 5.1-2: Verteilung der Renaturierungsmaßnahmen entlang des Bodenseeufers, (a) nach politisch-administrativen Einheiten, (b) nach Seeteil; berechnet anhand eines Shapes, das vom Institut für Seenforschung zur Verfügung gestellt wurde (erstellt auf Basis der ATKIS-Daten/Uferberandung), Gesamt-Uferlänge 328,36 km.

(a)	Uferlänge (km)	Anzahl Maßnahmen	Länge der Maßnahmen (km, % der Uferlänge)
Regierungsbezirk Freiburg (Bad.-Württ.)	117,9	32	9,82 (8,3 %)
Regierungsbezirk Tübingen (Bad.-Württ.)	67,2	35	13,45 (20,0 %)
Regierungsbezirk Schwaben (Bayern)	22,7	6	2,93 (12,9 %)
Land Vorarlberg (AT)	47,4	7	3,55 (7,5 %)
Kanton St. Gallen (CH)	13,3	1	0,46 (3,5 %)
Kanton Thurgau (CH)	59,9	9	4,31 (7,2 %)

(b)	Uferlänge (km)	Anzahl Maßnahmen	Länge der Maßnahmen (km, % der Uferlänge)
Untersee	93,9	20	6,34 (6,8 %)
Seerhein und Konstanzer Trichter	19,1	11	3,90 (20,4 %)
Überlinger See	53,8	12	3,33 (6,2 %)
Obersee	116,4	37	15,46 (13,3 %)
Bregenzer Bucht und Alpenrhein-Delta	45,2	10	5,49 (12,1 %)

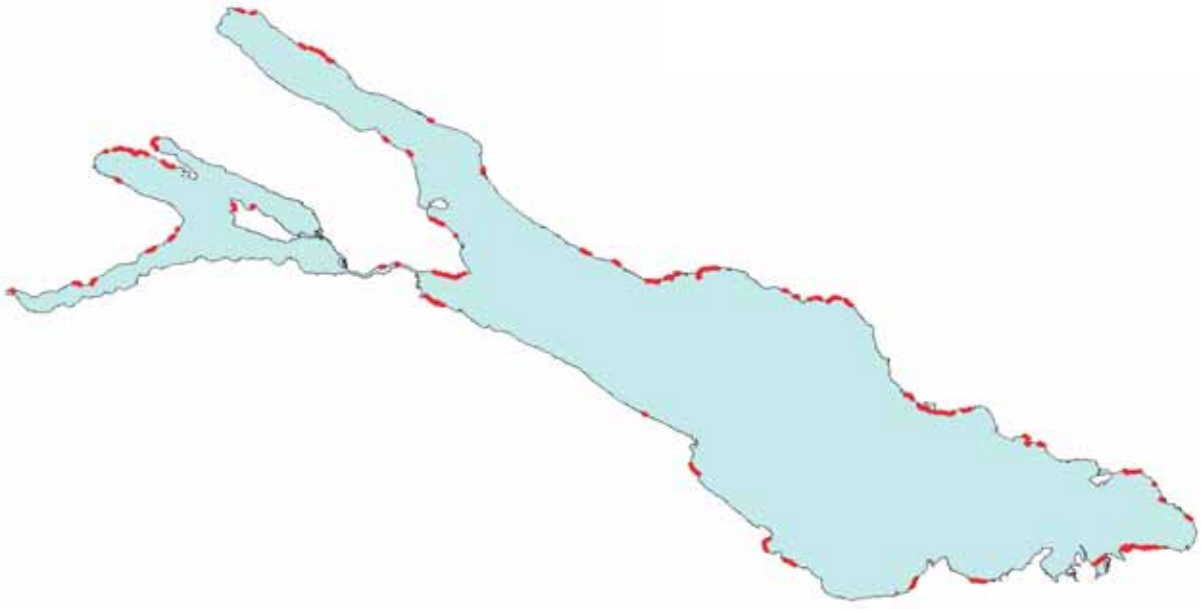


Abbildung 5.1-1: Lage der Renaturierungsflächen am Bodenseeufer.

5.1.4 Phasen der Fertigstellung der Maßnahmen

Die meisten der identifizierten Renaturierungsmaßnahmen liegen bereits viele Jahre zurück (Tabelle 5.1-3). Erste Uferrenaturierungen wurden bereits in den 1970er Jahren durchgeführt, allerdings blieb ihre Zahl bis 1980 gering (4 Maßnahmen). Zwischen 1981 und 1990 wurden bereits 31 Maßnahmen umgesetzt. In den folgenden Jahren bis 2005 lag die Rate bei etwa 3 Maßnahmen pro Jahr, nach 2005 ist sie auf etwa 2 Maßnahmen pro Jahr gesunken.

Tabelle 5.1-3: Fertigstellungszeitraum der Renaturierungsmaßnahmen; für 2 Maßnahmen konnte kein Fertigstellungzeitraum ermittelt werden.

	bis 1980	**1981 bis 1985**	**1986 bis 1990**	**1991 bis 1995**	**1996 bis 2000**	**2001 bis 2005**	**ab 2006**
Regierungsbezirk Freiburg (Bad.-Württ.)	1	1	5	8	8	6	2
Regierungsbezirk Tübingen (Bad.-Württ.)	2	5	15	4	5	2	1
Regierungsbezirk Schwaben (Bayern)	0	0	4	2	0	0	0
Land Vorarlberg (AT)	0	0	0	0	0	7	0
Kanton St. Gallen (CH)	0	0	0	0	0	1	0
Kanton Thurgau (CH)	1	3	0	2	2	0	1
Summe	4	9	24	16	15	16	4

5.1.5 Renaturierungskonzepte

5.1.5.1 Begriffe

Der Begriff der „Seeuferrenaturierung“ sowie die damit verbundenen Defizitbeschreibungen und Zielsetzungen, wie sie in den Renaturierungsakten zum Ausdruck kamen, erwiesen sich als recht diffus.

Insgesamt wurden folgende Begriffe verwendet

- Rekultivierung (1 Maßnahme),
- (Ufer)Sanierung (8),
- (Ufer)Renaturierung (38),
- (Ufer)Renaturalisierung (7),
- Uferanpassung (1),
- Seehag-Sanierung (5),
- Neugestaltung (5),
- Sicherung/Sanierung Schilfbestand (5),
- naturnahe Umgestaltung (1),
- Auffüllung (2),
- Lebensraumsicherung (hier: *Myosotis rehsteineri*) (4),
- Revitalisierung (1),
- Flachwassergestaltung (1).

Von 11 Maßnahmen liegen keine Angaben vor. Weder sind die Begriffe in der einschlägigen wissenschaftlichen, wasserbaulichen oder naturschutzfachlichen Literatur definiert (vgl. aber OSTENDORP 2008), noch wurden sie in den Renaturierungsakten erläutert oder differenziert. Auch die zusammenfassende Literatur (LFU BW-ISF 2001, SIESSEGGER & TEIBER-SIESSEGGER 2005) verwendet für Maßnahmen des gleichen Typs unterschiedliche Begriffe. Maßnahmen, die in LFU BW-ISF 2001 unter „Anböschung von Mauern", „Seehagsanierung" oder „Schilfsanierung" geführt werden, heißen in SIESSEGGER & TEIBER-SIESSEGGER (2005) „Renaturierung" und „Schilfanbau". WITTKUGEL & MÖRTL (2008) empfehlen sogar, den Begriff „Renaturierung" ganz fallen zu lassen und stattdessen durch „naturnahe Umgestaltung" bzw. „Revitalisierung" zu ersetzen. Weder in den Renaturierungsakten noch in der Literatur werden Kriterien genannt, die Seeuferrenaturierungen i. w. S. von gewöhnlichen Uferaufschüttungen, Erosionssicherungsmaßnahmen und Uferverschönerungen unterscheiden.

5.1.5.2 Motive

Soweit aus den Renaturierungsakten zu ersehen war, wurde nur etwa ein Drittel der Maßnahmen mit dem alleinigen Ziel geplant und durchgeführt, ein anthropogen umgestaltetes Ufer durch Rückbau „natürlicher" zu machen. Vielmehr waren auch andere nutzbringende Gesichtpunkte Teil der Motivation, ohne dass dies in den Akten mit der gewünschten Deutlichkeit sichtbar wurde.

Definitiv keine anderen Motive als Gewässerschutz, Naturschutz, naturnahe Entwicklung, Schutz und Wiederansiedlung von Schilfbeständen und Gehölzen (inkl. Erosionssicherung) wurden bei 33 Maßnahmen genannt. Häufig gingen diese Maßnahmen auch mit einem Abbruch von nicht genehmigten Stegen oder anderen wasserbaulichen Anlagen einher. Zu den sonstigen Nutzeffekten, einzeln oder in Kombination, gehörten u. a. (in der Reihenfolge der Häufigkeit, Mehrfachnennungen möglich)

- Badestrandauffüllungen (Strandbad, Campingplatz): 16 Renaturierungsflächen,
- flankierende Maßnahme zum Neu-/Umbau eines Hafens, einer Steganlage: 10 Renaturierungsflächen,
- Anlage einer Uferpromenade, eines Uferwegs: 8 Renaturierungsflächen,
- Deponie von Hafenschlämmen oder Baggergut aus der Uferzone: 6 Renaturierungsflächen,
- Verlegung von Ufersammlern u. Ä.: 5 Renaturierungsflächen (Abb. 5.1-2).

Abbildung 5.1-2:

Verlegung eines Ufersammlers in der Renaturierungsfläche FN-FN-HA in Immenstaad (März 1989, Foto P. Krumscheid-Plankert).

5.1.5.3 Leitbilder

Bemerkenswert ist der Umstand, dass bei der planerischen Ausgestaltung der Renaturierungsmaßnahmen weitgehend auf die Formulierung von abstrakten und konkreten Leitbildern verzichtet wurde, so wie es im Naturschutz seit geraumer Zeit und im Gewässerschutz seit Einführung der EG-Wasserrahmenrichtlinie üblich ist (BERNOTAT et al. 2002; MÜSSNER et al. 2002; CIS WG 2.3 2003; OSTENDORP 2006). So blieb im einzelnen Fall unklar, durch welche Merkmale sich ein naturnahes Ufer in dieser Situation ausgezeichnet hätte, inwieweit die geplante Maßnahme dem naturnahen Zustand entgegengekommen wäre, und was nach erfolgter Umsetzung die Erfolgskriterien hätten sein können.

5.1.5.4 Defizitanalyse

Der Wunsch, einen anthropogen umgestalteten Uferabschnitt in einen „naturnäheren“ Zustand zu überführen, impliziert, dass der aktuelle Zustand als mangelhaft oder nachteilig angesehen wird. Die identifizierten Defizite sind im Begründungszusammenhang mit der Maßnahme als solcher, aber auch mit der konkreten Ausführung von Bedeutung.

In den Erläuterungsberichten – zumindest zu den jüngeren Renaturierungsmaßnahmen – wird auf diese Defizite eingegangen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen den mutmaßlichen nachteiligen Folgen, die der zu renaturierende anthropogen veränderte Uferabschnitt großräumig oder sogar für die ökologische Integrität des Sees hat („allgemeine Defizite“), und den konkreten lokalen Defiziten, die im Planungsgebiet angetroffen wurden und sich dort auswirken und die durch geeignete Maßnahmen beseitigt werden sollen („spezielle Defizite“).

Bei den allgemeinen Defiziten wurden in 65 Fällen keine expliziten Angaben gemacht, wobei häufig mit allgemeinen Worten auf die große Bedeutung der Flachwasserzone hingewiesen wird. In den anderen Fällen werden genannt (in abnehmender Häufigkeit, Mehrfachnennungen möglich):

- Änderung der Strömungsverhältnisse, Störung des Erosions-/Akkumulationsgleichgewichtes (Sedimentumlagerung, Ufererosion, Ablagerung von org. Schlämmen): 12 Nennungen,
- Beeinträchtigung von Ufergehölzen bzw. des Seehags (v. a. durch Ufererosion): 8 Nennungen,
- Belastung der Schilfröhrichte (v. a. durch Wellen, Treibgut): 6 Nennungen,
- allgemeine ökologische Beeinträchtigungen (Fische, Vögel, Selbstreinigung) durch Uferverbauung: 4 Nennungen.

Beeinträchtigung des Land-Wasser-Übergangs (z. B. durch Ufermauern), Gefährdung von Bodendenkmalen (durch Erosion) sowie Beeinträchtigung menschlicher Nutzungen (Geruchsbelästigung durch org. Schlämme) wurden je einmal genannt.

Die speziellen Defizite im Planungsgebiet wurden in 46 Fällen nicht explizit aufgelistet. In den anderen Fällen wurden folgende Defizite genannt (in abnehmender Häufigkeit, Mehrfachnennungen möglich):

- Beeinträchtigungen durch Wellenbelastung bzw. Ufererosion (u. a. des Schilfgürtels): 30 Nennungen,
- Beeinträchtigungen durch Uferverbauungen (u. a. der Wasser-Land-Durchgängigkeit): 17 Nennungen,
- Beeinträchtigungen, v. a. der Ufervegetation durch Freizeitnutzungen (Campingplatz-Badestrand, Surfbretter- u. Bootsliegeplätze, Müll): 11 Nennungen.

In weiteren Fällen wurden ökologische Beeinträchtigungen durch Treibgut, instabile Kieswälle bzw. Verschlammung (5), Beeinträchtigungen der Nutzbarkeit durch den Menschen (z. B. durch Geruchsbildung, badewasser-hygienische Belastung) (1) bzw. die Notwendigkeit, Deponiekörper abzudichten (1), genannt.

Insgesamt nehmen die vorgeblich anthropogen verstärkte Wellenbelastung und Ufererosion sowie die Beeinträchtigung der Wasser-Land-Durchgängigkeit durch Uferverbau eine besonders wichtige Rolle in den Begründungszusammenhängen und Defizitanalysen ein.

Abbildung 5.1-3: Ufermauern beeinträchtigen die Wasser-Land-Durchgängigkeit – mal mehr, mal weniger (Hagnau, 08.10.2007, beide Fotos W. Ostendorp).

In den meisten Renaturierungsakten wird weder die Literatur zitiert, die eventuell die „allgemeinen Defizite“ belegen oder stützen könnte, noch werden explizit die Gutachten zitiert, die ggf. im Vorfeld der Planungen durchgeführt worden waren, und die eine Beziehung zwischen den Biozönosen und den „speziellen Defiziten“ hätten belegen können.

5.1.5.5 Ziele der Renaturierung

Bei den in den Renaturierungsakten genannten Zielen lassen sich zwei Ebenen unterscheiden:

- allgemeine Zielsetzungen, die sachlich und räumlich über das engere Planungsgebiet hinausgreifen, oder als Teilaspekte übergeordneter Vorgaben gelten können,
- spezifische Zielsetzungen, die das unmittelbare Planungsgebiet betreffen.

Bei den allgemeinen Zielsetzungen sind in 58 Fällen keine solchen Zielsetzungen erwähnt. In den verbleibenden Fällen werden genannt (Mehrfachnennungen möglich):

- Erfüllung von übergeordneten gesetzlichen bzw. planerischen Vorgaben wie Bodenseeuferplan, FFH-Richtlinie; Hochwasserschutzprogramme: 10 Nennungen,
- Verbesserung der Wasserqualität, Stärkung der Selbstreinigungskraft: 6 Nennungen,
- Verminderung und/oder Lenkung der allgem. Auswirkungen der Ufernutzung auf die Flachwasserzone: 7 Nennungen.

Demgegenüber fielen Zielsetzungen wie die (teilweise) Erfüllung von abstrakten Leitbildern, die Umsetzung von wasserrechtlichen Auflagen bzw. die Funktion als naturschutzrechtliche Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahme nicht weiter ins Gewicht. Allerdings war aus vielen Renaturierungsakten nicht mit gewünschter Deutlichkeit zu erkennen, ob es sich um eine Ausgleichs- bzw. Ersatzmaßnahme gehandelt hatte; entsprechende Hinweise ergaben sich eher zufällig aus anderen Informationen bzw. aus dem Schriftverkehr. Somit dürfte diese Art der Zielsetzung unterschätzt worden sein.

Die spezifischen Zielsetzungen ließen sich wie folgt gruppieren (Mehrfachnennungen möglich):

- allgemeine ökologische Aufwertung, z. B. Schaffung und/oder Vernetzung von typischen Biotopen, Vorbereitung zur Ausweisung von Schutzgebieten (z. B. flächenhaften Naturdenkmalen), Förderung der Wasser-Land-Durchgängigkeit, bessere Anbindung von kleinen Fliessgewässern an das Seeufer: 11 Nennungen,
- hydraulische Verbesserungen i. w. S., beispielsweise Verbesserung der Strömungsverhältnisse, Erosionsschutz bzw. Verhinderung weiterer Erosion, Verhinderung einer Verschlammung, Verminderung der Strandwallbildung, Sicherung der Standfestigkeit von Ufermauern: 21 Nennungen,
- Förderung der Ufervegetation, z. B. von Schilfbeständen inkl. ihrer Wiederansiedlung (u. a. als Brutplatz für Wasservögel, Rohrsänger; in ihrer Funktion für den Uferschutz), der Strandrasen u. a. niedrigwüchsiger Pioniervegetation, der Ufergehölze (inkl. deren Funktion zur Ufersicherung): 21 Nennungen,
- Förderung der Fauna, z. B. der Fischfauna, der Avifauna: 3 Nennungen,
- Förderung eines naturnahen Sedimenttransport bzw. der naturnaher Ablagerungsbedingungen : 2 Nennungen,
- naturnahe Abdeckung von Deponiekörpern (Bauschutt, Hafenschlämme, Erdaushub): 3 Nennungen,
- Einschränkung von Freizeitnutzungen (auch Nutzerlenkung und funktionale Trennung), Räumung von Bootsliegeplätzen: 7 Nennungen,
- Verbesserung und Ausweitung von Nutzungen, z. B. verbesserte Zugänglichkeit zum Wasser (u. a. Anlage eines Uferwegs), räumliche Ausdehnung und Qualitätssteigerung der Freizeitnutzung (z. B. Badebetrieb, Spaziergänger), geringeres Gefährdungspotenzial für Nutzer (Badegäste, Kinder), Förderung der fischereilichen Nutzung, landschaftsästhetische Verbesserung: 25 Nennungen.

Von der Zahl der Nennungen her dominierten demnach Verbesserungen und Ausweitungen von (Freizeit-)Nutzungen, die Unterbindung der Ufererosion u. ä. hydraulische Verbesserungen, sowie die Förderung von Schilfbeständen und Ufergehölzen, zumeist in ihrer Funktion als Uferschutz oder zur Förderung der „Selbstreinigungskraft“. Bedeutsame Einschränkungen der (Freizeit-)Nutzungen spielten dagegen eher eine untergeordnete Rolle (hierzu vgl. auch Kap. 5.5).

Zu der Formulierung von Renaturierungszielen würde es auch gehören, Verfahren anzugeben, anhand derer die Zielerreichung überprüft werden kann (vgl. Kap. 5.1.5.6). Auch zu diesem Punkt sind praktisch keine Hinweise oder Empfehlungen in den Renaturierungsunterlagen zu finden. Eine Ausnahme bilden die Maßnahmen des Mehrerauer Seeufers in Bregenz (VB-BR-MA bis MD) sowie die Renaturierung in Thal-Staad (SG-TH-ST); hier wurde von Anfang an ein langfristiges Monitoring in die Überlegungen einbezogen.

5.1.5.6 Ökologische Begleituntersuchungen

Insgesamt konnten 77 unveröffentlichte Gutachten und Publikationen identifiziert werden. Bei 37 von 90 Renaturierungsflächen wurden die Maßnahmen durch externe ökologische Gutachten vorbereitet Inwieweit die Ergebnisse dieser Untersuchungen in die Maßnahmenplanungen eingeflossen sind, war nicht zu erkennen. Zusätzlich wurden die meisten Maßnahmenplanungen durch private oder dienstliche Stellungnahmen von Dr. B. SIESSEGGER (damals ISF) begleitet.

In 17 Fällen wurden auch nach Ende der Maßnahmen ökologische Kontrolluntersuchungen durchgeführt. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang das Monitoring-Konzept am Mehrerauer Seeufer (VB-BR-MA bis MD) und am sankt-gallischen Ufer (SG-TH-ST).

5.1.5.7 Naturschutzfachliche Aspekte

Konkrete naturschutzfachliche Zielsetzungen wurden nur bei wenigen Renaturierungsmaßnahmen genannt, wenn von der Ansiedlung von Schilfröhrichten (*P. australis*) aus Gründen des Uferschutzes und der Stärkung der „Selbstreinigungskraft“ abgesehen wird. Im Zuge der Maßnahme FN-KR-GW an der Argenmündung wurden auf Initiative des Umweltamtes des Lkrs. Bodenseekreis mit Unterstützung der Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) Freiburg genetisch heimische Schwarzpappel-Klone angesiedelt, die Maßnahmen bei Mehrerau (VB-BR-MA bis -MC) dienten explizit zur Erhaltung und Förderung des Bodensee-Vergissmeinnichts (*Myosotis rehsteineri*), einer Art aus Anhang II der FFH-Richtlinie („Pflanzenart von gemeinschaftlichem Interesse, für deren Erhalt besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen“), und weiterer Strandrasenarten. Auch auf der Fläche in Thal-Staad (SG-TH-SH) wurde das Bodensee-Vergissmeinnicht gepflanzt. In einzelnen Fällen ergab sich im Nachgang zur Maßnahme eine Unterschutzstellung des Gebietes (z. B. KN-KN-OG, TG-BO-HF).

Abbildung 5.1-4:

Eine Info-Tafel des Bodenseepfads informiert über die Renaturierungsmaßnahme FN-KR-GW (Argenmündung) und die Pflanzung von heimischen Schwarzpappel-Klonen.

5.1.6 Wasserbauliche Varianten und Bepflanzung

5.1.6.1 Bauvarianten

Aus dem reichen Spektrum an möglichen Bauvarianten, die an mitteleuropäischen Seeufern bisher realisiert wurden (vgl. OSTENDORP 2008), kamen am Bodensee nur wenige Typen zur Anwendung. Im Einzelnen konnten folgende Bauvarianten unterschieden werden, die auf den Renaturierungsflächen von ihrer Ausdehnung her dominierten (Abb. 5.1-5):

- Anschüttung einer Mauer-, Erosions- bzw. Böschungskante mit groben Geröllen (ca. 100-300 mm ∅) mit hoher Neigung (ca. 1:5 bis 1:10): 28 Maßnahmen,
- Anschüttung und Reliefausgleich mit einem Böschungsfuß aus groben Geröllen (ca. 100-300 mm ∅) und einer Abdeckung aus Kies (ca. 20-100 mm ∅), zumeist als Mischkorn mit breitem Korngrößenspektrum (Kiesgrubenabraum, Moräne), seltener als gesiebtes Korn mit engerem Korngrößenspektrum, mit einer geringen Neigung (ca. 1:10 bis 1:30): 49 Maßnahmen,
- Anschüttung und Reliefausgleich mit einem Böschungsfuß aus groben Geröllen (ca. 100-300 mm ∅) und einer Abdeckung aus Sand bzw. kiesigem Sand (ca. < 10 mm ∅) mit geringer Neigung (> 1:30): 4 Maßnahmen,
- großflächig-geringmächtige Abdeckung mit Kiesen und Geröllen über Geotexil bei Relieferhalt: 1 Maßnahme,
- kombinierte Anwendung von verschiedenen Bauvarianten: 8 Maßnahmen.

Damit wurden knapp 90% aller Renaturierungsmaßnahmen nach dem von B. SIESSEGGER entwickelten Modell gebaut. Den Bauvarianten lag die Vorstellung zu Grunde, die Wellenenergie durch die Schaffung einer breiten Brandungsplattform mit erosionsstabilem Material zu dissipieren, um dadurch im Planungsgebiet selbst, aber auch an den umliegenden Uferstrecken die Erosionsgefährdung herabzusetzen. Gleichzeitig wurden auf diese Weise Mauern, künstliche Steilböschungen oder natürliche Kliffkanten abgedeckt und bestimmte Nutzungen verbessert oder erweitert (vgl. Kap. 5.1.8 und 5.5). Die Wahl der Varianten wurde u. a. durch den mutmaßlichen Wellenangriff (anhand des Windwirkungswegs, Fetch) und die Breite der natürlichen Brandungsplattform bestimmt. Steilscharige Ufer erforderten eine entsprechend steile Schüttung, die sich bautechnisch nur bei Verwendung mit groben Geröllen stabil verhält. Stand mehr Raum zur Verfügung, z. B. an flachscharigen Ufern, konnten die Neigung der Auffüllfläche geringer und ein feinkörnigeres Deckmaterial gewählt werden. Als seewärtiger Abschluss diente häufig ein Böschungsfuß aus groben Geröllen, von dem erwartet wurde, dass er einen großen Teil der Wellenenergie aufnimmt. Überdies kann der in den Untergrund eingelassene Böschungsfuß die Rolle eines Widerlagers übernehmen, um ein Abrutschen der Auffüllmassen oder Grundbrüche durch die Auflast auf der Auffüllfläche zu verhindern. Generell wurde kein kantig gebrochenes, sondern nur gerundetes Material verwendet, wie es am Bodenseeufer häufig zu Tage liegt und aus benachbarten Kiesgruben leicht zu beschaffen war.

Die Bauvarianten sind allgemein durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Schaffung eines gleichmäßig geneigten Uferreliefs im Eulitoral; das künstliche Relief dürfte in vielen Fällen nicht dem typischen naturnahen Uferrelief entsprechen, das seewärts eine geringere, landwärts eine größere Neigung aufweist (hierzu vgl. auch DITTRICH et al. 1999),

Abbildung 5.1-5 : Häufige Bauvarianten der Uferrenaturierungen am Bodensee: oben links: Anschüttung mit groben Geröllen (Immenstaad, FN-IM-WA, 19.2.2007, Foto M. Peintinger); oben rechts: Böschungsfuß und Auffüllung mit Kiesgrubenabraum in Sipplingen-Süßenmühle (25.02.1988, Foto P. Krumscheid-Plankert); unten links: Böschungsfuß aus Geröllen und Sandspülfläche in der Lipbach-Mündung (FN-FN-LM, Febr. 1989, Foto P. Krumscheid-Plankert); unten rechts: Luftaufnahme der flächigen Kiesschüttungen über Geotextilien (sichtbare streifige Struktur) in der Wangener Bucht (KN-OE-WH, 17.03.2002, Foto LAD BW).

- Einbringung von grobkörnigem Material (v. a. für den Böschungsfuß) auf ein natürliches Substrat, das zumeist deutlich geringere Korngrößen aufweist; dadurch künstliche Schaffung von Geröll-Litoralhabitaten,
- Bemühung um ein wasserbaulich stabiles Relief, das keine wesentlichen Materialumlagerungen oder ufermorphologische Entwicklungen zulässt (vgl. aber WENDLING 1997).

Im Kap. 5.1.8 werden die wasserbaulichen Merkmale ausgewählter Renaturierungsmaßnahmen, u. a. der Testflächen im Untersuchungsplan dieser Studie (vgl. Kap. 4.2 und Abb. 4-1) detailliert analysiert.

5.1.6.2 Bepflanzung

Die meisten Renaturierungsflächen wurden nach Ausweis der Renaturierungsakten, ergänzt durch Geländebegehungen, in irgendeiner Form bepflanzt (Abb. 5.1-6). Nur auf 20 Flächen fand definitiv keine Bepflanzung statt, von weiteren 6 Flächen waren keine Angaben verfügbar. Im Einzelnen konnten folgende Bepflanzungsvarianten unterschieden werden (Mehrfachnennungen möglich):

- flächige Röhrichtpflanzungen: 26 Renaturierungsflächen,
- Strand- und niedrigwüchsige Uferpflanzen: 7 Renaturierungsflächen,
- Gehölze der naturnahen Weich- und Hartholzaue (in Gruppen): 30 Renaturierungsflächen,
- Ziergehölze: 9 Renaturierungsflächen,
- Zierrasen, gärtnerische Pflanzungen: 20 Renaturierungsflächen.

Diese Übersicht macht deutlich, dass erhebliche Teile der Renaturierungsflächen mit naturferner Vegetation bepflanzt wurden. Es handelte sich dabei häufig um Renaturierungsmaßnahmen, die als Uferpromenaden, Strandbäder oder Privatstrände genutzt werden. Bei den nach Augenschein mit *naturna-*

Abbildung 5.1-6 : Bepflanzung der Uferrenaturierungen am Bodensee: oben links: Schilfpflanzung am Strandbad Friedrichshafen („Schilf am Schloss“, FN-FN-SC, 06.06.1984, Foto W. Schöllhorn); oben rechts: Schilf-Ballenpflanzungen an der Lipbach-Mündung (FN-IM-LW, 03.11.1989, Foto P. Krumscheid-Plankert); unten links: Gebüschstreifen aus nicht einheimischen Gehölzen als Sichtschutz auf der Renaturierungsfläche „Uferpark“ in Langenargen (FN-LA-LA, 05.08.2007, Foto W. Ostendorp); unten rechts: Rodung von Gebüschen am „Grünen Damm“ in Hard (AT), vorn die Renaturierungsfläche, im Hintergrund der nicht renaturierte Bereich (VB-HA-GD, 12.08.2007, Foto W. Ostendorp).

hen Gehölzen bepflanzten Flächen ist in der Regel anzunehmen, dass das Pflanzmaterial aus einer Baumschule bzw. einer Landschaftsgärtnerei bezogen wurde, und damit oft nicht einheimischen Genotypen entstammt.

In mindestens einem Fall (VB-HA-GD) wurden im Gegenteil Gebüsche und die krautige Vegetationsdecke entfernt, um die Renaturierungsfläche anlegen zu können (Abb. 5.1-6, unten rechts).

5.1.7 Information der Öffentlichkeit

Die Information der Öffentlichkeit beschränkte sich vor und während der Durchführung der Renaturierungsmaßnahmen zumeist auf die Information der Anlieger, der zuständigen Stellen in der betreffenden Gemeinde sowie auf Vorträge und Ortstermine mit Gemeinderäten. Von 49 der insgesamt 90 erfassten Renaturierungsflächen sind der breiten Öffentlichkeit und der interessierten Öffentlichkeit keine Informationen zugänglich. Die verbleibenden 41 Renaturierungsmaßnahmen wurden im Nachhinein durch

- Informationstafeln (davon 2 Maßnahmen mit inhaltsleeren Info-Tafeln, 14 Maßnahmen mit Tafeln, die explizit auf die Renaturierung hinweisen, 24 Maßnahmen mit Tafeln, die in allgemeiner Form auf Landschaft, Natur oder Kultur hinweisen),
- (derzeit noch verfügbare) Faltblätter, Informationsschriften, Broschüren (4 Renaturierungsmaßnahmen),
- Internet-Auftritte (4 Maßnahmen),
- wissenschaftliche Publikationen und Dokumentationen[1] (22 Maßnahmen)

der Öffentlichkeit vorgestellt. Beispiele für eine umfassende Information über Uferrenaturierungen sind

- die vom Landkreis Bodenseekreis 1986 bis 1992 im Rahmen eines F+E-Vorhabens durchgeführten und vom Limnologischen Institut der Universität Konstanz wissenschaftlich begleiteten Renaturierungsmaßnahmen (KRUMSCHEID 1987, KRUMSCHEID-PLANKERT 1992, SCHÖLLHORN 1993, KRUMSCHEID-PLANKERT 1993, EPPINGER & KRUMSCHEID-PLANKERT 1991); im Rahmen dieses Vorhabens wurden Faltblätter erstellt, Exkursionen für interessierte Bürger durchgeführt sowie eine internationale Fachtagung[2] mit Exkursion veranstaltet;
- die von der Stadt Bregenz im Rahmen des LIFE-Natur-Projekts „Lebensraumsicherung für *Myosotis rehsteineri* in Bregenz“ durchgeführten Renaturierungen am Mehrerauer Seeufer (AMT DER LANDESHAUPTSTADT BREGENZ 2005); während der Umsetzungsphase wurden Initiativen gebildet, die einen Videofilm gedreht und einen Internet-Auftritt[3] erstellt haben;

[1] Bei den Dokumentationen handelt es sich im LFU BW-ISF (2001), deren einzelne Teile unter http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/32691/ als PDF-Dateien abgeladen werden können.

[2] Fachtagung „Seeuferzerstörung und Seeuferrenaturierung“ vom 5. bis 9.4.1992; vgl. OSTENDORP & KRUMSCHEID-PLANKERT (Hg.) (1993)

[3] URL: http://life-natur.bregenz.at

darüber hinaus wurden eine Ausstellung und mehrere Exkursionen durchgeführt. Eine Reihe von thematisch zentrierten Faltblättern und eine Übersichtsbroschüre informieren über die Landschaft, Pflanzen, Tiere und Freizeitmöglichkeiten in dem Gebiet. Die Publikation von GRABHERR et al. (2006) dokumentiert die Bestandsentwicklung des Bodensee-Vergissmeinnichts.

Insgesamt darf man wohl behaupten, dass die breite Öffentlichkeit, insbesondere diejenigen Personengruppen, die sich öfter am Ufer und in der Nähe der Renaturierungsflächen aufhalten, ausreichend Gelegenheit haben, sich über Uferbelastungen und Renaturierungen zu informieren (Abb. 5.1-7).

Von Nachteil ist das weitgehende Fehlen von wissenschaftlichen Publikationen, in denen die konzeptionellen und wasserbaulichen Grundlagen nachzulesen wären, oder die Untersuchungen zu Erfolgkontrollen darstellen. Unter den insgesamt 77 Dokumenten (Gutachten, Publikationen, wiss. Berichte, Examensarbeiten, Promotionen), die bislang identifizierte wurden, finden sich lediglich sechs wissenschaftliche Publikationen in eher nachrangigen Fachjournalen. Die interessierte (Fach-)Öffentlichkeit wird derzeit also nicht sehr gut bedient. Dadurch werden eine breite Fachdiskussion und der Erfahrungsaustausch behindert, die sicherlich beide wichtige Komponenten bei der Optimierung von Renaturierungsmaßnahmen darstellen.

Abbildung 5.1-7: Information der Öffentlichkeit: links: unter der Überschrift „Der Natur auf der Spur“ behauptet die Info-Stele in Kreuzlingen-Seeburgpark, dieses Seeufer sei ökologisch aufgewertet; dass es sich um eine Aushub- und Bauschuttdeponie handelt, durch die bis in die 1970er Jahre hinein mehr als 11 Hektar aquatischer Lebensräume vernichtet wurden, erfährt der Besuchern nicht (TG-KR-BP, 07.09.2007, Foto W. Ostendorp); rechts: eine Info-Tafel des „Bodenseepfads“[4] beim Bundesbahnhafen in Friedrichshafen erläutert dem Besucher aus der Sicht der Wasserwirtschaft die Verbindung zwischen dem Uferverbau und der Notwendigkeit von Uferrenaturierungen (FN-FN-BA, Foto 20.02.2007 W. Ostendorp).

[4] vgl. auch http://www.ecolup.info/docs/standard.asp?id=619&domid=629&sp=D&addlastid=&m1=926&m2=590&m3=606&m4=619; hier können die Tafeln als PDF-Dokument abgeladen werden.

5.1.8 Analyse der Pläne und Profile ausgewählter Renaturierungsmaßnahmen

Von den 18 ausgewählten Renaturierungsflächen konnten bislang 15 Flächen durchgängig ausgewertet werden. Von einer Ausnahme (KN-KN-JB) abgesehen, waren von den verbleibenden 14 Maßnahmen alle gewünschten Angaben zu rekonstruieren (vgl. Kap. 4.3.2).

Diese ausgewerteten Maßnahmen erstreckten sich auf eine Uferlänge von 7,09 km entsprechend 20,5 % des gesamten renaturierten Ufers. Die Gesamt-Fläche betrug 26,82 Hektar. Die größten Flächen waren KN-KN-JB (3,24 ha) und TG-HO-SH (7,73 ha), die u. a. als Bauschutt- bzw. Erdaushubdeponie mit anschließender Nutzung als Uferanlage geplant worden waren. Die kleinste Renaturierungsfläche (KN-RE-WE) maß nur 0,42 ha.

Aus dem Quotienten von Fläche und Uferlänge ergibt sich eine durchschnittliche Breite der Renaturierungsflächen von 37,83 m, wobei die Werte der einzelnen Maßnahmen stark schwankten. Besonders breit waren mit 64,70 m bzw. 70,54 m die beiden Flächen KN-KN-JB und TG-HO-SH, Werden diese beiden Flächen aus der Berechnung ausgeschlossen, ergibt sich eine durchschnittliche Breite von 28,85 ± 4,65 m (Mittelwert ± einf. Standardabweichung, n=16 Flächen). Bei einer Gesamtlänge des renaturierten Ufers von 34,52 km (vgl. Tab. 5.1-2) ist also am Bodensee mit einer gesamten renaturierten Fläche von etwa 1,04 km^2 zu rechnen.

Hinsichtlich der Bauvarianten (vgl. Kap. 5.1.6.1) handelte es sich auch bei den ausgewerteten Maßnahmen überwiegend um Vorschüttungen vor existierende Uferbefestigungen (Ufermauern, Steilschüttungen, Steinsetzungen) oder vor Erosionskliffkanten. Von den insgesamt 195 ausgewerteten Profilen waren 142 Profile mit einer landwärtiger Uferbefestigung, zumeist Ufermauern, versehen, die im Zuge der Renaturierungsmaßnahme durch Vorschüttungen abgedeckt wurden. Dabei wurde in aller Regel das Profil niveaugleich bis zur Mauer-Oberkante hochgezogen, lediglich bei 14 Profilen wurden die Mauer und ggf. die dahinter liegende künstliche Hinterfüllung um mehr als 0,30 m abgetragen. Die Renaturierungen beschränkten sich also im Wesentlichen auf eine *Vorschüttung*, von einem *Rückbau* kann nur in wenigen Abschnitten die Rede sein. Eine Ausnahme stellt die Renaturierung in Staad-Ost (SG-TH-ST) dar, bei der auf einer Länge von etwa 420 m eine durchziehende Mauer komplett beseitigt wurde; ein verbliebener Mauerrest von rund 80 m Länge wurde als „Insel“ stehen gelassen, sie schützt dabei eine dahinter liegende künstlich angelegte Lagune und bleibst ansonsten der natürlichen Entwicklung (Zerfall des Bauwerk, Besiedlung mit Gehölzen u .a.) überlassen.

Mit der Vorschüttung war auch eine Neugestaltung der Uferlinie verbunden. Dabei verkürzte sich die Land-Wasser-Kontaktlinie, die vor der Renaturierung durch die Uferbefestigung bzw. Kliffkante und nach der Renaturierung durch die MMW-Linie gegeben war, um bis zum 24 %. Bei einigen wenigen Renaturierungen, die an Landvorsprüngen gelegen waren, kam es dagegen zu einer Verlängerung der Kontaktlinie um bis zu 6 %. Insgesamt war der Effekt mit 4 ±11 % relativ unbedeutend.

Das seewärtige Ende der Renaturierungsfläche, i. d. R. der Böschungsfuß, lag auf einem Niveau von im Mittel 394,13 ± 0,20 m ü. NN (Untersee) bzw. 394,15 ± 0,44 m ü. NN (Obersee). Das bedeutet, dass der Böschungsfuß praktisch ganzjährig überschwemmt ist (vgl. Tab. 2-3). Das landwärtige Ende der Renaturierungen lag im Mittel bei 396,85 ± 0,18 m ü. NN (Untersee) bzw. 397,26 ± 0,70 m ü. NN (Obersee). Diese Niveaus werden am Untersee statistisch gesehen an 1,5 Tagen, am Obersee an etwa 0,3 Tagen im Jahr erreicht. Von der vertikalen Positionierung her umfassen die untersuchten Uferrena-

turierungen demnach die gesamte Spannweite vom niedrigsten Niedrigwasser bis zum höchsten Hochwasser.

Bedingt durch die Aufschüttung kam es im Vergleich zur Ausgangssituation zu einer Veränderung der Uferneigung. Im oberen Eulitoral zwischen MMW- und MHW-Linie war das Ufer im Ausgangszustand häufig recht steil – bedingt durch Ufermauern, Steilschüttungen und Erosionskanten. Im Mittel aller untersuchten Profile lag die Neigung bei 1:4,8 ± 2,4. Hier wurde durch die Renaturierung ein Reliefausgleich geschaffen, der für eine Verringerung der Neigung auf 1:11,4 ± 4,2 sorgte. Im unteren Eulitoral zwischen MMW- und MNW-Linie war die Uferneigung aus natürlichen Gründen geringer; sie betrug im Mittel 1:17,7 ± 10,7. Infolge der Aufschüttung kam es zu einer Versteilung auf 1:10,3 ± 3,6. Wenn allerdings die Uferbefestigungen bis zur MNW-Linie herunterreichten, wie dies beispielsweise bei den Renaturierungsflächen KN-KN-SW und FN-FN-GG der Fall war, sorgte die Aufschüttung naturgemäß auch hier zu einem Reliefausgleich. Die Uferabflachung oberhalb der MMW-Linie hat wahrscheinlich geringe Auswirkungen auf das Wellenverhalten und die ufernahen Strömungen, da dieser Zone nur an etwa 28 Tagen (MHW-Linie) bis 163 Tagen (MMW-Linie) vom Wasserspiegel erreicht wird (vgl. Tab. 2-3) und dies zudem in der starkwindarmen Sommerperiode. Die Versteilung des Profils zwischen MNW- und MMW-Linie könnte jedoch die Wellenreflexion fördern, da dieser Bereich zwischen 163 und 347 Tagen im Jahr, also auch in der starkwindreichen Winterperiode.

Möglicherweise wurde in der Vergangenheit die Wellen reflektierende Wirkung von Ufermauern überschätzt (Tab. 5.1-4), denn der Fuß von Ufermauern und anderen Befestigungen auf den Renaturierungsflächen lag (vor der Maßnahme) bei im Mittel 395,80 m (Untersee) bzw. 395,64 m ü. NN (Obersee). Damit wurden die Fußniveaus im Mittel an 67 bzw. 90 Tagen im Jahr vom Wasserstand erreicht. Die Überschwemmung fand dabei in den eher starkwindarmen Sommermonaten statt. Beide Umstände zusammen lassen eine generelle Bedeutung der Uferbefestigungen für eine mutmaßliche Erosion im Vorland sowie in den benachbarten unbefestigten Uferzonen eher unwahrscheinlich erscheinen. Allerdings stellt sich die Situation örtlich unterschiedlich dar. Beispielsweise lag das Fußniveau im Bereich

Tabelle 5.1-4: Fußniveau (Mittelwert ± einf. Standardabweichung) von Uferverbauungen am Bodensee-Untersee und -Obersee mit zugehörigen mittleren Überschwemmungshäufigkeiten (hierzu vgl. Tab. 2-3) und Zeitraum der Überschwemmung, jeweils angegeben für den Mittelwert, die untere und die obere Schranke; zwischen untere und obere Schranke fallen statistisch gesehen etwa zwei Drittel aller Fälle.

	Untersee	**Obersee**
mittleres Fußniveau (m ü. NN Amsterdam)	395,80 ± 0,64 (n=30 Profile)	395,64 ± 0,67 (n=105 Profile)
untere Schranke (m ü. NN) obere Schranke (m ü. NN)	395,80 - 0,64 = 395,16 395,80 + 0,64 = 396,44	395,64 - 0,67 = 394,97 395,64 + 0,67 = 396,31
mittlere Überschwemmungshäufigkeit des Fußes (Tage im Jahr) für die untere Schranke, den Mittelwert und die obere Schranke	141 67 9	230 90 23
mittlere Überschwemmungsperiode für die untere Schranke, den Mittelwert und die obere Schranke	Ende April – Anfang September Ende Mai – Anfang August Ende Juni – Anfang Juli	Anfang März – Ende Oktober Mitte Mai – Mitte August Mitte Juni – Mitte Juli

der Aufschüttung vor dem Zeppelin-Haus (FN-FN-GG) mit 394,09 ± 0,19 m ü. NN ausgesprochen tief; diese Mauer war vor der Renaturierung praktisch ganzjährig überschwemmt. Zukünftig dürften die mutmaßlichen wellenreflektierenden Wirkungen der Ufermauern eher abnehmen, da die Sommer- und die Mittelwasserstände in beiden Seeteilen einem abnehmenden Trend unterliegen (Tab. 2-2).

Für die Vorschüttungen war i. d. R. ein beträchtlicher Materialauftrag notwendig. Aus den Profil-Geometrien ließen sich die Kubaturen ermitteln, die (i) für die Neugestaltung des Reliefs aufgebracht werden mussten, die (ii) infolge Materialaustausches umgelagert und die (iii) abgetragen wurden. Bei dem umgelagerten Material handelte es sich überwiegend um den Aushub für die Eintiefung des seewärtigen Böschungsfußes, wobei wir davon ausgehen, dass das Material auf der Fläche an anderer Stelle wieder eingebaut wurde. Das abgetragene Material stammte vorwiegend aus dem landwärtigen Teil der Renaturierungsfläche (geringer Mauerabbruch, Abtragung der Hinterfüllung); lediglich bei der Renaturierungsfläche in Dingelsdorf (KN-KN-DN) wurde auch eine Hafenmole abgetragen. Möglicherweise wurde dieses Material als Unterbau in der Aufschüttung wieder verwendet. Im Durchschnitt betrug das aufgetragene Volumen 25,0 ± 14,2 m^3 pro Meter Uferlänge (Mittelwert aus 14 Renaturierungsflächen ohne TG-HO-SH), mit einem Maximalwert von 67,6 m^3/m vor dem Zeppelin-Haus in Friedrichshafen (FN-FN-GG). Noch höher war allerdings das Aufschüttungsvolumen mit 174,1 m^3/m in der als Erddeponie genutzten Seeuferanlage in Horn (TG-HO-SH). Das Umlagerungsvolumen betrug im Mittel 3,9 ± 4,9 m^3/m. Dagegen war das abgetragene Volumen mit 0,9 ± 1,9 m^3/m verschwindend gering. Auch diese Zahlen belegen, dass die landwärtige Zone (einschließlich der älteren Mauern und Uferaufschüttungen) kaum zur Herstellung eines natürlichen Reliefs herangezogen wurde.

Lediglich bei den Renaturierungsflächen am Mehrerauer (VB-BR-MA bis -MD) und am sanktgallischen Seeufer war der netto Material-Aufwand bedeutend geringer. Bei den Renaturierungen am Mehrerauer Seeufer kam es zum wesentlichen Teil darauf an, einen Strandwall abzutragen, der die Strandrasen-Bestände bedrohte. Das Material wurde in Richtung See geschoben und zum Reliefausgleich genutzt. Insgesamt wurden auf 2,06 km renaturierter Uferlänge 20,5 m^3/m abgebaut, wovon 1,3 m^3/m aus der Fläche entfernt wurden. Die verbliebenen Volumina wurden überwiegend zur Neugestaltung des Reliefs benötigt, so dass nur etwa 9,0 m^3/m neu zugeführt werden mussten (n. Angaben der Bauleitung beim Ing.-Büro Rudhardt+Gasser, Bregenz). Die Massenbilanz der Renaturierung in Staad-Ost (SG-TH-ST) sah ähnlich aus: Dort wurde eine langgestreckte Ufermauer mit ihrer Hinterfüllung beseitigt (Abbildung 5.1-8), wobei erhebliche Kubaturen anfielen. Davon wurden 7,5 m^3/m aus der Fläche abgefahren und 20,0 m^3/m wurden für die Neugestaltung des Reliefs genutzt, so dass nur noch 18,7 m^3/m neu eingebracht werden mussten (Angaben aus OESCH & STIEGER 2002). In beiden Fällen wurde also tendenziell das ursprüngliche Relief unter möglichst weitgehender Verwendung der lokal vorhandenen Baustoffe wieder hergestellt.

Insgesamt wird man bei einer Gesamtlänge des renaturierten Ufers von 34,52 km von etwa 0,72 Mio m^3 ausgehen müssen, um die das Ufer zu Renaturierungszwecken aufgefüllt wurde; hierbei sind die Auffüllungen mit Bauschutt und Erdaushub in Horn (TG-HO-SH, ca. 0,19 Mio m^3), in Kreuzlingen (TG-KR-BP) und in Konstanz (KN-KN-JB) nicht mit einberechnet.

Die typische Reliefgestaltung der wasserbaulichen Grundvariante nach B. SIESSEGGER war mit einer Aufschüttung vor allem im Bereich zwischen MHW-Linie und MNW-Linie verbunden. Die Profilaufnahmen der ausgewerteten Renaturierungsmaßnahmen lassen einen Vergleich der Ausdehnung terrestrischer, semiaquatischer und sublitoraler Lebensräume zu (Tabelle 5.1-5). Dem zufolge bestanden die die Renaturierungsareale vor der Maßnahme zu knapp drei Vierteln ihrer Fläche aus Habitaten unter-

Abbildung 5.1-8:

Die Beton-Ufermauern in Staad-Ost (SG-TH-ST) werden geknackt und die Hinterfüllungen werden teilweise abgetragen (Foto aus: OESCH & STIEGER (2002).

Tabelle 5.1-5: Prozentuale Anteile (Mittelwerte ± einf. Standardabweichung) der Flächen innerhalb der genannten Tiefenstufen auf 14 Renaturierungsflächen vor und nach der Renaturierungsmaßnahme; dargestellt sind weiterhin die Änderungen in Prozentpunkten, Mittelwerte ± einf. Standardabweichung, 14 Renaturierungsflächen mit 172 Profilen. Die mittleren Wasserstände MHW, MMW und MNW beziehen sich auf den Zeitraum 1951 bis 2007.

	Anteile (%) vor der Renaturierung	Anteile (%) nach der Renaturierung	Änderung (Prozentpunkte)
oberhalb MHW-Linie	9,4 ± 10,6	29,7 ± 17,3	19,2 ± 16,1
zwischen MHW u. MMW	17,1 ± 10,9	40,9 ± 13,3	22,7 ± 13,2
zwischen MMW u. MNW	40,4 ± 22,8	22,6 ± 9,6	-17,5 ± 21,6
unterhalb MNW-Linie	33,2 ± 32,10	6,8 ± 6,8	-24,4 ± 26,2

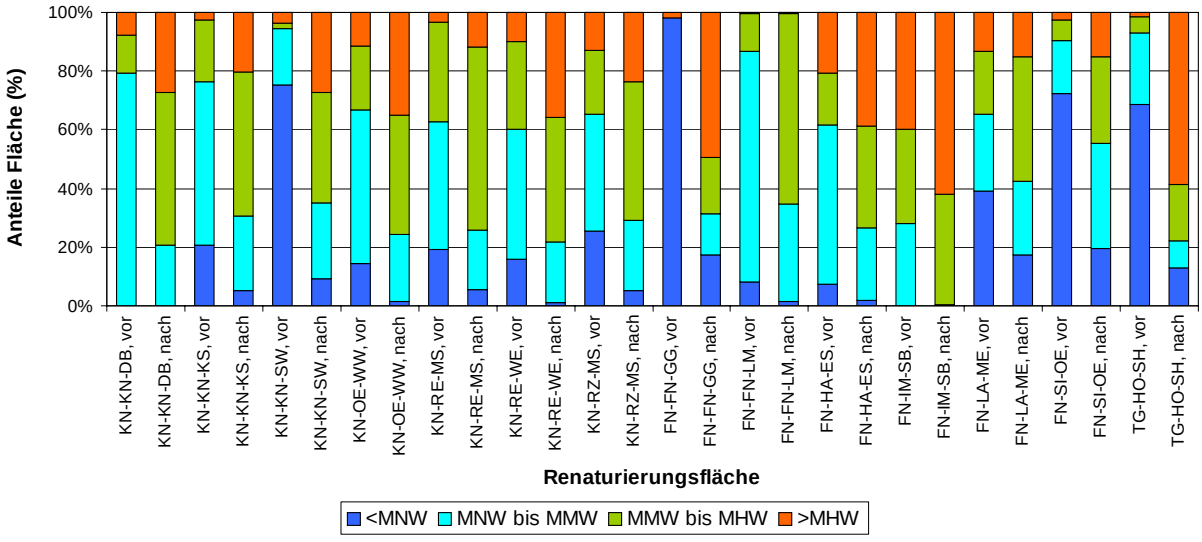


Abbildung 5.1-9: Flächenbilanz von 14 Renaturierungen vor und nach der Maßnahme, rekonstruiert anhand der verfügbaren Planunterlagen (vgl. auch Tab. 5.1-5).

halb der MMW-Linie, während nach der Maßnahme das Verhältnis umgekehrt war – nur noch weniger als ein Drittel der Fläche war bei MMW überschwemmt. Der Anteil der ständig überschwemmten Habitate sank von 33 % auf knapp 7 %. Durch die bisherigen Renaturierungen wurden demnach in erheblichem Umfang semiaquatische Lebensräume in terrestrische, und aquatische in semiterrestrische Lebensräume umgewandelt. Bei einer geschätzten Gesamtfläche von 1,04 km^2 wurden etwa 0,43 km^2 Seeuferfläche unterhalb der MMW-Linie überschüttet, und in gleichem Umfang Gelände oberhalb der MMW-Linie geschaffen.

Für die einzelnen Renaturierungsmaßnahmen sah die Bilanz unterschiedlich aus (Abb. 5.1-9). In besonders hohem Maße wurden am Seeuferweg in Konstanz (KN-KN-SW), vor dem Zeppelin-Haus in Friedrichshafen (FN-FN-GG), in Horn (TG-HO-SH) und im Strandbad Immenstaad (FN-IM-SB) litorale und sublitorale Habitate umgewandelt.

Diese Zahlen werfen eine Reihe von Fragen auf, u. a. die, ob derart ausgedehnte Habitatumschichtungen aus ökologischer Sicht notwendig waren oder ob sie lediglich der Erweiterung und Verbesserung von Nutzungen dienten, bzw. ob durch die Maßnahmen in ihrer Gesamtwirkung tatsächlich eine ökologische Verbesserung eingetreten ist.

Heute bestehen die Renaturierungen nur zu etwa 7 % aus ständig überfluteten Habitaten, dagegen zu 93 % aus semiaquatischen und terrestrischen Lebensräumen. Gerade die semiaquatische Zone ist jedoch aus naturschutzfachlicher Sicht von großem Interesse für die Ansiedlung von Gefäßpflanzen (Kap. 5.3) und für das Vorkommen von Laufkäfern (Kap. 5.4) und anderen Bodenarthropoden.

5.1.9 Diskussion

Mit der vorliegenden Studie wird erstmalig der Versuch unternommen, alle bisher am Bodensee durchgeführten Renaturierungsmaßnahmen zu erfassen und zu beschreiben. Die bisher vorliegende Literatur (z.B. LFU BW-ISF 2001, SIESSEGGER & SIESSEGGER-TEIBER 2005) erwies sich als lückenhaft und wenig geeignet für eine kritische Bestandsaufnahme. Folglich stand eine Aufarbeitung der zerstreuten Aktenbestände am Anfang dieser Arbeit. Im Sinne einer späteren Erfolgskontrolle (hierzu vgl. die Kap. 5.2 bis 5.6) wurden nicht nur die wasserbaulichen Merkmale, sondern auch die Renaturierungskonzepte, Begründungen, Ziele und Intentionen der damaligen Akteure kritisch analysiert.

Die ersten Renaturierungsmaßnahmen wurden bereits in den 1970er Jahren durchgeführt, die letzten erst in 2007 fertig gestellt. Insgesamt konnten 90 Maßnahmen identifiziert werden, die sich auf eine Uferlänge von etwa 34,5 km, entsprechend 10,5 % des Bodenseeufers, erstrecken. Obgleich grundsätzlich eine Vielzahl von landschafts- und wasserbautechnischen Möglichkeiten der Renaturierung von Seeufern zur Verfügung stehen (Übersicht vgl. OSTENDORP 2008), wurden am Bodensee knapp 90 % aller Maßnahmen nach dem von B. SIESSEGGER entwickelten Modell gebaut (vgl. z. B. SIESSEGGER & TEIBER 2001). Dieses Modell sah im Wesentlichen eine flach geneigte Vorschüttung von Kiesen oder Geröllen vor bestehenden Kliffkanten oder Ufermauern vor, wobei die Vorschüttungen seewärts durch einen Böschungsfuß aus groben Geröllen stabilisiert wurden. Bestehende Mauern wur-

den zumeist niveaugleich abgedeckt, ältere Uferauffüllungen blieben erhalten und in das hinter der Mauer liegende Gelände wurde landschaftsbaulich nur minimal eingegriffen.

Die in den Renaturierungsakten aufscheinenden Renaturierungskonzepte, Motive, ökologischen Defizitanalysen und Zielsetzungen lassen eine gewisse Unsicherheit im Umgang mit dem Problemkreis „Ökologie – Verbauung – Renaturierung der Bodenseeufer“ erkennen. Kennzeichnend sind der Verzicht auf ufertypspezifische Leitbild-Formulierungen und die Vielzahl an Begriffen und Wortschöpfungen, die – soweit erkennbar – keine differenzierten Inhalte transportierten und die sich auch nicht auf einen allgemein akzeptierten Sprachgebrauch stützen können.

Die nach Außen dargestellten Zielsetzungen bestanden – verkürzt gesagt – in der Beseitigung von Defiziten (Ufererosion und Verschlammung, Beeinträchtigung der „Selbstreinigungskraft“), für die vornehmlich die Uferverbauungen (Uferaufschüttungen, Mauern, steile Steinschüttungen u. a.) verantwortlich gemacht wurden. Allerdings ist eine gewisse Skepsis gegenüber dieser Hypothese angebracht, denn die Fußniveaus der meisten untersuchten Uferverbauungen werden nur für wenige Monate im Jahr und zudem noch während der starkwindarmen Sommerperiode vom Wasserspiegel erreicht (Tab. 5.1-4). In vielen konkreten Fällen waren die Motive jedoch andere, beispielsweise die Auffüllung von Badestränden, der Neu- oder Umbau von Schifffahrtsanlagen und die Anlage von Uferpromenaden. Nach deutschem Wasserrecht handelte es sich regelmäßig um Gewässerausbau-Maßnahmen, die jedoch einem vereinfachten Genehmigungsverfahren unterliegen, wenn sie den Zielen des Wasserhaushaltes und der Natur dienen (heute: § 31 WHG Abs. (1), Abs. (2) Satz 3, Abs. (3); vgl. auch § 64 WG Baden-Württemberg Abs. (1) u. (2)). Selbstverständlich fallen Renaturierungen auch nicht unter die Eingriffsregelung des deutschen Bundesnaturschutzgesetzes (heute § 18 u. 19 BNatSchG). So mag es in einzelnen Fällen opportun gewesen sein, bestimmte Eingriffe in das Gewässerbett als „Renaturierung“ zu deklarieren.

In einem gewissen Kontrast zu den Darstellungen in der Öffentlichkeit, in denen vorwiegend die ökologischen und die Gewässerschutzziele hervorgehoben sind (Kap. 5.1.7), werden in den Renaturierungsakten als konkrete Zielsetzungen häufig eine Verbesserung und Ausweitung von (Freizeit-)Nutzungen genannt. Weitere wichtige Ziele betreffen hydraulische Verbesserungen (Wellen, Strömungen) bzw. den Uferschutz (Erosionsschutz) (Kap. 5.1.5.5). Obschon auch die Förderung der Ufervegetation, der Fische und der Vögel genannt werden, fehlen in den meisten Fällen konkrete naturschutzfachliche Zielsetzungen. Oft beschränkt sich die Stellungnahme der Naturschutzbehörden auf

Abbildung 5.1-5:

Ausweisung eines Naturschutzgebietes auf der frisch aufgeschütteten Hafenmole in Bottighofen (TG-BO-HF) (21.09.2007, Foto W. Ostendorp).

die Feststellung, dass das geplante Vorhaben naturschutzfachlichen Zielen nicht entgegensteht (Kap. 5.1.5.7). Nur in wenigen Fällen kam es zur Ausweisung der Renaturierungsfläche als Naturschutzgebiet (Abb. 5.1-5).

Insgesamt 37 der 90 Renaturierungsmaßnahmen am Bodensee wurden durch ökologische Voruntersuchungen vorbereitet (Kap. 5.1.5.6). Soweit anhand der vorläufigen Durchsicht der Unterlagen zu erkennen war, gab es keine einheitliche Vorgehensweise, was die Art und den Umfang der Untersuchungen angeht. So wurden häufig die vergleichsweise einfach und kostengünstig zu messenden Parameter (Vegetation, Makrozoobenthos, Sedimentkorngröße u. a.) bevorzugt berücksichtigt, während die aufwändig zu erhebenden Größen wie Wellenparameter, litorale Strömungen und Feststofftransport nur nach Augenschein durch eine Expertenmeinung beurteilt wurden. Welchen Entscheidungswert diese Stellungnahmen und Gutachten im Planungs- und Umsetzungsprozess der Renaturierungsmaßnahmen hatten, war nicht zu erkennen. In keinem Fall wurden in den Renaturierungsakten nennenswerte Alternativplanungen (einschließlich der Null-Option) vorgefunden. Gerade bei den Maßnahmen des letzten Jahrzehnts wurde relativ schematisch „nach bewährtem Muster“ vorgegangen, ohne auf die Besonderheiten des Ufers und der Umgebung einzugehen.

Das gewählte Renaturierungsschema – Vorschüttungen vor bestehende Uferbefestigungen oder Erosionskanten – bedingt aus rein geometrischen Gründen eine flächenmäßige Zunahme der terrestrischen Habitate oberhalb der MMW-Linie auf Kosten der eulitoralen und sublitoralen Habitate zwischen MMW- und MNW-Linie (Kap. 5.1.8). Weiterhin werden sandig-schlammige Standorte durch kiesige oder Geröll-Lebensräume ersetzt und die Eulitoralzone bekommt regelmäßig eine größere Neigung. Die Abnahme der bei MMW überschwemmten Uferfläche der 90 Renaturierungsflächen dürfte in der Größenordnung von 43 Hektar liegen. Die ökologischen Konsequenzen für die gewässerschutzfachlich als besonders wertvoll erachteten Litoralflächen wurden bisher nicht diskutiert.

Es ist uns wichtig hervorzuheben, dass es am Bodensee auch Ausnahmen von den hier nur zusammenfassend dargestellten Tendenzen gibt. Als Beispiele seien die Maßnahmen am Mehrerauer Seeufer (VB-BR-MA bis -MD) sowie die Maßnahme in Staad-Ost (SG-TH-ST) genannt, bei denen auch naturschutzfachliche Zielsetzungen eine entscheidende Rolle spielten.

5.2 Gelände-Screening (Spätwinter 2007)

5.2.1 Übersicht

Während der Geländeerhebungen zwischen Februar und April 2007 wurden alle bis dahin bekannten Renaturierungsmaßnahmen aufgesucht und dabei Relief und Substrat, Nutzungsformen (so weit zu erkennen), Hinterlandverbindung, Uferdynamik und vorkommende Vegetationseinheiten halbquantitativ erfasst. Ergänzt wurde diese Erhebung durch eine umfangreiche Fotodokumentation. Insgesamt wurden 80 Maßnahmen berücksichtigt, die mit einer Länge von 31,65 km 91,6 % der gesamten renaturierten Uferlänge umfassen.

5.2.2 Hinterlandanbindung, Uferdynamik, Nutzung, Unterhaltung

5.2.2.1 Hinterlandanbindung

Mit dem Kriterium „Hinterlandanbindung“ wurde untersucht, ob die Renaturierungsfläche bis zu einer Entfernung von etwa 50 bis 100 m durch naturnahe Biotope an das Hinterland angebunden ist. Die Tab. 5.2-1 zeigt, dass mindestens 55 Renaturierungsflächen nicht naturnah mit dem Hinterland verbunden sind. In 15 Fällen, die eine Uferlänge von 7,55 km, entsprechend 21,9 % der gesamten renaturierten Uferlänge einnehmen, sind die Renaturierungen durch Wohn- oder Industriebebauungen bzw. Bahn- und Straßentrassen vom Hinterland abgeschnitten (Abb. 5.2-1)

Tabelle 5.2-1: Hinterlandanbindung einer Auswahl von 80 Renaturierungsflächen mit Angabe der betroffenen Uferlänge in km und in Prozent der gesamten renaturierten Uferlänge (100 % = 34,52 km)

	Anzahl Renaturierungsflächen	**Uferstrecke (km, %)**
keine Angaben	10	2,89 km (8,4 %)
überwiegend natürliche oder naturnahe Flächen (Wälder, Gebüsche, Schilf u. a.) oder extensiv genutzte Flächen (extensives Grünland, Parkanlagen, Streuobst, u. a.)	11	3,77 km (10,9 %)
überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen (Intensiv-Grünland, Rebland, Spalierobst, Getreide, Hackfrucht u. a.) oder der intensiven Freizeitnutzung dienenden Flächen (Uferpromenaden, gärtnerische Grünanlagen, Sportanlagen, Liegewiesen u. a.)	23	9,52 km (27,6 %)
überwiegend lockere Wohnbebauung mit dörflichem Charakter	17	4,86 km (14,1 %)
überwiegend versiegelte Flächen mit geschlossener Wohn- oder Industriebebauung, uferparallelen Strassen oder Bahntrassen, Hafenbecken u. a.	15	7,55 km (21,9 %)
sonstige Flächen oder stark heterogene Flächen	14	5,95 km (17,2 %)

Abbildung 5.2-1: Hinterlandanbindung: links: FN-FN-BD in der Friedrichshafener Bucht mit Anbindung an naturnahe Ufergehölze und Röhrichte im NSG „Eriskircher Ried“; rechts: die Maßnahme FN-SI-OW am westlichen Ortsrand von Sipplingen ist durch Parkplätze und eine Eisenbahn- und Straßentrasse vom Hinterland abgeschnitten (beides Luftbilder aus GOOGLE EARTH®).

5.2.2.2 Uferdynamik

Dynamische Aspekte der Entwicklung der Renaturierungsflächen kommen außer durch die Vegetationsentwicklung auch durch die Änderungen des Uferreliefs, des oberflächlich anstehenden Substrats sowie durch die Anlandung von Treibgut zum Ausdruck. Der größte Teil der Renaturierungsflächen mit einer Uferlänge von 68 % der gesamten renaturierten Uferlänge zeigte keine nennenswerte Morphodynamik (Tab. 5.2-2). Entlang von 5,9 % der renaturierten Ufer kam es zu Strandwallanlagerungen und nur 2,5 % der Uferlänge war von Klifferosion betroffen. Ein nicht unbeträchtlicher Teil der (Mikro-)Reliefdynamik ging auf die Fahrspuren von Lastwagen zurück, die zur Treibguträumung eingesetzt wurden.

Tabelle 5.2-2: Relief-Veränderungen auf einer Auswahl von 80 Renaturierungsflächen mit Angabe der betroffenen Uferlänge in km und in Prozent der gesamten renaturierten Uferlänge (100 % = 34,52 km); Stärkegrade: 0 – fehlend, nicht vorhanden, + – geringfügig, leicht, selten anzutreffen, ++ – mittelstark, bedeutend, öfters anzutreffen, +++ – stark, gravierend, häufig anzutreffen, +!!! – außerordentlich stark, außerordentlich bedeutend, massenhaft anzutreffen.

	Anzahl Renaturierungsflächen	**Uferstrecke (km, %)**
keine Angabe	19	6,07 km (17,6 %)
keine oder nur leichte Veränderungen (Stärke 0, +, ++)	59	23,61 km (68,4 %)
Strandwall der Stärke +++ und mehr	4	2,03 km (5,9 %)
Kliffkanten der Stärke +++ und mehr	4	0,87 km (2,5 %)
sonstige Reliefveränderungen (z. B. Fahrspuren von Räumfahrzeugen), Stärke +++ und mehr	4	1,96 km (5,7 %)

Auf 15 Renaturierungsflächen wurden größere Sandeinschwemmungen beobachtet, wobei das Feinmaterial zumindest teilweise aus der Auffüllungsfläche stammte. Auf weiteren 16 Flächen kam es zur

Anlandung von (Kalk-)Schlamm aus dem Sublitoral. Auf 21 Flächen wurden umfangreiche Spülsaumanschwemmungen beobachtet, die in der Mehrzahl der Fälle aus Wasserpflanzen und Fadenalgen (8 Flächen), aus Ast- und Stammholz (7 Flächen) sowie aus Grobdetritus und Laub (5 Flächen) bestanden. Insgesamt waren etwa 26 % der renaturierten Uferlänge von stärkeren Spülsaumanschwemmungen betroffen (Abb. 5.2-2).

Abbildung 5.2-2: Relief- und Substratdynamik: links: Kies-Umlagerungen am Mehrerauer Seeufer (VB-BR-MC); rechts: Staffel aus Grobdetritus- und Astholz-Spülsäumen in der Luxburger Bucht (TG-EG-LS) (Fotos: M. Peintinger, 23.02.2007 u. 05.04.2007).

5.2.2.3 Nutzung

Von den unterschiedlichen Nutzungsformen waren während des Winters nur die Reste der Lagerfeuerstellen zu erkennen. Da vermutlich viele Reste im Zuge von Strandsäuberungsarbeiten abgetragen oder verwischt wurden, stellen die Zahlen der Tab. 5.2-3 eine eher konservative Schätzung dar. Soweit Beobachtungen vorlagen, waren nur auf 37 Renaturierungsflächen keine Lagerfeuerreste zu erkennen. Dagegen waren etwa 3,92 km renaturierte Uferlänge mit zahlreichen Feuerstellen von flächenmäßig erheblicher Bedeutung gesäumt. Die Abb. 5.2-3 zeigt, dass die Feuerstellen am nördlichen und östlichen Obersee-Ufer konzentriert waren, also vornehmlich an treibholzbelasteten Uferabschnitten.

Tabelle 5.2-3: Häufigkeit von Lagerfeuerstellen auf einer Auswahl von 80 Renaturierungsflächen mit Angabe der betroffenen Uferlänge in km und in Prozent der gesamten renaturierten Uferlänge (100 % = 34,52 km); Definition der Stärkegrade s. Tab. 5.2-2.

	Anzahl Renaturierungsflächen	**Uferstrecke (km, %)**
keine Angaben	11	3,16 km (9,2 %)
keine Lagerfeuer (Stärke 0)	37	13,65 km (39,5 %)
wenige Lagerfeuer mit flächenmäßig untergeordneter Bedeutung (Stärke + und ++)	32	13,81 km (40,0 %)
zahlreiche Lagerfeuer mit flächenmäßig erheblicher Bedeutung (Stärke +++ und +!!!)	10	3,92 km (11,4 %)

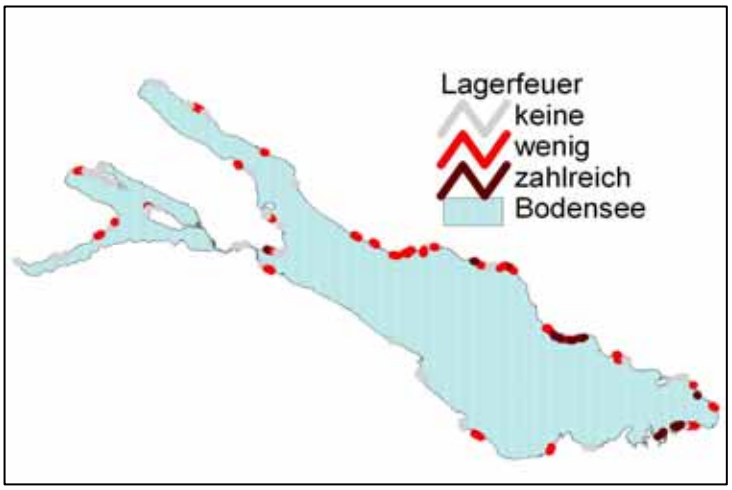


Abbildung 5.2-3: Verbreitung von Lagerfeuer-Resten im Spätwinter 2007.

5.2.2.4 Unterhaltungsmaßnahmen

Die Unterhaltungsmaßnahmen auf den Renaturierungsflächen konnten nur indirekt erschlossen werden durch die Art der Veränderungen, die sie typischerweise hinterlassen. Nur in wenigen Fällen wurden Arbeiter der Wasserwirtschaftsverwaltungen bzw. der Gemeinden direkt bei der Arbeit beobachtet. Die häufigste Unterhaltungsmaßnahme (13 Flächen) war die Baum- und Gehölzpflege, z. B. die Stocksetzung von einzeln stehenden Weiden oder von Lebendfaschinen, Sand- oder Kiesauffüllungen in Badebereichen, Profilneugestaltungen und Reliefkorrekturen (6 Flächen), Mahd von Schilf oder Rohrglanzgras (5 Flächen) sowie die gärtnerische Pflege von Zierrasen und Grünflächen auf den Renaturierungen. Der Baumschnitt und das Stocksetzen der Weiden dient weniger der Substratfestigung als vielmehr der freien Seesicht der Nutzer und Anlieger (Abb. 5.2-4). Wir vermuten, dass darüber hinaus viele Renaturierungsflächen mindestens ein- oder zweimal jährlich von Müll und Abfällen geräumt werden. Das gilt nicht nur für die Strandbäder und andere Badeplätze, sondern wohl auch für Renaturierungen in der Nähe von Uferpromenaden.

Abbildung 5.2-4: Unterhaltungsmaßnahmen auf Renaturierungsflächen: links: stark beschnittene Weiden an der Seeuferstraße in Konstanz (KN-KN-SW); rechts: Bagger bei Ausbesserungsarbeiten auf einer Fläche in Langenargen (FN-LA-LA) (Fotos M. Peintinger 23.02.2007 u. 20.02.2007).

5.2.3 Biotoptypen

Die Biotoptypen-Einheiten wurden mit Hilfe eines vorgegebenen Schlüssels ermittelt (vgl. Kap. 4.3.3). Insgesamt wurden ca. 60 verschiedene Kartiereinheiten vorgefunden, davon 11 Substrateinheiten (Abb. 5.2-6). Die Abbildung 5.2-5 zeigt die 30 wichtigsten Biotoptypen in der Rangfolge ihrer Häufigkeit. In der Abb. 5.2-7 ist die prozentuale Verteilung der geschätzten Deckungsflächen dieser Biotoptypen dargestellt.

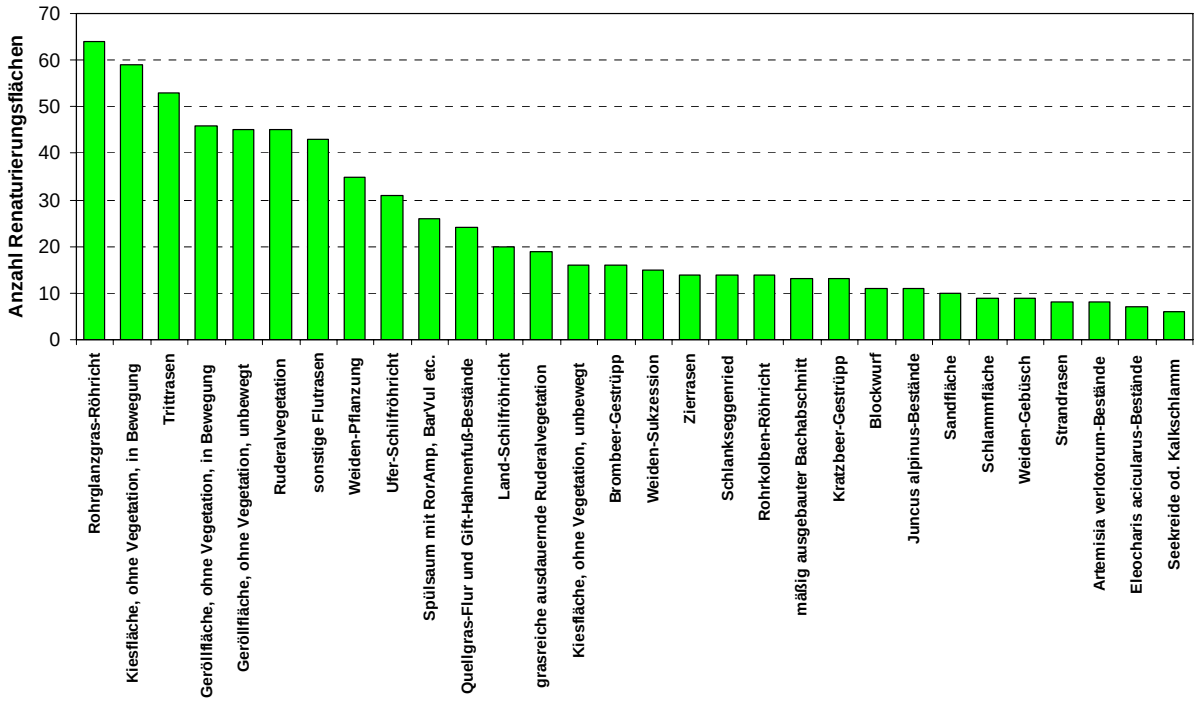


Abbildung 5.2-5: Häufigkeitsverteilung der 30 wichtigsten Biotoptypen auf einer Auswahl von 80 Renaturierungsflächen (Erhebungen vom Spätwinter 2007).

Abbildung 5.2-6:

Biotope auf der Renaturierungsfläche Sipplingen-Ost (FN-SI-OE) im Winter; zu sehen sind die Biotoptypen ‚Gebirgsbinsen-Bestand', ‚sonstige Flutrasen', ‚Rohrglanzgras-Röhricht' (16.02.2007, Foto M. Peintinger).

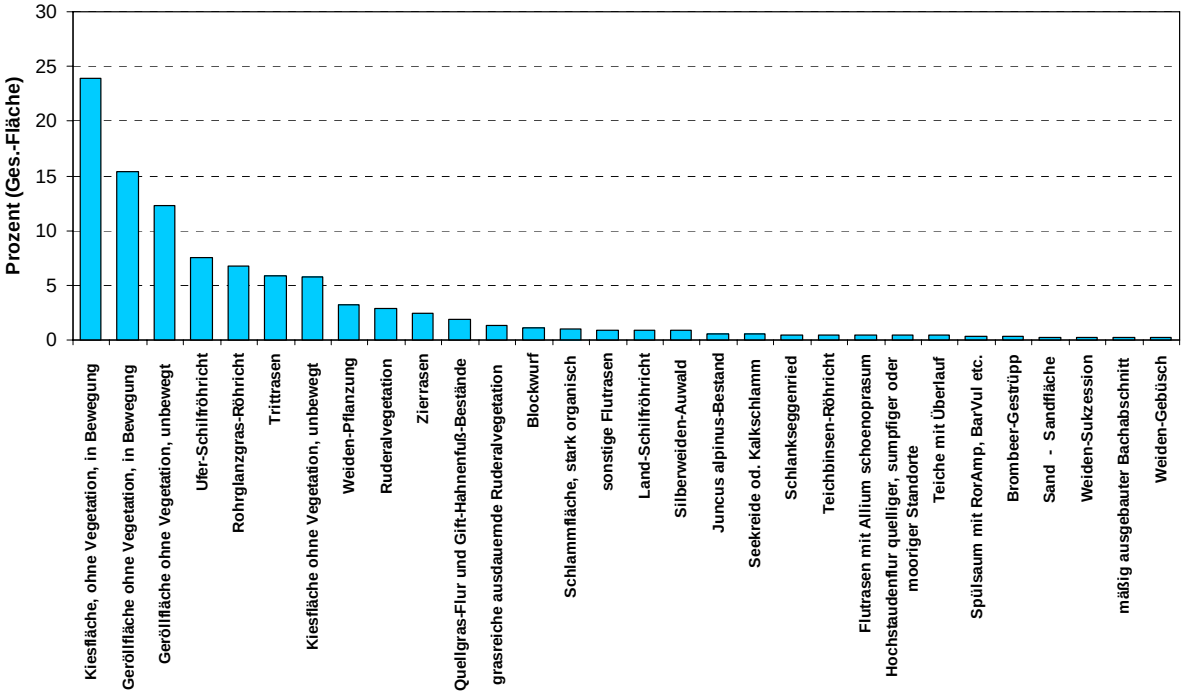


Abbildung 5.2-7: Prozentuale Verteilung der Gesamt-Deckungsflächen der 30 wichtigsten Biotoptypen auf einer Auswahl von 80 Renaturierungsflächen (Erhebungen vom Spätwinter 2007).

Das Ergebnis zeigt, dass über 50 % der renaturierten Flächen aus naturfernen vegetationsfreien Flächen bestehen (Gerölle und Kies in Bewegung). Bei den vegetationsbedeckten Biotoptypen überwogen neben Uferschilf- und Rohrglanzgras-Röhricht eher uferuntypischen Biotoptypen wie Ruderalvegetation, Zierrasen, Trittrasen und Weiden-Pflanzungen. Weitere naturnahe Vegetationstypen, wie z. B. Flut- und Strandrasen, spielten eine untergeordnete Rolle.

5.2.4 Diskussion

Das Gelände-Screening im Winter war notwendig, um die Flächen, deren Renaturierungsakten ausgewertet worden waren, anhand bestimmter Geländemerkmale zu beschreiben. Hierzu gehörte auch die (vorläufige) Erfassung von Biotoptypen nach einem vorher erarbeiteten Kartierschlüssel (vgl. Kap. 4.3.2 u. 4.3.3), da diese Ergebnisse für die Erstellung des Untersuchungsplans notwendig waren, der im Sommer des gleichen Jahrs umgesetzt wurde. Trotz der ungünstigen Jahreszeit waren die Biotoptypen gut zu identifizieren, die Zuordnung ihrer Flächenausdehnung konnte jedoch nur sehr grob in 5 Größenklassen erfolgen. Gleichwohl wird sichtbar, dass naturschutzfachlich interessante Biotoptypen nur geringe Flächenanteile einnehmen; lediglich Ufer-Schilfröhrichte besiedeln etwa 7 % der renaturierten Fläche.

Davon unabhängig hat das Screening einige Ergebnisse erbracht, die für die Beurteilung der Gesamtsituation, aber auch für die Interpretation der Biota (vgl. z.B. Kap. 5.4) von Bedeutung sind. So zeigte sich im Hinblick auf die Lage der Renaturierungsflächen, dass die meisten von ihnen von der Landseite her isoliert sind, da sie nicht über naturnahe Biotoptypen mit dem Hinterland verbunden sind (Kap. 5.2.2.1).

Hinsichtlich der wasserbaulichen Stabilität erfüllen die meisten Flächen die Erwartungen, die in sie gesetzten worden sind: Das Relief verhielt seit der Einrichtung der Flächen weitgehend stabil, die Substrate blieben überwiegend an ihrem Platz (Kap. 5.2.2.2). Nur an weniger als 10% der gesamten renaturierten Uferlänge wurde eine bedeutende Morphodynamik sichtbar. Deutlich größer ist allerdings die Zahl der Flächen, die Spülsaum-Anschwemmungen, zumeist aus Grobdetritus, Laub, Ast- und Stammholz, ausgesetzt waren. Aus wasserbaulicher Sicht mag eine Maßnahme wünschenswert erscheinen, die sich so wie geplant „stabil“ verhält und die sich nicht in unvorhersehbarer Weise verändert. Die Stabilität trägt dazu bei, Konflikte mit Nutzern und Anliegern zu vermeiden, denen vielleicht bei der Planung gewisse Eigenschaften und Nutzungsmöglichkeiten zugesichert worden sind. Außerdem ist bei stabilen Maßnahmen mit einem geringeren Unterhaltungsaufwand zu rechnen. So bestehen die Unterhaltungsmaßnahmen auf den Renaturierungsflächen überwiegend aus landschaftspflegerischen und -gärtnerischen Maßnahmen (Gehölzpflege, Zierrasenpflege), wenn von der Abfallräumung und Strandsäuberung abgesehen wird. Wasserbauliche Reparaturen oder Nachbesserungen dürften eher die Ausnahme sein.

Aus naturschutzfachlicher Sicht muss die wasserbauliche Stabilität jedoch differenziert bewertet werden. Es gewisses Maß an Instabilität und „Störung“ ist zweifellos wünschenswert, um auch für konkurrenzschwache Arten dauerhaft geeignete Ansiedlungs- und Regenerationsstandorte bereitzustellen. Damit könnten natürliche Störungen, zum gewissen Teil auch anthropogene Störungen (z. B. Tritt, vgl. Kap. 5.5) zum Erhalt einer großen standörtlichen Vielfalt und einer hohen Artendiversität beitragen. (vgl. z. B. Kap. 5.4). Allerdings dürfen diese Störungen nur ein moderates Ausmaß erreichen, damit die Renaturierungsziele und bestimmte Nutzungsansprüche der Anlieger nicht in Frage gestellt werden. Derzeit fehlt es aber im Wasserbau an Konzepten, wie sich neben der „Stabilität“ auch „kalkulierte Störungen“, „Nutzungsunwägbarkeiten“ und „Unterhaltungsrisiken“ planerisch einbringen lassen.

5.3 Biotoptypen und Vegetation

5.3.1 Biotoptypen

Insgesamt wurden 44 Biotoptypen kartiert (inkl. vegetationsfreier Einheiten). Die jeweiligen Anteile der Biotoptypen unterschieden sich deutlich zwischen den Renaturierungs- und den Referenzflächen. In den Renaturierungsflächen waren vegetationsfreie Flächen mit bewegtem Substrat ("Geröll in Bewegung" und "Kies in Bewegung") am häufigsten (Abb.5.3-1), während in den Referenzflächen unbewegtes Material vorherrschte. Besonders Einkorngemische führten dazu, dass sich aufgrund der mechanischen Belastung durch Wellenschlag und starken menschlichen Tritt auch nach Jahrzehnten an vielen Stellen keine Vegetation auf den Renaturierungsflächen entwickeln konnte. Renaturierungen mit ungewaschenem Kies (Wandkies, Moräne, Kiesgrubenabraum) hatten sich hingegen gut stabilisiert – zumindest an relativ flachen Ufern – und führten meist auch zu einer natürlichen Vegetationsentwicklung.

Während auf Renaturierungsflächen (mit Ausnahme der Schilfrenaturierungen) naturferne Vegetationseinheiten vorherrschten (Fettwiesen, Tritt- und Zierrasen, Ruderalvegetation), zeigten die Referenzflächen auf Kies ein naturnahes Mosaik, in dem Strandschmielen-Gesellschaft, Uferschilf-Röhrichte und Steifseggen-Ried zu den häufigsten Biotoptypen gehörten.

Die Abb. 5.3-2 zeigt zwei Beispiele der Biotoptypenkartierung. Während in der oberen Teilabbildung ein relativ vielfältiges und naturnaher Vegetationskomplex zu sehen ist (Typ „Kies ungenutzt“), stellt das untere Beispiel eine Renaturierung vom Typ „Kies genutzt“ mit einfacher Vegetationszonierung und überwiegend standortsfremden Vegetationseinheiten dar.

In den untersuchten Schilf-Renaturierungen hatten sich die Uferschilf-Röhrichte weit in die Aufschüttungsfläche hinein ausgebreitet und zeigten flächenmäßig ähnliche Ausdehnungen wie in den Referenzflächen. In der Regel reichte die Tiefenlinie der seeseitigen Schilfgrenze der Referenzflächen weiter unter die MMW-Linie, weiter als bei den Renaturierungsflächen.

Die NMDS-Ordination hat gezeigt, dass sich die a priori unterschiedenen Renaturierungsvarianten gut in der flächenmäßigen Zusammensetzung der Biotoptypen widerspiegelten (Abb. 5.3-3). Eine gewisse Überlappung zeigten die Varianten "Kies genutzt" und "Strandbad", was aufgrund einer ähnlich starken Nutzung und des vorherrschenden kiesigen Substrats nicht überrascht. Lediglich der Renaturierungstyp "Kies ungenutzt" erwies sich nicht als einheitliche Gruppe. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Fläche RKU2 (= VB-HO-PD, Höchst-Polderdamm) durch ihr ausgedehntes Schilfröhricht den natürlichen Schilfbeständen sehr ähnlich war. Die restlichen Renaturierungen dieses Renaturierungstyps (LI-WA-WB, FN-SI-OE) gruppierten sich zu den Kies-Referenzflächen, was zeigt, dass auf „Kies“-Renaturierungsflächen eine naturnahe Vegetationsentwicklung möglich ist. Voraussetzung hierfür waren ein unbewegtes Kiessubstrat und ein flach auslaufendes Ufer. In der Renaturierung Sipplingen-Ost (FN-SI-OE) hatte sich sogar die Strandschmielen-Gesellschaft spontan entwickelt.

Betrachtet man die fünf häufigsten Biotoptypen (Tab. 5.3-1), waren mit Ausnahme der Schilfrenaturierungen alle Renaturierungstypen im Vergleich zu den Referenzflächen durch vegetationsfreie oder standortsfremde Einheiten gekennzeichnet. Nur beim Typ "Kies ungenutzt" gehörten Uferschilf-Röhrichte und Flutrasen noch zu den fünf häufigsten Biotoptypen.

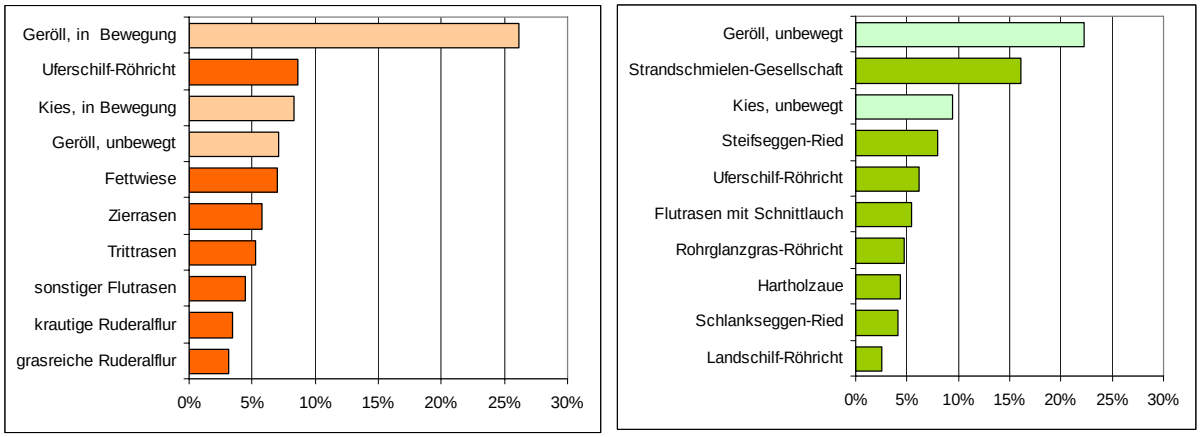


Abbildung 5.3-1: Die zehn häufigsten Biotoptypen in den Renaturierungsflächen (links, n = 15) im Vergleich zu den Referenzflächen (rechts, n = 6) – jeweils ohne die Schilfflächen; helle Balken = vegetationsfreie Flächen; Summe aller Biotoptypen ist 100 %.

Tabelle 5.3-1. Die fünf häufigsten Biotoptypen in den einzelnen Flächen der genannten Renaturierungstypen und den Referenzflächen (m² – durchschnittliche Flächengröße pro Fläche).

Variante	Biotoptyp	m²
Renaturierungen		
Kies genutzt	Zierrasen	939
	Kies in Bewegung	521
	krautreiche Ruderalflur	422
	Geröll unbewegt	337
	Trittrasen	300
Kies ungenutzt	Uferschilf-Röhricht	3642
	Geröll in Bewegung	3124
	Geröll unbewegt	1487
	Kies unbewegt	721
	sonstiger Flutrasen	561
Geröll genutzt	Fettwiese	1883
	Geröll in Bewegung	1253
	Pflanzung einheimische Gehölze	798
	grasreiche Ruderalflur	590
	Zierrasen	290
Geröll ungenutzt	Fettwiese	1113
	Geröll in Bewegung	1066
	Trittrasen	285
	Geröll unbewegt	237
	Kies in Bewegung	224

Tabelle 5.3-1: Fortsetzung

Strandbad	Kies in Bewegung	574
	Pflanzung einheimischer Gehöze	504
	Zierrasen	488
	Geröll in Bewegung	453
	Geröll unbewegt	417
Schilfrenaturierung	Uferschilf-Röhricht	1588
	Geröll in Bewegung	1085
	Schlick	765
	Weiden-Pflanzung	568
	Weidengebüsch, Weichholzaue	443
Referenzflächen		
Kies	Hartholzaue	733
	Steifseggen-Ried	678
	Geröll unbewegt	629
	Strandschmielen-Gesellschaft	455
	Landschilf-Röhricht	423
Schilf	Landschilf-Röhricht	5538
	Uferschilf-Röhricht	3543
	Weidengebüsch, Weichholzaue	2099
	Schlick	1526
	Einzelbaum/-strauch	293

5.3.2 Vegetationsuntersuchungen

Die NMDS-Ordination der Vegetationsaufnahmen hat gezeigt, dass sich viele der typischen Vegetationseinheiten gut umgrenzen ließen, bei anderen aber die Überlappung groß war. Von den naturnahen Pflanzengesellschaften (Abb. 5.3-4) waren Strandschmielen-Gesellschaft, *Juncus alpinoarticulatus*-Bestände und auch Uferschilf (in Abb. 5.3-4 nicht enthalten) gut abgrenzbar. Rohrglanzgras-Bestände dagegen streuten über einen weiten Bereich. Der Grund liegt darin, dass diese Pflanzengesellschaft eher durch das Fehlen von anderen Arten gekennzeichnet war. Vielleicht sollte diese Vegetationseinheit bei zukünftigen Untersuchungen nicht mehr unterschieden, sondern entweder den Flutrasen, wie schon von LANG (1973) vorgeschlagen, oder den Schlankseggen-Beständen zugeordnet werden. Die Einheit "Weiden-Sukzession" war innerhalb des Ordinationsdiagramms zwischen Strandschmielen-Gesellschaft und „Flutrasen mit Schnittlauch“ angeordnet. Die jungen Weiden hatten offensichtlich gerade in den Strandrasen am besten gekeimt.

Bei den eher standortsfremden Vegetationseinheiten (Abb. 5.3-5) scheint besonders die Unterscheidung von krautreichen und grasreichen Ruderalfluren wenig praktikabel, da die Artenzusammensetzung sehr stark überlappte. Auch die Unterscheidung von Zier- und Trittrasen spiegelte sich nicht in

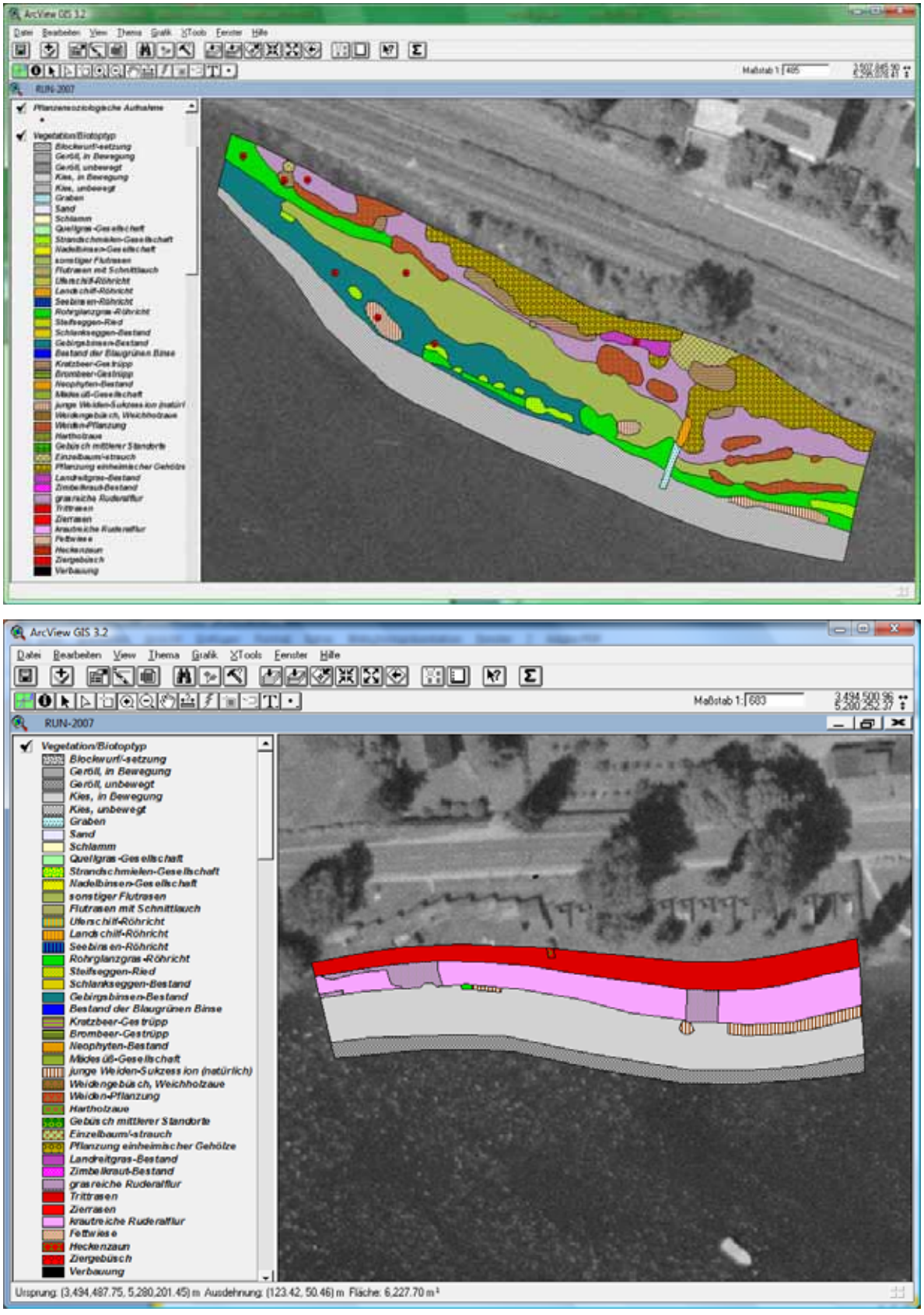


Abbildung 5.3.-2: Beispiel für zwei Biotoptyp-Kartierungen der Renaturierungen FN-SI-OE in Sipplingen-Ost (oben) mit einem vielfältigen Vegetationskomplex und der Renaturierung KN-OE-WW westlich Wangen (unten) mit einfacher Vegetationsgliederung.

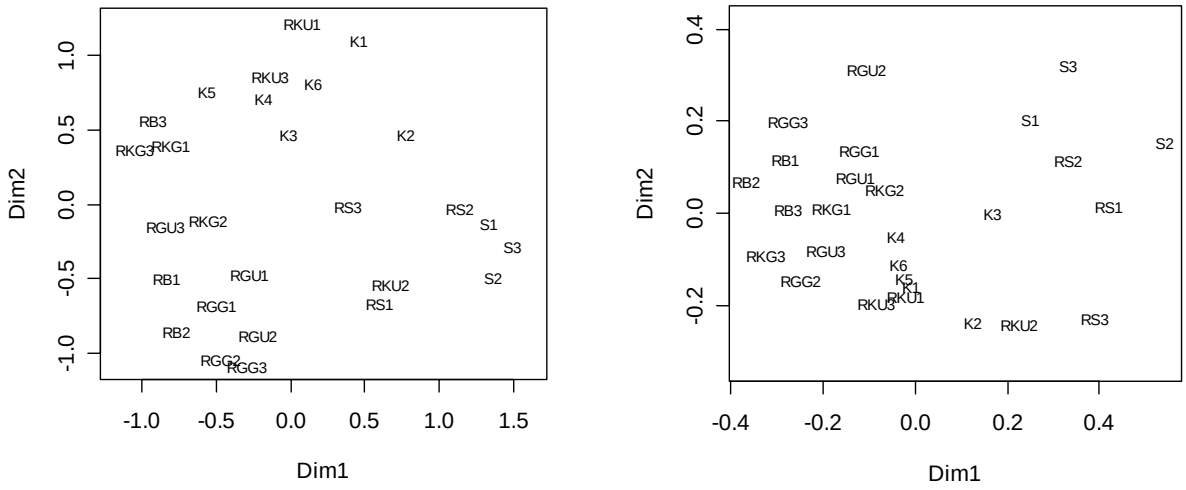


Abbildung 5.3-3: Ordinationsdiagramm (NMDS) zur Zusammensetzung der einzelnen Biotoptypen (links) bzw. der Gefäßpflanzen-Flora (rechts) in den Renaturierungsflächen (RKG: Typ "Kies genutzt", RKU: "Kies ungenutzt", RGG: "Geröll genutzt", RGU: "Geröll genutzt", RB: "Strandbad") und Referenzflächen (K: Kiesufer, S: Uferschilf-Röhricht). Beispiel (Grafik links): Je näher zwei Untersuchungsflächen im Ordinationsdiagramm liegen, desto ähnlicher ist die Zusammensetzung ihrer Biotoptypen. Beispielsweise liegen alle Referenzflächen "Schilf" (S1, S2, S3) nahe beieinander und in nächster Umgebung befinden sich die „Schilf"-Renaturierungsflächen (RS1, RS2, RS3), was zeigt, dass diese bereits sehr den Referenzflächen ähneln.

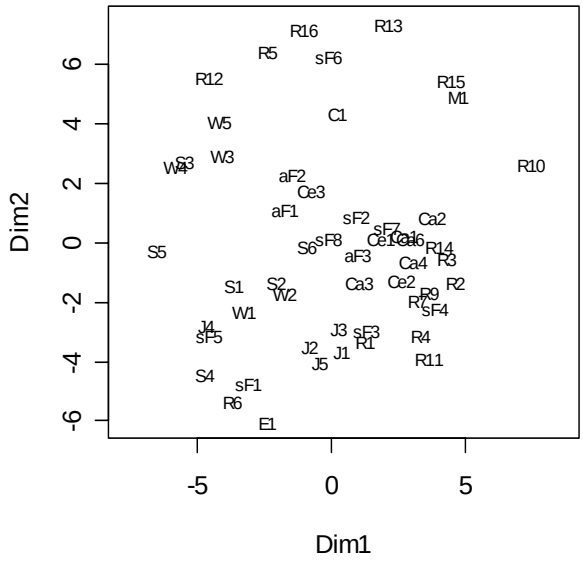


Abbildung 5.3-4:

Ordinationsdiagramm (NMDS) für standortstypische Pflanzengesellschaften in den Renaturierungs- und Referenzflächen (aF: Flutrasen mit Schnittlauch, C: Quellgras-Gesellschaft, Ca: Schlankseggen-Bestand, Ce: Steifseggen-Ried, E: Nadelbinsen-Gesellschaft, J: Gebirgsbinsen-Gesellschaft, JU: Bestand der Blaugrünen Binse, R: Rohrglanzgras-Röhricht, S: Strandschmielen-Gesell-schaft, sF: sonstige Flutrasen, W: natürliche Weiden-Sukzession). Vegetationsaufnahmen, die im Ordinationsdiagramm sehr nahe beieinander liegen, weisen eine hohe floristische Ähnlichkeit auf.

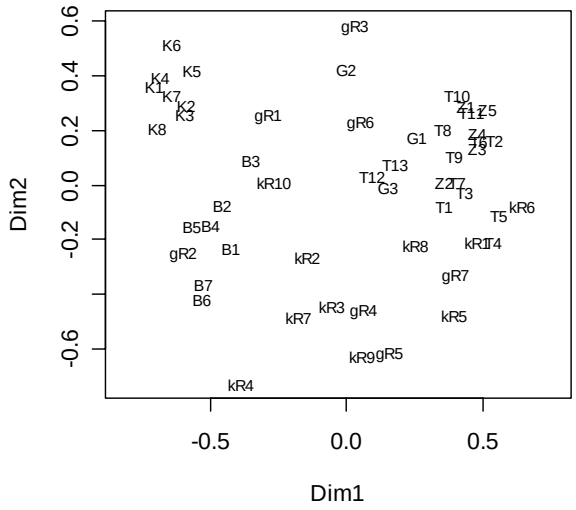


Abbildung 5.3-5: Ordinationsdiagramm (NMDS) für standortsfremde Pflanzengesellschaften (Ausnahme Kratzbeeren-Gestrüpp) in den Renaturierungs- und Referenzflächen (B: Brombeer-Gestrüpp, G: Fettwiese, gR: grasreiche Ruderalflur, K: Kratzbeere, kR: krautreiche Ruderalflur, T: Trittrasen, Z: Zierrasen). Vegetationsaufnahmen, die im Ordinationsdiagramm sehr nahe beieinander liegen, weise eine hohe floristische Ähnlichkeit auf.

der Artenzusammensetzung wider, sie beruhte letztlich nur auf den höheren Deckungswerten der Grasarten im Zierrasen.

Die wenigen Pflanzengesellschaften mit problematischer Abgrenzung veränderten aber nicht die wesentlichen Aussagen der Biotoptypen-/Vegetationskartierung.

5.3.3 Flora (Gefäßpflanzen)

Insgesamt wurden ca. 250 Arten in den untersuchten Flächen nachgewiesen. Die Gesamtartenzahl war in Renaturierungsflächen tendenziell höher als in Referenzflächen, weil dort mehr Ruderal-Arten vorkamen (Abb. 5.3-6). Strandrasen-Arten kamen vor allem in den Renaturierungsflächen "Kies ungenutzt" vor. Die wenigsten standortstypischen Arten wurden in den Renaturierungen "Geröll ungenutzt“ und "Geröll genutzt" gefunden. Überraschend ist das Vorkommen von vielen Halbtrockenrasen-Arten in der Renaturierungsfläche Wangen-West ("Kies genutzt"). Die Diasporen wurden wohl mit dem Kiesgrubenmaterial eingebracht und die Pflanzen konnten bei fehlender oder nur geringer Überschwemmung gut gedeihen.

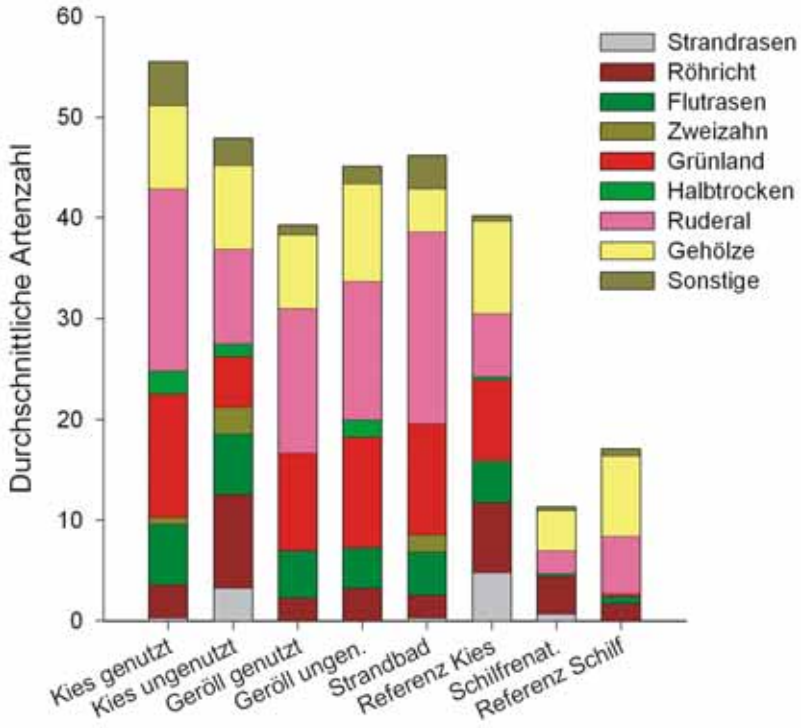


Abbildung 5.3-6: Durchschnittliche Artenzahl der pflanzensoziologischen Gruppierungen in Renaturierungs- und Referenzflächen. Es wurden neun Gruppen unterschieden: Strandrasen (Littorelletea), Röhrichte (Phragmitetea), Flutrasen (Agrostitetea), Gründlandgesellschaften (Molinio-Arrhenatheretea), Halbtrockenrasen (Festuco-Brometea), Zweizahngesellschaften (Bidentetea), Ruderalvegetation inkl. Trittrasen (Artemisietea, Chenopodietea, Agropyretea und Plantaginetea), Gehölze und Sonstige.

Die untersuchten Schilfbestände waren artenarm, was bei der Dominanz dieser Röhrichtart auch nicht verwundert. Die Artenzahl lag sogar in den Renaturierungsflächen niedriger als in den Referenzflächen. Gerade in natürlichen Röhrichten schloss landwärts häufig ein Gehölzstreifen an, der auch zahlreiche Ruderal-Arten enthielt.

Die NMDS-Analyse der Gefäßpflanzen-Flora führte zu sehr ähnlichen Ergebnissen wie die Auswertung der Biotoptypen (Abb. 5.3-3).

Insgesamt wurden auf allen Renaturierungs- und Referenzflächen 11 Arten der Roten Listen der Schweiz, Vorarlbergs, Bayerns oder Baden-Württembergs nachgewiesen (Tab. 5.3-3). Davon sind 10 Arten auch in Renaturierungsflächen vorhanden. Die meisten Arten waren charakteristisch für die Strandschmielen-Gesellschaft (Tab. 5.3-3), die restlichen für Zweizahnfluren (*Veronica catenata, Bidens tripartita, Ranucnulus sceleratus, Catabrosa aquatica*). Arten der Roten Liste waren erwartungsgemäß in den Referenzflächen "Kies" am häufigsten (max. 7 Arten im Kiesufer Allensbach-Schlafbach, Mittelwerte s. Tab. 5.3-2). Die Der Renaturierungstyp "Kies ungenutzt" war der einzige Renaturierungstyp, in dem ebenfalls mehrere Arten aller Roten Listen nachgewiesen wurden (max. 4 Arten in der Renaturierung Sipplingen-Ost, FN-SI-OE). Wie bereits erwähnt, ist dies auf das ausgebrachte Material zurückzuführen, das die Etablierung von Strandrasen-Arten ermöglicht.

Tabelle 5.3-2: Durchschnittliche Zahl der Roten Liste-Arten (Gefäßpflanzen) in den Renaturierungs- und in Referenzflächen; Rote Liste-Arten sind hier Arten, die mindestens in einer der Rote Liste von Baden-Württemberg, Bayern, Vorarlberg und der Schweiz als gefährdet oder stärker gefährdet aufgeführt sind.

	Renaturierungsflächen						Referenzflächen	
	Typ „Geröll genutzt“	Typ “Geröll ungenutzt“	Typ “Strandbad“	Typ “Schilf“	Typ “Kies genutzt“	Typ “Kies ungenutzt“	„Kies“	„Schilf“
Anzahl RL-Arten	0	0	1,3	0,7	0	**3,7**	**3,8**	0

5.3.4 Ökologische Wertigkeit

Betrachtet man die ökologische Wertigkeit (Abb. 5.3-7), so muss wiederum zwischen Schilf-Renaturierungen und den restlichen Flächen unterschieden werden. Bei den Schilf-Renaturierungen konnten sich die teilweise gepflanzten Schilfbestände deutlich ausdehnen, so dass die ökologische Wertigkeit im Vergleich zu den Referenzflächen sehr ähnlich war.

Die ökologische Wertigkeit der restlichen Renaturierungen war deutlich niedriger als in den zugehörigen Referenzflächen. Besonders gering war sie auf „Geröll“-Renaturierungsflächen. Am höchsten war sie hingegen bei den Renaturierungen "Kies ungenutzt", gefolgt von "Kies genutzt". Eine Mittelstellung zwischen den Renaturierung "Geröll" und "Kies" nehmen die Strandbad-Renaturierungen ein.

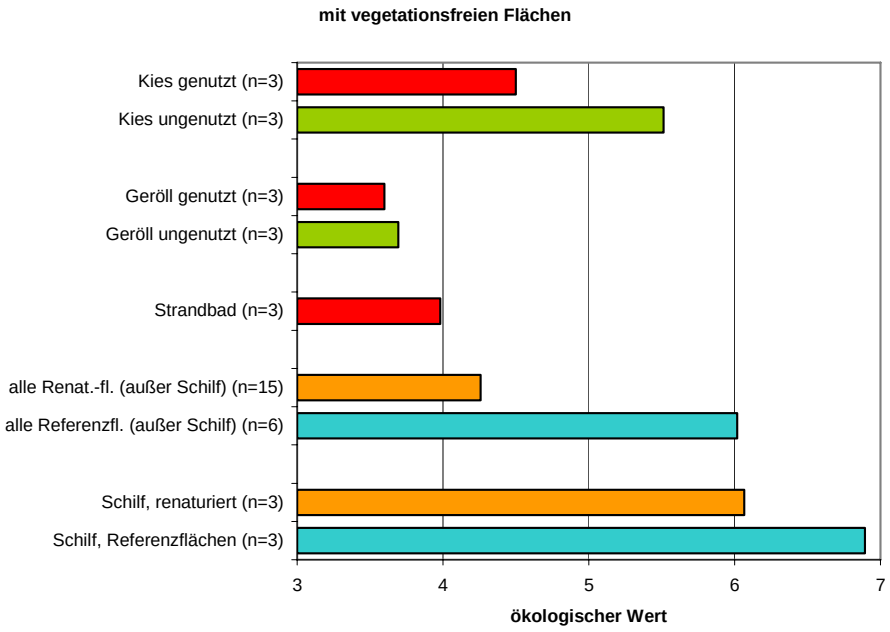


Abbildung 5.3-7: Ökologische Wertigkeit der Renaturierungstypen im Vergleich zu den Referenzflächen basierend auf der quantitativen Auswertung der Biotoptyp-Kartierung.

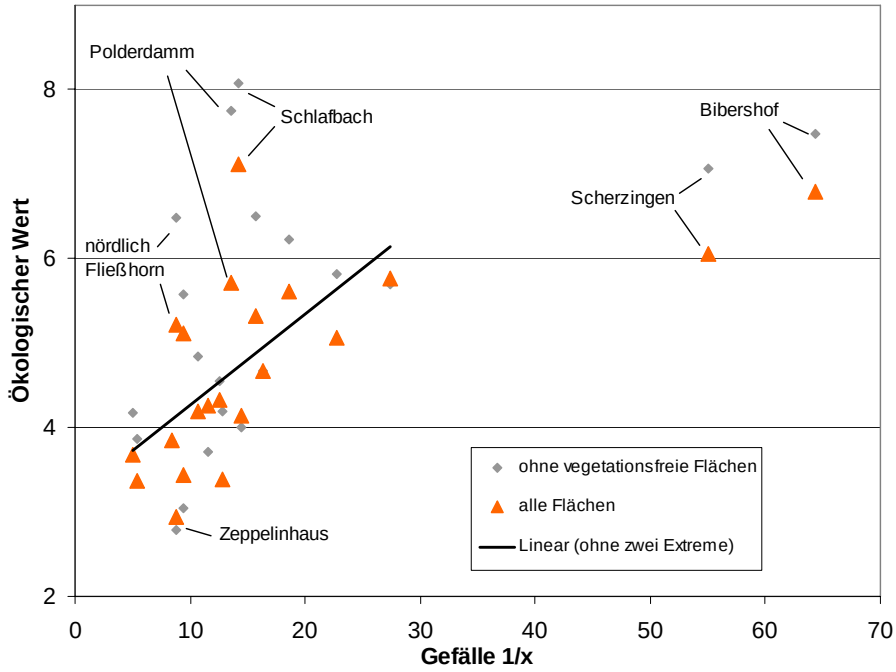


Abbildung 5.3-8: Zusammenhang zwischen der ökologischer Wertigkeit der Testflächen und dem jeweiligen Gefälle des Uferprofils. Bei den Ausreißern "nördl. Fließhorn, Schlafbach, Scherzingen und Bibershof" handelt es sich um Referenzflächen „Kies“ (mit Strandrasen-Vegetation); die beiden Flächen mit extrem flachen Ufer („Scherzingen“ und „Bibershof") sind bei der Regressionsgerade nicht berücksichtigt.

Die ökologische Wertigkeit der Renaturierungsflächen nahm zu, je geringer das Gefälle am Ufer war (Abb. 5.3-8). Für die Referenzflächen "Kiesufer" traf dies aber nicht zu. In alle Bewertungen wurden auch die vegetationsfreien Flächen einbezogen. Eine Bewertung ohne diese Flächen führte zu sehr ähnlichen Ergebnissen.

5.3.5 Diskussion

Flora und Vegetation vieler untersuchten Uferrenaturierungen sind nicht standortstypisch und weisen eine geringere ökologische Wertigkeit auf als die der untersuchten Referenzflächen.

Häufig sind viele Aufschüttungsflächen nach Jahren oder Jahrzehnten noch völlig vegetationsfrei, was auf das wenig verfestigte Substrat zurückzuführen ist. Bei Überschwemmung verhindert der Wellenschlag aufgrund der mechanischen Belastung offensichtlich jegliche Etablierung von Gefäßpflanzen. Eine Pflanzenansiedlung kann auch durch starken Tritt, Lagern und Bootsbewegungen verhindert wer den. Ist auf solchem Material trotzdem eine Vegetationsschicht vorhanden, handelt es sich selten um standortstypische Ufergesellschaften oder um artenarme Bestände von ubiquitären Arten, wie *Phalaris arundinacea*, *Agrostis stolonifera* oder *Carex acuta*.

Abbildung 5.3-9: Beispiele von Renaturierungen: oben links: Renaturierung "Kies genutzt" Wangen-Ost, mit Ruderalvegetation und Weiden-Sukzession; unten links: "Geröll genutzt" (Friedrichshafen-Zeppelinhaus) mit Zierrasen und vegetationsfreien Flächen; oben rechts: "Kies ungenutzt" (Sipplingen-Ost) mit Strandschmielen-Gesellschaft und Weiden-Sukzession; untern rechts: Schilf-Renaturierung (Friedrichshafen-Strandbad) mit Uferschilf-Röhricht vor Böschungsfuß (alle Fotos: M. Peintinger 2007).

Es gibt jedoch zwei Typen von Renaturierung, die aus botanischer Sicht als gelungen betrachtet werden können und daher als positive Beispiele für künftige Renaturierungen gelten dürfen.

1. Die untersuchten „Schilf“-Renaturierungen haben sich gut entwickelt und ähneln sehr stark den Referenzflächen.

2. In Renaturierungen vom Typ "Kies ungenutzt" hat eine naturnahe Entwicklung der Flora und Vegetation stattgefunden, die bereits sehr den Referenzflächen "Kies" ähnelt. Auch Arten der Strandschmielen-Gesellschaften (inkl. Rote Liste-Arten) haben sich hier spontan angesiedelt und weisen auf das naturschutzfachliche Potenzial solcher Flächen hin.

3. Auf Renaturierungen vom Typ "Kies ungenutzt" erfolgte vielfach eine Besiedlung mit einheimischen Weidenarten (*Salix alba, S. purpurea*). Diese Entwicklung ist zu begrüßen, da gerade die bislang fast vollständig fehlende Auenverjüngung ein ernsthaftes Problem im praktischen Naturschutz darstellt. Da sich etliche diese Sukzessionsflächen gerade auf Kiesufern mit der hochgradig gefährdeten Strandschmielen-Gesellschaft befinden, entsteht dort ein Interessenskonflikt im Naturschutz. Da spontane Gehölzbesiedlung aber auch auf anderen Flächen zu finden sind, sollten sie unbedingt Gehölzpflanzungen vorgezogen werden.

Tabelle 5.3-3: Artenliste (Gefäßpflanzen) für die 18 Renaturierungsflächen und die 9 Referenzflächen.

RL BW	RL CH	Stetigk.	Nr. der Fläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
			Strandrasen-Arten (Littorelletea)																											
v		10	Juncus alpinus Vill.	1			1	1	1			1										1		1	1	1	1			
2	2	7	Littorella uniflora (L.) Asch.																	1	1	1	1	1	1	1			
2	2	5	Ranunculus reptans L.				1														1	1			1	1			
1	2	5	Myosotis rehsteineri Wartm.				1	1													1				1	1			
1	2	4	Deschampsia littoralis (Gaudin) Reut.																		1			1		1	1		
3		4	Carex viridula Michx.				1														1					1	1		
v	3	3	Eleocharis acicularis (L.) Roem. & Schult.					1				1									1								
		2	Carex panicea L.																		1				1				
2		2	Taraxacum palustre aggr.				1														1								
		1	Equisetum x meridionale				1																						
			Röhrichte und Großseggen (Phragmitetea)																										
		23	Phalaris arundinacea L.	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		19	Phragmites australis (Cav.) Steud.	1	1		1	1	1	1	1								1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		16	Carex acuta L.	1	1		1	1	1			1		1			1	1	1			1	1	1	1	1	1			
		9	Lycopus europaeus L.	1			1		1								1	1			1		1		1		1			
		8	Epilobium parviflorum Schreb.	1		1		1					1	1								1	1		1					
		7	Mentha aquatica L.				1											1				1	1	1	1		1			
		7	Iris pseudacorus L.				1		1	1								1				1	1					1		
		6	Carex elata All.				1	1														1	1			1	1			
	3	4	Rorippa amphibia (L.) Besser					1			1										1		1							
		3	Veronica anagallis-aquatica L.				1	1	1																					
		2	Myosotis scorpioides L.						1														1							
		2	Poa palustris L.																				1				1			
v	4	2	Senecio paludosus L.																			1	1							
		2	Carex acutiformis Ehrh.						1																					1
		2	Solanum dulcamara L.					1			1																			
		2	Typha latifolia L.					1			1																			
		1	Alisma plantago-aquatica L.						1																					
		1	Alisma spec.					1																						
		1	Carex vesicaria L.																			1								
		1	Schoenoplectus lacustris (L.) Palla		1																									
		1	Veronica beccabunga L.						1																					
		1	Scutellaria galericulata L.												1															
			Flutrasen (Agrostietea)																											
		19	Agrostis stolonifera L.	1	1	1	1	1	1			1		1		1	1	1				1	1	1	1	1	1	1		
		17	Potentilla reptans L.	1	1	1		1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
		12	Carex hirta L.		1		1	1	1					1		1		1		1	1	1			1		1			
		10	Ranunculus repens L.			1	1	1	1				1					1		1		1	1				1			
		9	Galium palustre L.	1			1		1													1	1		1	1	1			
		7	Festuca arundinacea Schreb.	1	1									1	1	1		1				1								
		6	Rumex obtusifolius L.	1								1	1	1					1	1										
		5	Potentilla anserina L.		1				1					1					1										1	
		5	Barbarea vulgaris R. Br.	1					1			1									1	1								
		4	Rumex crispus L.	1											1		1					1								
v		3	Allium schoenoprasum L.																				1			1	1			
		2	Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.	1			1																							
		2	Juncus compressus Jacq.		1				1																					
		1	Juncus inflexus L.	1																										
		1	Lysimachia nummularia L.				1																							
			Grünland-Gesellschaften (Molinio-Arrhenatheretea)																											
		17	Trifolium repens L.	1	1	1	1		1				1	1	1	1		1	1	1	1	1			1	1	1			
		16	Taraxacum officinale aggr.	1		1							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1			
		15	Trifolium pratense L.	1	1	1	1		1				1	1	1	1		1	1	1		1				1	1			
		12	Lolium perenne L.	1	1	1							1		1	1		1	1	1	1				1		1			
		12	Plantago lanceolata L.	1	1	1			1					1	1			1		1	1	1			1	1				
		11	Poa pratensis L.	1	1	1						1	1		1					1	1	1			1	1				
		9	Dactylis glomerata L.		1		1					1	1	1	1		1		1							1				
		8	Bellis perennis L.	1		1								1						1	1	1				1	1			
		8	Galium album Mill.	1	1	1									1						1	1		1		1				
		7	Lotus corniculatus L.	1	1	1							1					1	1		1									
		6	Festuca rubra L.	1		1	1									1		1								1				
		5	Arrhenatherum elatius (L.) J. & C. Presl				1						1					1				1				1				
		5	Cardamine pratensis aggr.				1															1			1	1	1			
		5	Festuca pratensis Huds.			1								1					1	1	1									
		5	Ranunculus acris L.											1				1				1				1	1			
		5	Vicia sepium L.	1										1	1	1						1								
		5	Prunella vulgaris L.	1		1													1						1	1				
		5	Valeriana officinalis aggr.		1		1		1															1	1					
		4	Achillea millefolium aggr.											1				1	1	1										
		3	Vicia cracca L.				1		1							1														
		3	Trisetum flavescens (L.) P. Beauv.											1		1		1												
		3	Lathyrus pratensis L.											1		1				1										
		2	Centaurea jacea L.											1				1												
		2	Leucanthemum vulgare Lam.															1		1										
		2	Deschampsia cespitosa (L.) P. Beauv.					1																			1			
		2	Holcus lanatus L.															1				1								
		2	Symphytum officinale L.																						1			1		
		2	Cynosurus cristatus L.													1		1												
		1	Equisetum palustre L.				1																							
		1	Heracleum sphondylium L.																			1								
		1	Rhinanthus spec.															1												
		1	Salvia pratensis L.															1												
		1	Veronica arvensis L.																	1										
		1	Veronica chamaedrys L.																			1								
		1	Rumex acetosa L.																			1								
		1	Ajuga reptans L.																			1								
		1	Knautia arvensis (L.) Coult.															1												
		1	Phleum pratense L.																	1										

			Nr. der Fläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		1	Cerastium holosteoides Fr.																	1										
		1	Crepis biennis L.	1																										
			Feuchtigkeitszeiger																											
		8	Lythrum salicaria L.	1	1		1		1					1		1						1					1			
		7	Filipendula ulmaria (L.) Maxim.	1			1		1					1				1						1			1			
		5	Lysimachia vulgaris L.				1												1			1					1	1		
		4	Angelica sylvestris L.						1						1			1									1			
		4	Eupatorium cannabinum L.	1			1						1									1								
		3	Stachys palustris L.								1			1								1								
		3	Cirsium palustre (L.) Scop.																	1		1					1			
		2	Hypericum tetrapterum Fr.																1						1					
		1	Lychnis flos-cuculi L.																			1								
		1	Molinia caerulea aggr.															1												
		1	Galium uliginosum L.		1																									
			Halbtrockenrasen (Festuco-Brometea)																											
		5	Hypericum perforatum L.			1	1		1							1						1								
		2	Sedum acre L.													1	1													
		2	Festuca ovina aggr.			1												1												
		1	Sanguisorba minor Scop.				1																							
		1	Silene vulgaris (Moench) Garcke			1																								
		1	Acinos arvensis (Lam.) Dandy			1																								
		1	Bromus erectus Huds.															1												
		1	Ononis spinosa L.						1																					
		1	Campanula rotundifolia L.			1																								
		1	Vincetoxicum hirundinaria Medik.																			1								
		1	Echium vulgare L.			1																								
		1	Euphorbia cyparissias L.			1																								
			Zweizahn-Gesellschaften (Bidentetea)																											
		6	Polygonum lapathifolium L.	1	1			1	1											1			1							
		3	Rorippa palustris (L.) Besser					1	1												1									
	2	2	Veronica catenata Pennell					1													1									
2	3	2	Bidens tripartita L.						1												1									
	3	2	Ranunculus sceleratus L.						1												1									
2	3	1	Catabrosa aquatica (L.) P. Beauv.						1																					
			Mehrjährige Ruderalgesellschaften (Artemisietea)																											
		14	Rubus caesius L.		1		1	1	1	1			1			1						1	1	1	1	1	1	1		
		12	Urtica dioica L.	1				1		1	1		1		1	1		1		1								1	1	1
		12	Cirsium arvense (L.) Scop.	1		1	1		1		1					1	1		1		1	1			1		1			
		11	Calystegia sepium (L.) R. Br.	1	1		1				1			1		1		1					1	1	1			1		
		9	Galium aparine L.	1							1		1	1	1	1	1											1	1	
		8	Alliaria petiolata (M. Bieb.) Cavara & Grande	1	1								1			1		1						1				1		1
		6	Geranium robertianum L.	1	1								1			1	1		1											
		6	Erigeron annuus (L.) Pers.			1									1				1	1	1				1					
		6	Geum urbanum L.	1	1														1						1		1	1		
		6	Glechoma hederacea L.				1		1												1		1					1		1
		5	Solidago gigantea Aiton	1			1		1				1										1							
		4	Artemisia verlotiorum Lamotte				1	1	1				1																	
		4	Cirsium vulgare (Savi) Ten.										1						1						1		1			
		4	Oenothera biennis aggr.		1		1		1																1					
		3	Lapsana communis L.										1		1	1														
		3	Verbascum thapsus L.			1									1							1								
		3	Impatiens glandulifera Royle							1																			1	1
		3	Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.	1																	1	1								
		2	Artemisia vulgaris L.			1							1																	
		2	Epilobium hirsutum L.																						1			1		
		1	Scrophularia umbrosa Dumort.																				1							
		1	Senecio inaequidens DC.															1												
		1	Reynoutria japonica Houtt.																1											
		1	Reynoutria spec.						1																					
		1	Solidago canadensis L.			1																								
		1	Tanacetum vulgare L.											1																
		1	Arctium spec.																								1			
		1	Epilobium roseum Schreb.			1																								
		1	Mycelis muralis (L.) Dumort.														1													
		1	Dipsacus spec.											1																
		1	Cardamine hirsuta L.	1																										
		1	Cardamine impatiens L.	1																										
		1	Carduus crispus L.											1																
		1	Impatiens parviflora DC.																									1		
			Trittpflanzen-Gesellschaften (Plantaginetea)																											
		12	Plantago major L.	1		1			1				1		1			1	1	1	1				1	1	1			
		8	Leontodon autumnalis L.	1		1												1	1	1	1				1	1				
		7	Poa annua L.						1				1		1				1	1						1	1			
		5	Polygonum aviculare aggr.	1	1								1						1	1										
		4	Verbena officinalis L.						1							1		1			1									
		1	Cichorium intybus L.															1												
		1	Odontites vulgaris Moench		1																									
			Ein- und zweijährige Ruderalvegetation (Chenopodietea)																											
		11	Sonchus asper Hill/oleraceus L.	1	1								1		1	1	1	1	1	1	1						1			
		8	Conyza canadensis (L.) Cronquist	1		1									1	1		1	1	1	1									
		7	Veronica persica Poir.	1									1			1	1		1	1	1									
		7	Daucus carota L.			1	1							1		1		1		1	1									
		7	Setaria pumila (Poir.) Roem. & Schult.	1		1										1		1	1	1							1			
		6	Melilotus albus Medik.			1	1		1					1				1	1											
		4	Polygonum persicaria L.	1					1											1	1									
		4	Galeopsis tetrahit L.	1									1	1														1		

	Nr. der Fläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
3	Senecio erucifolius L.						1							1										1				
3	Senecio vulgaris L.	1												1				1										
2	Digitaria ischaemum (Schreb.) Muhl.																	1	1									
2	Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.					1	1																					
2	Euphorbia helioscopia L.												1		1													
2	Galinsoga parviflora Cav.																	1	1									
2	Lactuca serriola L.	1												1														
2	Lepidium virginicum L.												1						1									
2	Oxalis stricta L.	1		1																								
2	Tripleurospermum perforatum (Mérat) Lainz	1		1																								
1	Setaria spec.												1															
1	Setaria viridis (L.) P. Beauv.																		1									
1	Amaranthus spec.																	1										
1	Chaenorhinum minus (L.) Lange	1																										
1	Chenopodium polyspermum L.																		1									
1	Chenopodium spec.																	1										
1	Erucastrum gallicum (Willd.) O. E. Schulz																	1										
1	Lamium purpureum L.	1																										
	Halbruderal Quecken-Trockenrasen (Agropyretea)																											
6	Agropyron repens (L.) P. Beauv.		1								1		1	1	1							1						
5	Convolvulus arvensis L.										1		1		1			1	1									
5	Equisetum arvense L.		1	1			1					1										1						
5	Poa compressa L.				1								1	1		1			1									
3	Tussilago farfara L.			1									1					1										
1	Diplotaxis tenuifolia (L.) DC.																		1									
	Gehölze																											
22	Salix alba L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1		1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	Cornus sanguinea L.				1		1		1		1	1	1	1	1	1	1			1		1	1	1	1			1
13	Fraxinus excelsior L.	1	1		1			1			1	1		1						1		1	1	1	1			1
13	Rubus armeniacus Focke		1		1		1		1		1		1	1	1		1	1		1		1				1		
12	Salix purpurea L.		1	1	1		1	1	1		1			1						1			1		1	1		
10	Populus hybrida	1		1	1		1				1								1	1	1			1	1			
8	Rosa canina L.		1		1						1			1	1		1						1	1				
8	Acer pseudoplatanus L.		1								1		1	1								1	1		1			1
7	Betula pendula Roth				1						1					1	1		1			1	1					
7	Salix cinerea L.	1	1						1								1		1			1				1		
6	Alnus glutinosa (L.) Gaertn.				1							1		1		1						1						1
6	Corylus avellana L.													1	1		1					1		1		1		
6	Viburnum opulus L.																			1		1		1	1	1		1
5	Quercus robur L.				1									1								1	1	1				
5	Clematis vitalba L.	1					1				1					1												1
5	Ligustrum vulgare L.				1											1	1							1				1
4	Prunus spec.		1		1						1				1													
4	Salix spec. Hybride/Kulturform		1		1							1			1													
4	Buddleja davidii Franch.			1	1									1		1												
4	Hedera helix L.														1							1				1		1
3	Salix caprea L.			1							1					1												
3	Cotoneaster spec.	1			1										1													
3	Crataegus x macrocarpa								1											1				1				
3	Rhamnus catharticus L.		1																	1						1		
3	Salix triandra L.					1																1					1	
	Nr. der Fläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
3	Populus alba L.		1					1																		1		
2	Rosa rugosa		1									1																
2	Salix nigricans Sm.								1															1				
2	Salix viminalis L.										1																	1
1	Acer pseudoplatanus L. juv.		1																									
1	Alnus incana (L.) Moench																							1				
1	Crataegus monogyna Jacq.										1																	
1	Prunus spinosa L.																			1								
1	Rosa arvensis Huds.																							1				
1	Salix babylonica L.			1																								
1	Salix elaeagnos Scop.					1																						
1	Symphoricarpos orbiculatus													1														
1	Vitis vinifera L.														1													
1	Euonymus europaeus L.				1																							
1	Lonicera xylosteum L.																							1				
1	Prunus domestica																1											
1	Rubus ideaus L.																											1
1	Cornus sericea L.																									1		
1	Ulmus minor Mill. em. Richens																											1
1	Rubus sect. Corylifolii																					1						
	Sonstige																											
9	Medicago lupulina L.	1	1	1									1	1		1	1	1	1									
4	Hypochoeris radicata L.	1		1												1				1								
3	Arenaria serpyllifolia L.	1																1	1									
3	Cymbalaria muralis P. Gaertn. & al.										1		1		1													
3	Epilobium spec.	1					1											1										
3	Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.																					1	1					1
2	Carex flacca Schreb.				1		1																					
2	Juncus articulatus L.		1																1									
2	Viscum album L.								1																		1	
1	Senecio spec.				1																							
1	Stachys SYLV.															1												
1	Stachys sylvatica L.						1																					
1	Epilobium adnatum Griseb.	1																										
1	Epilobium dodonaei Vill.			1																								
1	Centranthus ruber (L.) DC.				1																							

	Nr. der Fläche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	Euphorbia exigua L.			1																								
1	Fragaria vesca L.						1																					
1	Geranium spec.																	1										
1	Avena sativa L.																	1										
1	Iris spec. (Zierpflanze)	1																										
1	Agropyron spec.	1																										
1	Calamagrostis epigejos (L.) Roth				1																							
1	Linaria vulgaris Mill.																		1									

Nr.	Renaturierungsflächen	Variante	Datum
1	KN-KN-DD	Kies genutzt	27.09.2007
2	KN-KN-KS	Kies genutzt	20.09.2007
3	KN-OE-WW	Kies genutzt	21.09.2007
4	FN-SI-OE	Kies ungenutzt	01.10.2007
5	VA-HO-PD	Kies ungenutzt	11.10.2007
6	LI-WA-WB	Kies ungenutzt	05.10.2007
7	FN-FN-LM	Schilf	12.11.2007
8	KN-RZ-CM	Schilf	29.11.2007
9	FN-FN-SC	Schilf	15.10.2007
10	FN-LA-ME	Geröll genutzt	05.10.2007
11	TG-HO-SB	Geröll genutzt	02.10.2007
12	FN-FN-GG	Geröll genutzt	15.10.2007
13	KN-KN-JB	Geröll ungenutzt	27.09.2007
14	LI-WA-HW	Geröll genutzt	05.10.2007
15	SG-TH-ST	Geröll genutzt	02.10.2007
16	FN-HA-ES	Strandbad	28.09.2007
17	FN-IM-SB	Strandbad	28.09.2007
18	KN-RZ-MS	Strandbad	21.09.2007

Nr.	Vergleichsflächen	Variante	Datum
19	Kies-1	Kies	09.10.2007
20	Kies-2	Kies	10.10.2007
21	Kies-3	Kies	09.10.2007
22	Kies-4	Kies	29.08.2002
23	Kies-5	Kies	10.10.2007
24	Kies-6	Kies	10.10.2007
25	Schilf-8	Schilf	29.10.2007
26	Schilf-9	Schilf	12.11.2007
27	Schilf-7	Schilf	12.11.2007

5.4 Laufkäferfauna

5.4.1 Anmerkungen zur Methode

Für die Untersuchung der Laufkäferfauna wurden die in Abb. 4-1 dargestellten 18 Renaturierungsflächen und 9 Referenzflächen herangezogen, die den Renaturierungstypen „Geröll“, „Kies“, „Schilf“ und „Strandbad“ sowie den Nutzungstypen „genutzt“ und „ungenutzt“ zugeordnet wurden.

Aus käferfaunistischer Sicht erwiesen sich einige Testflächen-Gruppen als recht inhomogen. So war die Renaturierungsfläche in Staad-Ost (SG-TH-ST) deutlich strukturreicher als die beiden anderen Renaturierungsflächen der Gruppe "Geröll-ungenutzt" und wies dementsprechend eine artenreichere Laufkäferfauna auf (u. a. mit *Nebria livida*). In der Gruppe "Geröll-genutzt" wiesen die beiden Flächen Langenargen-Malerecke (FN-LA-ME) und Horn-Segelhafen (TG-HO-SH) im oberen Teil des Strandes zumindest kleinflächig sandige Bereiche mit entsprechender Laufkäferfauna auf. Es ist bekannt, dass manche Laufkäferarten schon auf kleine Struktur- und Substratunterschiede reagieren, so dass sich unter Umständen in kaum quadratmetergroßen Flächen spezifische Arten finden, die in der Umgebung fehlen.

Zudem ist zu berücksichtigen, dass zwei der drei Probestellen aus der Gruppe "Schilfsanierung" (KN-RZ-CM, FN-FN-SC) nicht mit der gleichen Intensität untersucht werden konnten wie die übrigen Gruppen.

5.4.2 Gefundene Arten

5.4.2.1 Übersicht, Schutzstatus

Im Rahmen der Untersuchung wurden insgesamt 2638 Laufkäfer gefunden, die sich 74 Arten zuordnen lassen (Abb. 5.4-1).

Von diesen 74 Arten sind 17 in den aktuellen Roten Listen von Baden-Württemberg, Bayern, der Bundesrepublik und/oder der Schweiz mindestens als "gefährdet" aufgeführt, weitere 11 Arten als "schonungsbedürftig". Eine Übersicht gibt die Tabelle 5.4-1.

Abbildung 5.4-1:

Die Fläche FN-SI-OE (Sipplingen östliche Ortslage) ist eine der käferfaunistisch interessantesten Renaturierungsflächen.

Tabelle 5.4-1: Übersicht über die gefundenen Arten und ihren Gefährdungsstatus in den Roten Listen. RL Gefährdungsstatus in Baden-Württemberg nach TRAUTNER et al. (2005), in Bayern nach LORENZ (2003), in der Bundesrepublik Deutschland nach TRAUTNER et al. 1998, in der Schweiz nach MARGGI (1994). – 1: vom Aussterben bedroht, 2 – stark gefährdet, 3 – gefährdet, V – Art der "Vorwarnliste", Vs – in Deutschland regional gefährdet, Av1 – im Alpenvorland vom Aussterben bedroht, R – extrem seltene Art oder Art mit geographischer Restriktion.

Art	RL BaWü	RL Bayern	RL BRD	RL Schweiz
Abax parallelepipedus				
Acupalpus flavicollis				
Agonum marginatum				
Agonum micans		**V**		
Agonum milleri				
Agonum emarginatum				
Agonum sexpunctatum				
Agonum thoreyi	**V**	**V**		
Agonum viduum				
Amara aenea				
Amara similata				
Anisodactylus binotatus				
Badister peltatus	**2**	**2**	**2**	
Bembidion articulatum				
Bembidion assimile	**V**	**3**	**Vs**	
Bembidion biguttatum				
Bembidion cruciatum bualei	**2**	**V**		
Bembidion decorum		**V**		
Bembidion dentellum				
Bembidion doris	**3**	**3**	**Vs**	**4**
Bembidion femoratum				
Bembidion lunatum	**2**		**2**	**3**
Bembidion lunulatum				
Bembidion properans				
Bembidion punctulatum		**V**	**Vs**	
Bembidion quadrimaculatum				
Bembidion tetracolum				
Blemus discus				
Carabus granulatus				
Chlaenius nigricornis	**V**	**V**	**Vs**	
Chlaenius tibialis	**3**	**3**	**3**	
Chlaenius vestitus				
Clivina collaris		**V**	**Vs**	
Clivina fossor				
Cychrus caraboides				
Demetrias imperialis	**3**	**2 (Av1)**	**Vs**	**3**
Dychirius laeviusculus	**2**	**2**	**2**	**3**
Dyschirius aeneus				

Art	RL BaWü	RL Bayern	RL BRD	RL Schweiz
Dyschirius globosus				
Elaphropus parvulus				
Elaphropus quadrisignatus	**V**	**V**	**Vs**	
Elaphrus cupreus				**2**
Elaphrus riparius				**2**
Harpalus affinis				
Harpalus rubripes				
Leistus ferrugineus				
Lionychus quadrillum	**V**	**V**	**V**	
Lorocera pilicornis				
Microlestes minutulus				
Nebria brevicollis				
Nebria livida	**2**	**2**	**3**	**1**
Nebria picicornis	**2**	**V**		
Notiophilus biguttatus				
Odacantha melanura	**3**	**2**	**Vs**	**3**
Oodes helopioides	**V**	**V**		**3**
Panagaeus crux-major	**V**	**3**	**V**	
Paranchus albipes				
Patrobus atrorufus				
Patrobus australis	**3**	**R**	**2**	**2**
Perileptus areolatus	**3**		**3**	**4**
Poecilus cupreus				
Pseudophonus griseus				
Pterostichus anthracinus				
Pterostichus diligens	**V**	**V**	**V**	
Pterostichus melanarius				
Pterostichus minor	**V**			
Pterostichus niger				
Pterostichus nigrita				
Pterostichus oblongopunctatus				
Pterostichus vernalis				
Stenolophus mixtus		**V**		
Stenolophus teutonus				
Tachys micros	**2**	**3**		**4**
Trechus obtusus				
RL 1, 2 und 3	**13**	**10**	**7**	**9**
RL V	**9**	**13**	**11**	**(RL 4): 3**

5.4.2.2 Ökologische Gruppierung der Arten

Die gefundenen 74 Arten sind in Tab. 5.4-2 nach ihren ökologischen Ansprüchen kurz zusammenfassend charakterisiert (ökologische Angaben nach FREUDE et al. 2004, MARGGI 1992, TRAUTNER 2002, WACHMANN et al. 1995; Arten der Roten Listen (1–3) fett gedruckt).

Tabelle 5.4-2: Einteilung der gefundenen Arten nach ihren unterschiedlichen Habitatpräferenzen; Arten der Roten Listen (ohne V-Arten) fett gedruckt.

W – Waldarten	Arten mit Schwerpunktverbreitung in Wäldern, die zum Teil auch an waldnahen, feuchten Offenlandstandorten mit dichter Vegetation vorkommen	*Abax parallelepipedus* *Carabus granulatus* (hygrophil, auch im feuchten Offenland) *Cychrus caraboides* (spezialisierter Gehäuseschneckenfresser) *Nebria brevicollis* *Notiophilus biguttatus* *Patrobus atrorufus* (Auwaldart, auch an schlammigen, beschatteten Ufern) *Pterostichus niger* *Pterostichus oblongopunctatus* *Trechus obtusus*
S – Sumpfarten	Arten feuchter, mooriger, anmooriger oder morastiger, beschatteter Standorte mit dichter Vegetation und mehr oder weniger hohem organischem Anteil im Substrat; die Arten sind primär Bewohner der weniger dynamischen Bereiche der Aue (Altarme, Verlandungsbereiche, Niedermoore)	*Acupalpus flavicollis* (meist im Detritus von Schilf und Seggen) *Agonum micans* *Agonum emarginatum (A. moestum)* (gern im Röhricht) *Agonum viduum* (gern im Röhricht) ***Badister peltatus*** (auf Sumpfböden in der Laubstreu) *Bembidion assimile* *Bembidion biguttatum* *Bembidion dentellum* *Chlaenius nigricornis* *Lorocera pilicornis* (spezialisierter Collembolenjäger) *Oodes helopioides* ***Panagaeus crux-major*** *Pterostichus anthracinus* *Pterostichus diligens* (Art der Sumpfwälder, auf moorigen oder torfigen Böden) *Pterostichus nigrita* *Pterostichus vernalis* *Stenolophus mixtus*
	Röhrichtarten	*Agonum thoreyi* ***Demetrias imperialis*** (auf Schilfhalmen und schwimmendem Schilfdetritus, Collembolenfresser) ***Odacantha melanura*** (auf Röhrichthalmen und schwimmendem Detritus. Überwinterung in Blattscheiden von *Phragmites australis*, *Glyceria maxima* und *Typha* spp.)
U – Uferarten Arten vegetationsarmer bis vegetationsloser, häufig umgelagerter Kies-, Sand-, Lehm- und Schlammböden mit allenfalls geringen organischen Anteilen; typische Bewohner der dynamischen Flussaue. Die Arten sind zum Teil eng an bestimmte Substratkorngößen angepasst. Diese Gruppe enthält einen sehr hohen Anteil gefährdeter Arten	Arten grobkörniger Kies- und Schotterufer	*Bembidion decorum* *Bembidion punctulatum* ***Nebria picicornis***
	Arten feinkiesiger und sandiger Ufer	***Bembidion cruciatum bualei*** *Chlaenius vestitus* *Elaphropus parvulus* *Elaphropus quadrisignatus* *Lionychus quadrillum* (Lebensweise und ökologische Ansprüche nur unzureichend bekannt) *Paranchus albipes* (häufigste Laufkäferart der offenen Kiesufer am Bodensee) ***Patrobus australis*** ***Perileptus areolatus*** ***Tachys micros***
	Arten feinsandiger und schlammiger Ufer	*Agonum marginatum* ***Bembidion doris*** ***Bembidion lunatum*** (oft im Grenzbereich zwischen offenem Ufer und der landseitig daran angrenzenden dichteren Vegetation) ***Chlaenius tibialis*** *Dyschirius aeneus* ***Dyschirius laeviusculus*** ***Elaphrus cupreus*** ***Elaphrus riparius*** ***Nebria livida***

Tabelle 5.4-2 (Fortsetzung)

O – Offenlandarten	Euryöke Arten des Offenlandes, auf mehr oder weniger sonnenexponierten Böden, auch im intensiver genutzten Kulturland	*Agonum milleri* *Agonum sexpunctatum* *Amara aenea* *Amara similata* *Anisodactylus binotatus* *Bembidion articulatum* *Bembidion femoratum* *Bembidion properans* *Bembidion quadrimaculatum* *Bembidion tetracolum* *Bembidion lunulatum* *Clivina collaris* *Clivina fossor* *Dyschirius globosus* *Harpalus affinis* *Harpalus griseus* *Harpalus rubripes* *Leistus ferrugineus* *Microlestes minutulus* *Poecilus cupreus* *Pterostichus melanarius* *Pterostichus minor* *Stenolophus teutonus*
X - sonstige		*Blemus discus* (die Art lebt unterirdisch in den Bauen von Nagern und Maulwürfen und ist meist nach Hochwasser an der Oberfläche zu finden)

5.4.2.3 Anmerkungen zu einigen der gefundenen Arten

Bembidion cruciatum ssp. bualei: Die im Gelände nur schwer von *B. tetracolum* und *B. femoratum* zu unterscheidende Art ist in Mitteleuropa vor allem montan verbreitet. Wie fast alle montanen Laufkäferarten, die am Bodensee vorkommen, ist sie am See ausschließlich auf den östlichen Obersee beschränkt (BRÄUNICKE & TRAUTNER 2002). Die beiden im Rahmen dieser Untersuchung bei Höchst (Vorarlberg) gefundenen Tiere passen in dieses Bild.

Bembidion lunatum: Art sandiger und kiesiger Ufer, oft im Grenzbereich zwischen offenem Ufer und der landseitig daran angrenzenden dichteren Vegetation (MARGGI 1992). Die seltene Art wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nur auf der Renaturierungsfläche Hoechst-Polderdamm (VB-HO-PD) mit einem Einzeltier gefunden; der Fundort – an der Grenze zwischen offenem Ufer und angrenzendem Schilfröhricht, stimmt mit den Angaben von MARGGI überein.

Dyschirius laeviusculus: Die Art, die wie alle *Dyschirius*-Arten mehr oder weniger kolonieweise in selbst gegrabenen Gängen lebt und vor allem Staphyliniden jagt, ist eine charakteristische Art lehmiger, sandiger und schlammiger Ufer. Die Art wurde im Rahmen dieser Untersuchung nur in den beiden Schilf-Referenzflächen im NSG 'Eriskircher Ried' (Schilf-9) und 'Seefelder Aach-Mündung' (Schilf-7) gefunden.

Elaphrus cupreus, E. riparius: Die beiden *Elaphrus*-Arten sind tagaktive Arten feuchter, sandiger oder schlammiger Ufer, auf denen sie Fliegen und Kleinstinsekten jagen; *E. cupreus* bevorzugt schattige Uferabschnitte, *E. riparius* jagt vornehmlich auf stark sonnenexponierten Flächen. Beide Arten wurden in der vorliegenden Untersuchung nur in „Schilf"-Renaturierungsflächen und in „Schilf"-Referenzflächen gefunden.

Elaphropus parvulus, E. quadrisignatus: Die beiden *Elaphropus*-Arten sind charakteristische Bewohner feinkiesiger und sandiger, sonnenexponierter, vegetationsloser Flächen auch in trockeneren Bereichen der dynamischen Flussaue. In der vorliegenden Untersuchung wurden sie vor allem in den Strandbädern regelmäßig in hoher Dichte gefunden, stets vergesellschaftet mit *Lionychus quadrillum*.

Lionychus quadrillum: Die Art ist wie die beiden *Elaphropus*-Arten ein charakteristischer Bewohner vegetationsloser, besonnter, trockener, Feinkies- und Sand-Flächen; ihre Biologie ist in vielen Punkten noch ungeklärt. Wie viele Arten der ursprünglichen Flussaue hat sie sich in den letzten Jahren zunehmend in Sekundärbiotope ausgebreitet (Abgrabungen, Güterbahnhöfe), ist aber trotzdem allgemein selten. BRÄUNICKE & TRAUTNER (2002) führen vom Bodensee nur drei Fundorte auf. In der vorliegenden Untersuchung wurde die Art an 6 Untersuchungsstellen nachgewiesen, meist in hoher Dichte. Alle 6 Fundorte sind relativ stark durch (Freizeit-)Nutzung geprägt. Mit den beiden *Elaphropus*-Arten gehört *L. quadrillum* zu den charakteristischen Arten sandiger Bereiche in den Strandbädern.

Nebria livida: *N. livida* ist eine der größten Laufkäferarten am Bodensee und gleichzeitig wegen ihrer ungewöhnlichen Färbung eine der auffälligsten. Sie bewohnt vegetationsarme, besonnte Ufer mit häufig umgelagerten sandigen oder lehmigen Substraten. In Südwestdeutschland ist der Bodensee der einzige verbliebene sichere primäre Lebensraum der Art; in der Schweiz sind Funde überhaupt nur noch vom Bodensee bekannt (BRÄUNICKE & TRAUTNER 2002). Die Art wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung auf zwei Renaturierungsflächen (VB-HO-PD und SG-TH-ST) und in einer Schilf-Referenzfläche (Eriskircher Ried) gefunden.

Nebria picicornis: Die Art ist ähnlich groß wie *Nebria livida* und mit ihrem rotem Kopf, den weißen Beinen und schwarzen Flügeln ebenfalls unverwechselbar gefärbt. Sie bewohnt sonnenexponierte, vegetationslose Ufer mit grobkiesigem und schotterigem Substrat. Am Bodensee ist sie ausgesprochen häufig; die in der baden-württembergischen Roten Liste vorgenommene Einstufung als "stark gefährdet" trifft auf das Bodensee-Ufer mit Sicherheit nicht zu. Die Art wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung an 16 der 27 untersuchten Standorte gefunden. Auch an stark genutzten Renaturierungsstandorten mit Geröllschüttungen wie vor dem Graf-Zeppelin-Haus in Friedrichshafen (FN-FN-GG) oder an der Malerecke in Langenargen (FN-LA-ME) ist die Art zu finden, meist fast unmittelbar an der Wasserlinie unter der obersten Geröllschicht auf feinerem, feuchtem Substrat und oft vergesellschaftet mit den ebenfalls an Schotterstandorte angepassten Arten *Bembidion decorum* und *Bembidion punctulatum*.

Odacantha melanura, Demetrias imperialis: Die beiden Arten, an ihrem schlanken, ungewöhnlichen Habitus und ihrer jeweils charakteristischen Färbung im Gelände sofort zu erkennen, sind charakteristische Bewohner von (Schilf-)Röhrichten. Sie leben sowohl auf den Halmen als auch auf der am Boden liegenden oder seeseitig vor dem Schilfgürtel schwimmenden Schilfstreu, wo sie vor allem Collembolen jagen. Sie überwintern in den Blattscheiden von Schilfhalmen. Beide Arten gelten als selten, von *O. melanura* sind baden-württembergische Funde nur vom Oberrhein und vom Bodensee bekannt (BRÄUNICKE & TRAUTNER 1992). *Demetrias imperialis* gilt in der Schweiz als "vom Aussterben bedroht". Beide Arten wurden in der Schilf-Referenzfläche auf der Mettnau (Schilf-8) gefunden, *O. melanura* außerdem in einem kleinen Röhricht am westlichen Ende des Standbads in Radolfzell (KN-RZ-MS). Möglicherweise sind die beiden Arten, die wegen ihrer oft schlecht zugänglichen Habitate schwer nachzuweisen sind, am Bodenseeufer weiter verbreitet als bisher bekannt.

Oodes helopioides: extrem hygrophile Laufkäfer-Art der Verlandungszone, auch auf schwimmendem Detritus seewärts vor der Röhrichtzone. Jagt unter Wasser, taucht bei Gefahr ab. Am Bodenseeufer an fast allen Probenstellen, die zumindest kleinflächig oder im Randbereich Röhrichte aufweisen.

Paranchus albipes: charakteristischer Bewohner häufig umgelagerter, vegetationsarmer, sandiger, lehmiger und kiesiger Ufer; auch an verschmutzten, organisch belasteten und stinkenden Ufern (MARGGI 1992). Die Art gehört am Bodensee zu den häufigsten Uferarten und wurde in der vorliegenden Untersuchung an 25 der 27 Probenstellen nachgewiesen, oft in hoher Dichte.

Patrobus australis: Die Art, die lange als Unterart von *P. septentrionalis* galt, ist erst seit wenigen Jahren als eigene Art anerkannt. Sie bewohnt kiesige und sandige, zumindest teilweise besonnte Ufer, die oft auch größere Anteile von organischem Material aufweisen (BRÄUNICKE & TRAUTNER 2002). Im Gelände ist sie schwer von dem ähnlichen *P. atrorufus*, einer Auwaldart, zu unterscheiden; unter dem Binokular ist die Unterscheidung einfach, da *P. atrorufus* ungeflügelt ist, *P. australis* dagegen – wie bei einer Art der dynamischen Flussaue nicht anders zu erwarten – geflügelt (MÜLLER-MOTZFELD 2006). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde *P. australis* an 16 der 27 untersuchten Probenstellen gefunden, oft in großer Zahl. *P. australis* war in vielen Fällen einer der ersten Besiedler frisch trocken gefallener Flächen nach dem Sommerhochwasser.

Perileptus areolatus: Die Art lebt im Interstitial feinkiesiger Uferabschnitte. Sie kommt selten an die Oberfläche, ist aber durch Aufkratzen des Substrates leicht auffindbar (meist versuchen die so an die Oberfläche gebrachten Tiere augenblicklich davonzufliegen). Die in den 1950er Jahren vom Seeufer gemeldete Art wurde erst 2001 am See wiedergefunden (auf der Renaturierungsfläche Sipplingen-Ost, FN-SI-OE) (BRÄUNICKE &TRAUTNER 2002). Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde das Vorkommen an diesem Standort bestätigt und die Art an fünf weiteren Uferstellen, allesamt im westlichen Teil des Sees gefunden.

Tachys micros: Die Art, die mit etwa 1,7 mm Körperlänge zu den kleinsten Laufkäfern gehört, bewohnt das Interstitial vegetationsloser Sand- und Kiesflächen; meist findet man die Tiere unter

größeren Steinen in hoher Dichte eng beieinander. Die als selten geltende Art wurde im Gebiet an 9 Fundorten gefunden, unter anderen in allen drei Strandbädern; alle Funde stammen aus der Zeit vor dem Sommerhochwasser.

5.4.3 Laufkäferarten-Spektren der Renaturierungs- und Referenzflächen

Die Verteilung der Arten auf die Probenstellen ist in Tabelle 5.4-3 dargestellt. Die Arten sind dabei nach den in Kap. 5.4.2.2 beschriebenen Habitatpräferenzen sortiert.

Durch die Handaufsammlungen, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung gemacht wurden, konnte sicherlich das vorkommende Laufkäfer-Arteninventar auf den meisten der 27 Testflächen nicht vollständig erfasst werden. Dies zeigt zum Beispiel ein Vergleich mit den Ergebnissen von SCHLUDE (1993), der mit Bodenfallen und sehr langen Standzeiten arbeitete und diese zudem auch in etwas uferferneren Biotopen (Schilfröhricht, Seggen-Bestände) aufgestellt hatte, während die vorliegende Untersuchung sich in erster Linie auf die offenen sandigen, kiesigen oder lehmigen Ufer konzentrierte. SCHLUDE erfasste auf diese Weise bis zu 52 Arten an einer Probenstelle, eine Artenzahl, die in der vorliegenden Untersuchung auf keiner Testfläche erreicht wurde.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung sind deshalb in erster Linie untereinander vergleichbar, jedoch nur eingeschränkt mit Ergebnissen, die mit anderen Methoden erzielt wurden.

Im Folgenden soll die Laufkäferfauna der Testflächen unter den in Kap. 5.4.1 beschriebenen Vorbehalten kurz beschrieben und verglichen werden.

5.4.3.1 Renaturierungsflächen "Geröll, genutzt" (FN-FN-GG, FN-LA-ME, TG-HO-SH)

Diese Testflächengruppe war recht heterogen. Während bei FN-FN-GG vor dem Zeppelin-Haus in Friedrichshafen ein sehr strukturarmes, einheitliches Geröllufer angeschüttet worden war, waren die beiden anderen Renaturierungsflächen deutlich strukturreicher. Die Malerecke in Langenargen (FN-LA-ME) wies vor allem im oberen Teil sandige Bereiche auf, hier brachten auch vereinzelte Weidenbüsche und Einzelbäume zusätzliche Struktur. An das Geröll-Ufer der Fläche beim Segelhafen in Horn (TG-HO-SH) grenzte landseitig ein schmales Schilfröhricht an.

Dementsprechend wies FN-FN-GG mit *Bembidion decorum, B. punctulatum* und *Nebria picicornis* die typische Artenkombination grobschotteriger Ufer auf, während in FN-LA-ME daneben Arten grober sowie Arten feiner sandiger Substrate vorkamen. Der Schilfbestand in TG-HO-SH ermöglichte auch das Vorkommen etwas anspruchsvollerer Sumpf- und Röhrichtarten wie *Oodes helopioides* und *Agonum pelidnum*.

5.4.3.2 Renaturierungsflächen "Geröll, ungenutzt" (KN-KN-JB, LI-WA-HW, SG-TH-ST)

Auch hier war die Testflächengruppe recht heterogen. Die Renaturierungsfläche am Konstanzer Jakobsbad (KN-KN-JB) war in der Struktur vergleichbar mit der Geröllschüttung vor dem Graf-Zeppelin-Haus in Friedrichshafen (FN-FN-GG), wurde allerdings deutlich weniger genutzt. Diese Renaturierungsfläche war die arten- und individuenärmste Probenstelle von allen; bei zwei der drei Sammelperioden wurden gar keine Laufkäfer gefunden; auch andere Boden-Arthropoden wie Spinnen, Asseln, Wanzen, Ameisen waren nur in sehr geringer Dichte vorhanden.

Tabelle 5.4-3: Arten- und Individuenzahlen (Sp, Ind) sowie die Nachweishäufigkeit der einzelnen Laufkäferarten in den Untersuchungsflächen. Die Standorte sind nach Renaturierungstypen, die Laufkäfer nach ökologischen Präferenzen gruppiert.

			Geröll, genutzt			Geröll, ungenutzt			Strandbad			Schilf			Kies genutzt			Kies ungenutzt			Allensb	Reich	Dingel	Hagn	Glatts	Bollig	Uhld.	Meinau	Blick.
			FNLA-ME	FN-FN-GZ	TG-HO-SH	KN-KN-WB	SG-TH-ST	LI-WA-HW	KN-RZ-ME	FN-MSB	FN-HA-ES	KN-RZ-OM	FN-RN-LG	FN-FN-SC	KN-OE-WW	KN-KN-KS	KN-KN-DO	FN-SH-OE	VE-HO-PD	LI-WA-WB	Referenz Kies						Referenz Schilf		
																					Kies-1	Kies-2	Kies-3	Kies-4	Kies-5	Kies-6	Schilf-7	Schilf-8	Schilf-9
			alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle	alle
Sp	75	sp	10	6	12	3	12	9	18	13	11	5	27	8	8	6	11	20	30	22	6	8	5	15	9	8	22	15	29
Ind	2637	Ind	46	33	38	4	85	122	102	317	113	11	128	52	105	37	80	166	247	72	12	23	90	219	44	120	99	63	209
	Waldarten	8	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	5	1	1	2	1	1	5	5	3	2	2	2	3	2	3	1	3
	Sumpfarten	19			5		4	1	4				8	1			3	4	10	6	1	4		1			8	7	9
	Uferarten	19	5	5	3	2	5	6	9	9	8	2	7	5	6	4	4	11	7	8	1	3	4	9	6	4	5	4	9
	euryöke Offenlandarten	23	4		3	1	2	2	4	4	3	3	6	2	2	1	4	5	8	4	2			4	1	3	6	4	8
	Uferarten und Sumpfarten	40	5	5	8	2	8	7	13	9	8	2	14	5	6	4	7	15	16	14	2	7	4	10	6	4	12	11	16
	- allg. Uferarten i. W. S.	42	5	5	8	2	9	7	13	9	8	2	15	6	6	4	7	15	17	14	2	7	4	10	6	4	13	11	18
	Waldarten																												
	Abax parallelepipedus	18											15						1				2						
gru	*Carabus granulatus*	3																	2	1									
	Cychrus caraboides	1																											1
	Nebria brevicollis	28											1							9	2	7		5	2		1		1
	Notiophilus biguttatus	7											1												6				
	Patrobus atrorufus	39	4	2	7		8						5			1			1	3	2					5	1		
	Pterostichus niger	5																	4	1									
	Pterostichus oblongopunctatus	1											1																
	Trechus obtusus	8							1				2						1								4		
	Sumpfarten																												
	Acupalpus flavicollis	13												1			10											2	
gru	*Agonum micans*	1											1																
	Agonum emarginatum	13																	5			2							6
	Agonum viduum	15			1		2	1					3						3	1							3		1
geh	*Badister peltatus*	3							1				2																
	Bembidion assimile	9																	9										
	Bembidion biguttatum	1																											1
	Bembidion dentellum	15																	2								1	1	11
gru	*Chlaenius nigricornis*	10																9			1								
	Loricera pilicornis	5																	1								4		
gru	*Oodes helopioides*	50			12		9		1				6					6	6	4		1		3				2	
	Panagaeus cruxmajor	1																				1							
	Pterostichus anthracinus	61			3		2						1				2	1	3	1		2					1	3	42
	Pterostichus diligens	1											1																
	Pterostichus minor	6																	1								2		3
	Pterostichus nigrita	12			1		2		1				1				1		2	2							1		1
	Pterostichus vernalis	1																	1										
	Stenolophus mixtus	68																1		1							3	19	44
	Schilf, Röhricht																												
gru	*Agonum thoreyi*	6			1								2							1							1		1
geh	*Demetrias imperialis*	3																										3	
gru	*Odacantha melanura*	6							1																			5	

Tabelle 5.4-3 (Fortsetzung)

	Uferarten																												
	Grobkies, Schotter																												
gru	*Bembidion decorum*	23	6	4				6		2	1			1						1			1	1					
gru	*Bembidion punctulatum*	104		1	1			4	1		2				33			2		12				31		17			
gru	*Nebria picicornis*	233	5	6			3	6		60	22		6	32			38	19		3			1	21	1		1		9
	Feinkies, Sand																												
	Bembidion cruciatum buakei	2																	2										
gru	*Chlaenius vestitus*	150	1	2			32	3		2	1		10	7		9	7	35	4	5				8	15	8			1
	Elaphropus parvulus	75				1			6	16	12				25			8						7					
geh	*Elaphropus quadrisignatus*	122							25	39	7				15			3						33					
geh	*Lionychus quadrillum*	218							22	119	31				5	1								40					
	Paranchus albipes	580	3	18	4	1	7	93	1	10	26	2	38	4	8	20	4	29	121	10	5	2	84	21	12	35	15		7
gru	*Patrobus australis*	92	2		4		5	5	1				1				4	6	27	1		7	2		3	21		1	2
spi	*Perileptus areolatus*	22							3			1			9	3		3							3				
	Tachys micros	57							1	2			1					30				1		4	1			12	5
	Feinsand, Schlick																												
	Agonum marginatum	7							1	1								3		2									
geh	*Bembidion dolis*	9											7							1									1
geh	*Bembidion lunatum*	1																	1										
geh	*Chlaenius tibialis*	1																	1										
gru	*Dyschirius aeneus*	10																2									8		
spi	*Dychirius laevisculus*	6																								4		2	
gru	*Elaphrus cupreus*	4																								2	2		
gru	*Elaphrus riparius*	15											2	5												6		2	
spi	*Nebria livida*	39					2												25									12	
	Offenlandarten																												
	Agonum milleri	23					12							1			3			2	1				1	1	2		
	Agonum sexpunctatum	1																1											
	Amara aenea	9	1										1			3		2								1		1	
	Amara similata	1									1																		
	Anisodactylus binotatus	9			1								1				3							1				1	2
	Bembidion articulatum	44							3	9									1	2						15	2	12	
	Bembidion femoratum	149	16						29	51	9				2									42					
	Bembidion properans	7			2		1	1		1																			2
	Bembidion quadrimaculatum	3	1																										2
	Bembidion lunulatum	2			1																					1			
	Bembidion tetracolum	42						3											2						32	3		2	
	Blemus discus	4																	4										
gru	*Clivina collaris*	2																											2
	Clivina fossor	6										1							5										
	Dyschirius globosus	12										6	2					1										1	2
	Harpalus affinis	26	7			2			3	5					8						1								
	Harpalus rubripes	3																3											
	Leistus ferrugineus	2																								2			
	Microlestes minutulus	5							1		1	1	1				1												
	Poecilus cupreus	2																	1										1
	Pseudophonus griseus	1																						1					
	Pterostichus melanarius	18											7						5	6									
	Stenolophus teutonus	82											9	1			7	2	2	3				1		26		31	
	Sonstige																												
	Lasiotrechus discus	4																	4										

Die Probenstelle an der Wasserburger Halbinsel (LI-WA-HW) wies zum größten Teil ebenfalls nur grobes Geröll auf, allerdings waren in der westlichen Hälfte im oberen Teil des Ufers auch Sandflächen vorhanden. Dementsprechend traten unter den hier gefundenen Arten neben den typischen Grobschotter-Arten *Bembidion decorum, B. punctulatum* und *Nebria picicornis* auch Arten sandiger und feinkiesiger Substrate wie *Chlaenius vestitus* und *Paranchus albipes* in hoher Dichte auf.

Die Probenstelle bei Staad-Ost (SG-TH-ST) wies nicht nur Geröllschüttungen auf, sondern auch größere Anteile sandiger Flächen, zudem Weidengebüsch und kleinflächige Röhrichte; sie war deshalb artenreicher als die beiden anderen Flächen und zeigte neben den Arten kiesiger und sandiger Ufer auch Arten vegetationsreicher, sumpfiger Biotope.

5.4.3.3 Renaturierungsflächen "Strandbad" (KN-RZ-MS, FN-HA-ES, FN-IM-SB)

Alle drei Strandbadflächen waren etwa ähnlich strukturiert: An eine Liegewiese im oberen Teil des Ufers schloss sich seeseitig ein vegetationsarmer, sandig-kiesiger Bereich an, auf den bis zur Niedrigwasserlinie ein grobkiesiger, vegetationsloser Bereich folgt. Alle drei Strandbad-Flächen hatten zudem relativ hohe Anteile von Sandflächen, die in den letzten Jahren als Spielmöglichkeit für Kinder aufgeschüttet und durch Hochwasser verteilt worden waren. Die Sandarten *Lionychus quadrillum, Elaphropus parvulus* und *Elaphropus quadrisignatus* sind charakteristische Arten der sandigen Strandbadbereiche und wurden in allen drei Strandbädern in meist hoher Dichte gefunden. Die sehr starke Nutzung und Trittbelastung dieser Bereiche scheint den Arten nicht wesentlich zu schaden.

Ansonsten schlug sich auch hier die unterschiedliche Strukturdiversität der Probenstellen in den Artenzahlen nieder: während im Hagnauer (FN-HA-ES) und im Immenstaader Strandbad (FN-IM-SB) nur einige wenige Gehölze für ein zusätzliches Strukturangebot sorgten, grenzte die Probenstelle im Radolfzeller Strandbad (KN-RZ-MS) im Westen an einen kleinen Auwald und im Grenzbereich mündet ein kleiner Bach mit einigen Quadratmetern Röhricht in den See. Hier fanden sich mit *Oodes helopioides, Badister peltatus* und *Odacantha melanura* anspruchsvollere Sumpf- und Röhrichtarten, die an den beiden anderen Probenstellen nicht gefunden wurden.

5.4.3.4 Renaturierungsflächen „Schilf“ (KN-RZ-CM, FN-FN-LM. FN-FN-SC)

Die käferfaunistischen Ergebnisse aus dieser Gruppe sind mit Vorsicht zu interpretieren. Die beiden Probenflächen KN-RZ-CM (Aufschüttungfläche am Hafen Martin in Radolfzell) und FN-FN-SC (Schilf am Schloss Friedrichshafen) waren wegen des lang anhaltenden Hochwassers sehr lange Zeit unzugänglich. Von KN-RZ-CM lag nur eine Aufsammlung aus der Zeit vor dem Hochwasser vor; die Fläche ist ohnehin wegen des sehr schmalen Uferbereichs und der zur Hafenmole hin groben Geröllschüttung als Schilfrenaturierungsfläche wenig repräsentativ. Die Fläche FN-FN-SC, die nur über die angrenzenden Uferabschnitte zugänglich ist, konnte nach dem Sommerhochwasser erst spät im Jahr ein zweites Mal begangen werden. Bei dieser zweiten Begehung wurden keine Laufkäfer gefunden; so dass auch die Ergebnisse von dieser Fläche für einen Vergleich wenig brauchbar sind.

Die Schilfrenaturierungsfläche an der Lipbach-Mündung (FN-FN-LM) wurde viermal begangen. Bei Niedrigwasser besteht hier ein breiter, sonnenexponierter, sandig-lehmiger Uferstreifen; bei Hochwasser konnte nur ein sehr schmaler, dem angrenzenden Auwald vorgelagerter Kiesstreifen besammelt werden. Dem reichen Strukturangebot (Kies-, Lehm- und Sandflächen, Auwald, Röhricht) entsprach

hier eine im Vergleich mit den anderen Probennahme sehr artenreiche Laufkäferfauna, die Waldarten, Arten vegetationsreicher Ufer und Arten kiesiger, sandiger und lehmiger Ufer umfasste.

Die 1991 hier vom Verfasser mit Fallenfängen nachgewiesene *Nebria livida* konnte im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht wieder gefunden werden; es ist aber durchaus möglich, dass die Art dort noch vorkommt.

5.4.3.5 Renaturierungsflächen „Kies genutzt“ (KN-OE-WW, KN-KN-KS, KN-KN-DB)

Auch bei diesen drei Probenstellen war die Nutzung sehr unterschiedlich ausgeprägt. Die Renaturierungsfläche westlich Wangen wird als Badeplatz und zum Lagern genutzt (hier gilt das gleiche wie für die oben beschriebenen Strandbäder, auch hier gibt es kleine aufgeschüttete Sandflächen mit der charakteristischen Artenkombination). Die Probennahmestelle in Höhe der Schmieder-Klinik (KN-KN-KS) ist ein schmaler sandig-kiesiger Streifen mit sehr starker Bade- und Freizeitnutzung. Die Dingelsdorfer Fläche (KN-KN-DB) grenzt landseitig an Hausgärten (v. a. Rasenflächen), das eigentliche Ufer wird hier offenbar nicht sehr stark genutzt. Die unterschiedlichen Artenzahlen der Flächen entsprechen in etwa der Nutzungsintensität: die am stärksten genutzte Fläche bei der Schmieder-Klinik ist die artenärmste, die am wenigsten genutzte Dingelsdorfer Fläche die artenreichste.

5.4.3.6 Renaturierungsflächen „Kies ungenutzt“ (FN-SI-OE, LI-WA-WB, VB-HO-PD)

Die weitgehend ungenutzten und ungestörten Kies- und Sandflächen dieser Gruppe waren die mit großem Abstand artenreichsten der untersuchten Renaturierungsflächen, gleichzeitig die mit dem höchsten Anteil anspruchsvollerer und gefährdeter Arten. Die Fläche am Polderdamm bei Höchst (VB-HO-PD) war nicht nur die artenreichste aller untersuchten Flächen, sondern stach auch in anderer Hinsicht heraus (einziger Fundort von *Bembidion cruciatum* und *Bembidion lunatum*, größte gefundene Population von *Nebria livida*). Dieser Artenreichtum ist sowohl auf das hohe Strukturangebot in der eigentlichen Uferfläche (kiesige, sandige, schlickige Bereiche, entsprechend hohe Artenzahl bei den Uferarten) als auch auf die Qualität der landseitig angrenzenden Flächen zurückzuführen (Schilfgürtel mit eingestreuten Gebüschen, kleine Auwaldfragmente, dementsprechend Vorkommen von zahlreichen Sumpf- und Waldarten).

Dagegen wies die Fläche in Sipplingen sehr hohe Artenzahlen bei den Uferarten auf, Sumpfarten waren jedoch nur in geringem Maße vertreten; das dürfte mit dem fehlenden "Hinterland" dieses landseitig mit einer Stützmauer und einer oberhalb davon verlaufenden Bahntrasse und Straße begrenzten Uferabschnitts zu erklären sein.

5.4.3.7 Referenzflächen „Kies“ (Kies-1, -2, -3, -4, -5, -6)

Die Arten und Individuenzahlen dieser Probenstellen waren größtenteils unerwartet niedrig, obwohl es sich dabei zum großen Teil um Flächen handelt, die wegen Vorkommens gut ausgebildeter Strandrasen aus Naturschutzsicht zu den hochwertigsten Flächen am Bodenseeufer gehören.

Das dürfte in erster Linie daran liegen, dass die Standortbedingungen an den meisten dieser Flächen, vor allem am Untersee (Kies-1, -2, -5), stark geprägt waren durch Kalkschlamm-Anlagerungen, die in mehr oder weniger dicken Schichten den Kies überzogen und die interstitiellen Hohlräume füllten. Die dadurch entstehende Stabilisierung des Substrats ist für die Strandrasen möglicherweise förderlich (hierzu vgl. Kap. 5.3), für die Laufkäfer (und einen großen Teil ihrer Beutetiere) ist jedoch die Besiedlung des Interstitials stark erschwert. So waren an Standorten mit hervorragend ausgebildeten Strandrasen wie Kies-1 (Allensbach, Schlafbach) praktisch keine Laufkäfer zu finden. Auch BRÄUNICKE & TRAUTNER (2002) vermuten ungünstigen Auswirkungen der Calcitkrusten auf die Laufkäferfauna.

Bei der artenärmsten Fläche – Kies-3 (Dingelsdorf) – kam hinzu, dass sie fast auf ganzer Länge durch Sickerquellen vernässt war, was die Besiedlung durch Laufkäfer offenbar zusätzlich erschwert. Eine etwas höhere Artenzahl war nur am (relativ stark genutzten) Standort Hagnau am Obersee (Kies-4) zu finden, der keine Calcitablagerungen aufweist.

5.4.3.8 Referenzflächen Schilf (Schilf-7, -8, -9)

Nur an zwei der drei Schilf-Referenzflächen konnten wie vorgesehen drei Aufsammlungen durchgeführt werden; die Probenfläche auf der Mettnau (Schilf-8) war nach dem Hochwasser bis Ende Oktober nicht mehr begehbar.

Die beiden untersuchten Schilf-Referenzflächen wiesen stark überdurchschnittliche Artenzahlen bei den uferspezifischen Arten (Uferarten, Sumpfarten) auf (22,0 Arten; Mittelwert aller Testflächen: 12,9 Arten). Auch hier dürfte das bei beiden Flächen strukturell reiche Hinterland (mit Röhrichten und Auwald) zum Artenreichtum beitragen.

5.4.4 Diskussion

Laufkäfer gehören zu den "Standardgruppen" in landschaftsökologischen Untersuchungen. Die Lebensweise der meisten in Deutschland vorkommenden Arten ist gut bekannt und wegen der bodengebundenen Lebensweise der meisten Arten (nur wenige Arten leben ganzjährig auf Bäumen) eignen sie sich besonders für die Beschreibung von Standortfaktoren, räumlich funktionale Beziehungen und Biotoptraditionen. Zudem werden sie in der Planung häufig als Ziel- und Bewertungsindikatoren eingesetzt, etwa für die Bewertung des Natürlichkeitsgrades von Fließ- und Stillgewässerufern (BRÄUNICKE & TRAUTNER 2002).

Viele Laufkäferarten sind typische Bewohner der dynamischen Flussaue und daher an vegetationsarme, kiesige, sandige und lehmige Lebensräume mit mehr oder weniger häufiger Substratumlagerung und Überschwemmung angepasst. Wegen des weitgehenden Verschwindens unregulierter Flussauen sind gerade diese Arten in besonderem Maße gefährdet: Von den rund 500 in Deutschland vorkommenden Laufkäfer-Arten sind etwa 200 (40 %) Arten der Flussaue im weiteren Sinne, davon sind rund zwei Drittel gefährdet, viele davon hochgradig (Kategorie 2 oder höher). Auen-Laufkäfer sind damit die am stärksten gefährdete Artengruppe unter den Laufkäfern und – nach den Totholzbewohnern – die am stärksten gefährdete Käfergruppe überhaupt (TRAUTNER et al 1997).

Arten der natürlichen, dynamischen Flussaue müssen, da ihre Lebensräume ständiger Veränderung ausgesetzt sind, notwendigerweise vagil und ausbreitungsfreudig sein. Typische Flussauenarten sind deshalb ausgesprochen flugaktiv und in der Lage, geeignete Lebensräume schon kurz nach ihrer Entstehung zu finden und rasch zu besiedeln. Auch das trägt dazu bei, dass sich Laufkäfer zur Beschreibung von Standortfaktoren, zur naturschutzfachlichen Bewertung, zur Feststellung von Defiziten und zur Erfolgskontrolle eignen.

In den letzten Jahren ist die Fauna des Bodenseeufers zunehmend zum Gegenstand von Untersuchungen geworden. Von besonderem Interesse sind hier die Laufkäfer (Carabidae), die die Uferzonen von mit zahlreichen, zum Teil sehr stark spezialisierten Arten bewohnen und deren Habitatansprüche gut untersucht sind. Nach einer ersten Untersuchung ausgewählter Probenstellen am Nordufer (LÖDERBUSCH 1991) und einer Diplomarbeit, bei der 7 Probenstellen am westlichen Bodenseeufer untersucht wurden (SCHLUDE 1993), haben BRÄUNICKE & TRAUTNER (2002) erstmals Funddaten vom gesamten Bodenseeufer zusammengetragen und die Grundlagen für die naturschutzfachliche Bewertung unterschiedlicher Uferabschnitte aus käferfaunistischer Sicht geschaffen.

Die Bodensee-Uferstandorte sind in vielerlei Hinsicht mit den Habitaten naturnaher Auen zu vergleichen. Auch der Bodensee weist im jahreszeitlichen Wechsel erhebliche Wasserstandsschwankungen auf, die zusammen mit den meist anorganischen Substraten die Entwicklung auf Spülsaum- und Strandvegetation, verschiedenen Röhrichten und Rieder sowie von Weichholz- und Hartholzauewäldern zulassen. Ebenso wie in der Aue größerer Mittelgebirgsflüsse tritt eine kleinräumige Substratvielfalt auf, die zwischen kiesigen und lehmigen Ablagerungen wechselt. Die ufernahen Substrate können kurzzeitig überflutet werden oder trocken fallen, Wellen können anlog zur Strömung in den Fließgewässern zur Sedimentumlagerung und zu einer periodischen Störung der Habitate führen.

Trotz der eingangs genannten methodischen Vorbehalte zeigen die Ergebnisse dieser Untersuchung deutliche Unterschiede in Artenzahl und Artenzusammensetzung der einzelnen Renaturierungstypen. Abbildung 5.4-2 zeigt die Laufkäfer-Artenzahlen der einzelnen Renaturierungs- bzw. Referenzflächen-Typen, jeweils aufgeschlüsselt nach den in Kap. 5.4.2.2 beschriebenen Habitatpräferenzen „Ufer“, „Sumpf“, „Offenland“ und „Wald“.

Bei der Interpretation der Ergebnisse zeichnet sich folgendes ab:

Mit groben Geröllschüttungen renaturierte Ufer (Typ „Geröll“) weisen sehr geringe Artenzahlen auf, unabhängig davon, wie stark sie genutzt werden. Die Flächen FN-FN-GG und KN-KN-JB, die seeseitig ausschließlich aus diesen Geröllschüttungen bestehen, sind die mit Abstand artenärmsten Flächen dieser Untersuchung; auch andere bodenlebende Arthropoden, die an strukturreicheren Uferabschnitten häufig sind (Arten anderer Käfer-Familien, Wanzen, Asseln, Spinnen, Tausendfüßler u. a.), kommen hier allenfalls nur in sehr geringer Dichte vor. Die Möglichkeit, dass dies zum Teil auch auf die hier angewandete Handfangmethode zurückzuführen ist, kann nicht von vornherein ausgeschlossen werden, denn das geräumige Interstitial erlaubt den Tieren eine sehr schnelle Flucht nach unten. Allerdings fand auch SCHLUDE (1993), der auf der Fläche KN-KN-JB mit Bodenfallen gearbeitet hatte, trotz zweimonatiger Fallenstandzeit hier nur 3 Arten mit insgesamt 6 Individuen. Auch ein vom Verfasser durchgeführter Bodenfallenfang auf einer ähnlich strukturierten Renaturierungsfläche am Seemoser Horn brachte bei zweimonatiger Fallenstandzeit lediglich 2 Arten mit insgesamt 3 Tieren (LÖDERBUSCH 1991). Dass ein Teil der zu diesem Renaturierungstyp gehörenden Probenstellen etwas höhere Artenzahlen aufweist, ist in erster Linie auf kleinflächig vorhandene Bereiche mit feinerem Substrat und/oder auf angrenzenden Strukturreichtum (Röhrichte, Gebüsche) zurückzuführen.

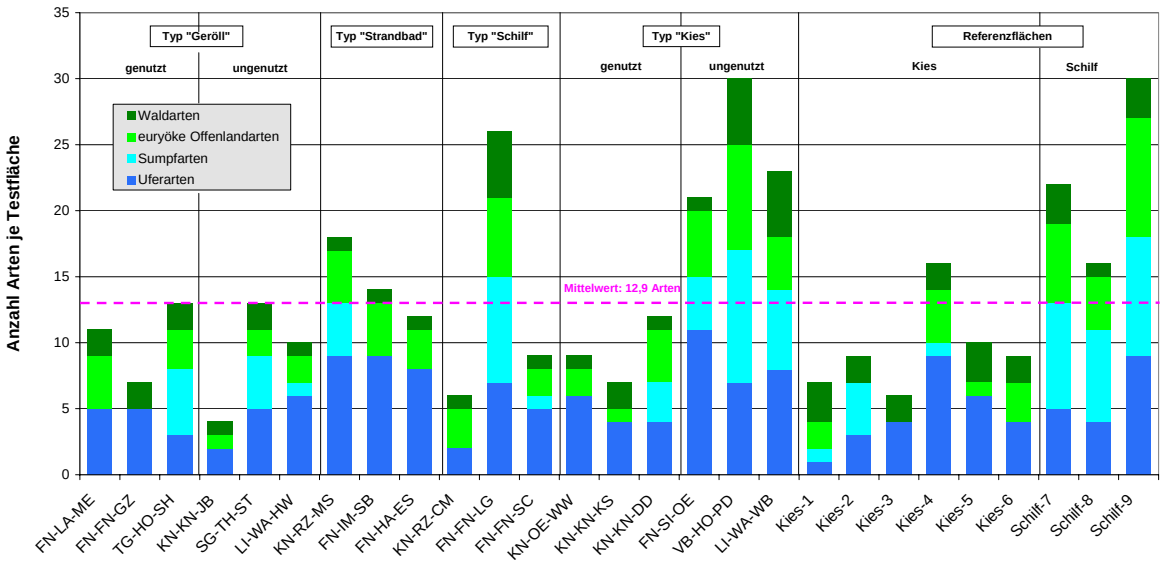


Abbildung 5.4-3: Laufkäfer-Artenzahlen an den einzelnen Probenstellen, aufgeschlüsselt nach Habitatpräferenzen.

Mit feinerem Substrat renaturierte Ufer (Typ „Kies“) haben, wenn sie nur wenig genutzt werden, sehr hohe Artenzahlen; stark genutzte Ufer sind relativ artenarm. Der direkte Vergleich genutzter und ungenutzter „Kies“-Renaturierungsflächen zeigt auf den ungenutzten Probeflächen zwei- bis dreimal so hohe Artenzahlen wie auf den genutzten. Die ungenutzten Renaturierungsflächen mit Kies und Sand gehören zu den artenreichsten Flächen der vorliegenden Untersuchung, mit Artenzahlen, die in der gleichen Größenordnung liegen wie die der naturbelassenen „Schilf“-Referenzflächen (s. u.). Die Artenzahlen der stark genutzten „Kies“-Renaturierungsflächen liegen dagegen in der gleichen Größenordnung wie die der genutzten und ungenutzten „Geröll“-Flächen.

Strandbäder weisen trotz der starken Nutzung eine unerwartet hohe Artenzahl auf, was zunächst im Widerspruch zum oben beschriebenen Einfluss der Nutzung zu stehen scheint. Eine Erklärung liegt wahrscheinlich darin, dass die Strandbäder im Frühjahr, also zur Fortpflanzungs- und Larvalzeit der meist adult überwinternden Ufer-Carabiden, nicht geöffnet und dementsprechend weitgehend ungestört sind. Der Badebetrieb fällt hier in die Zeit, in der die Tiere adult sind und in einem gewissen Umfang ausweichen können. Dagegen werden die stark freizeitgenutzten „Geröll-“ und „Kies“-Renaturierungen schon wesentlich früher im Jahr genutzt, auch schon vor der Badesaison zum Lagern, Picknicken, usw.

Uferabschnitte mit Spülsäumen aus Schneckengehäusen oder starker Kalkschlammablagerung sind für Laufkäfer offenbar wenig geeignet. Die Schlammauflagen, die an den Untersee-Standorten und einigen Standorten am westlichen Obersee die Substratbedingungen prägen, scheinen durch die Verfüllung des Interstitials die Besiedlungsmöglichkeiten für Laufkäfer stark zu erschweren, so dass an naturschutzfachlich hochwertigen Strandrasen-Standorten kaum Laufkäfer zu finden sind. Darauf weisen auch BRÄUNICKE & TRAUTNER (2002) hin.

Laufkäfer reagieren sehr sensibel auf vorhandene Strukturen im Uferbereich, auch wenn diese nur Flächen von wenigen Quadratmetern einnehmen. So werden die in den Strandbädern als Spielmög-

lichkeit für Kinder aufgeschütteten Sandhäufen regelmäßig von Feinsubstratbewohner wie *Elaphropus pusillus*, *E. quadrimaculatus* und *Lionychus quadrillum* besiedelt. Auch auf sonst monotonen Renaturierungsflächen kann eine punktuelle Strukturvielfalt zu einem – allerdings lokal begrenzten – Artenreichtum beitragen.

Eine deutliche Rolle spielt auch das angrenzende Hinterland. Ufer- und auentypische Biotope wie Röhrichte, Weidengebüsche, Auwaldfragmente, kleine Fließgewässer u. a., die an die Renaturierungsflächen angrenzen, wirken sich deutlich positiv auf die Artenzahl und Zusammensetzung der Ufer-Laufkäferfauna aus. So sind an fast allen Ufern mit angrenzenden Röhrichten anspruchsvollere Sumpfarten wie *Oodes helopioides* oder *Agonum viduum* zu finden, an Ufern mit anschließenden Gehölzen Auwaldarten wie *Patrobus atrorufus* und andere. Bezeichnenderweise sind die beiden arten- und individuenärmsten Probenstellen (FN-FN-GG, KN-KN-JB) landseitig durch asphaltierte Fußwege und dahinter liegende Zierrasenflächen begrenzt.

Da sich Kleinstrukturen und angrenzende strukturreiche Biotope stark auf die Artenzusammensetzung und den Artenreichtum auswirken, können sie die Bewertung der Auswirkung der eigentlichen Renaturierungsmaßnahmen auf die Laufkäferfauna erschweren. Umgekehrt zeigen die Beispiele, dass eine hohe Substrat- und Strukturvielfalt die Habitatqualität für Laufkäfer deutlich verbessert.

Generell ist festzuhalten, dass in geeigneter Weise renaturierte Ufer offenbar schnell von Laufkäfern besiedelt werden und dass strukturreiche Ufer mit hoher Substratvielfalt aus naturschutzfachlicher Sicht hochwertige Biotope sein können, die in Artenzahl und Artenausstattung mit entsprechenden natürlichen Uferabschnitten vergleichbar sind.

5.5 Nutzungsscreening (Sommer 2007)

5.5.1 Nutzungstypen

Die anlässlich des Gelände-Screenings im Sommer 2007 untersuchten 56 Renaturierungsflächen wurden in sieben Kategorien unterteilt (Tabelle 5.5-1), die sich an der tatsächlichen Nutzung festmachen.

Der Nutzungstyp „naturnahes Ufer“ (Abb. 5.5-1) umfasst Maßnahmen, die der Stabilisierung eines erosionsgefährdeten Uferstreifens dienen, beispielsweise um bereits vorhandene Ufervegetation zu schützen, zu erhalten oder in ihrer Ausdehnung zu fördern (z. B. KN-GA-SW, FN-IM-LW, LI-LI-RE, VB-BR-MC, VB-HO-PD), oder die eine ursprünglich intensiv genutzte oder veränderte Fläche in eine naturnahe Fläche mit entsprechender Ufervegetation überführen (z. B. KN-RZ-CM). Die Flächen sind meist nicht oder nur schwer zugänglich und teils von der Seeseite her eingezäunt (z.B. FN-IM-LW, FN-FN-LM, LI-LI-RE). In einigen Fällen (z.B. FN-SI-OE, VB-BR-MB) findet punktuell eine geringe Freizeitnutzung (Lagern, Grillfeuer) statt. Eine naturnahe Vegetation aus Flut- und Trittrasen, Röhrichten und Gehölzen bedeckt den größten Flächenanteil der vegetationsbedeckten Fläche.

Abbildung 5.5-1:

Die Renaturierungsfläche Immenstaad/Lipbach-West (FN-IM-LW; im Naturschutzgebiet Lipbach-Mündung) ist seewärts durch einen Algenfangzaun auch vor Betreten gesichert; landseits führt ein schmaler Fußweg vorbei, der nur Ortskundigen bekannt ist. Das Schilf-Röhricht und der schmale Weichholzaue-Gürtel können sich ungestört entwickeln (19.02.2007, Foto M. Peintinger).

Beim Nutzungstyp „ungeregelter Freizeitbereich“ (Abb. 5.5-2) wurden Vorschüttungen in einer naturnahen Umgebung getätigt, die ohne Einschränkungen öffentlich zugänglich sind und zumindest von der lokalen, ortskundigen Bevölkerung intensiv für Freizeitzwecke genutzt werden. Nur in wenigen Fällen sind die Vorschüttung explizit als Erholungsflächen ausgewiesen (z. B. der „Naturbadestrand Malereck“ FN-LA-ME). Die Flächen sind durch benachbarte Campingplätze mit öffentlichen Strandzugängen (FN-KR-GW, FN-KR-TU), durch Parkplätze und Trampelpfade (FN-LA-ME, FN-KR-GW), oder durch Wander- bzw. Fahrradwege erschlossen. Mit Ausnahme von FN-LA-ME (Hunde-Verbot), VB-HA-GD und VB-BR-MD (Glasverbot) bestehen keine Zugangs- oder Nutzungsbeschränkungen, so dass die neu geschaffenen Strände von, von Sonnenhungrigen, Strandparty- und Grillfreunden mit ihrer Campingausrüstung sowie Spaziergängern genutzt werden. Gruppen, die eher unbeobachtet blei-

ben wollen, dringen dabei auch in die benachbarten, geschützten Uferabschnitte ein (z. B. VB-BR-MD). Die landseitige Vegetation dient häufig als Abstellplatz für Fahrräder und mitgeführte Handwägelchen (v. a. FN-LA-ME). Die Infrastruktur ist zumeist sehr dürftig; lediglich bei FN-LA-ME und VB-BR-MD gibt es sanitäre Anlagen in zumutbarer Nähe sowie Abfallkörbe. Abgesehen von der Fläche KN-KN-JB werden alle Flächen an warmen Sommertagen intensiv genutzt. Mit Ausnahme der Flächen KN-KN-KS und SG-TH-ST ist der Strand weitgehend vegetationsfrei, nicht zuletzt auch auf Grund der hohen Trittbelastung.

Abbildung 5.5-2:

Freizeit-Betrieb am Ufer des Kiesbaggerlochs Wocherhafen im südwestlichen Abschnitt des Mehrerauer Seeufers (VB-BR-MD); ein naher Parkplatz ermöglicht das Mitbringen von Campingausrüstung, Nutzungsbeschränkungen werden hier nicht sonderlich respektiert (12.08.2007, Foto W. Ostendorp).

Der Nutzungstyp „geregelter Freizeitbereich“ (Abb. 5.5-3) befindet sich im Vorland erschlossener und ausgewiesener Freizeitbereiche. Diese bestehen aus ausgedehnten Liegewiesen, die auch über einen älteren Gehölzbestand verfügen können. Durch die Vorschüttungen, die zumeist aus Rollkies bestehen, ist ein angenehmer und gefahrloser Zugang zum Wasser möglich. Die Flächen sind durch Zufahrtsstraßen, ausgedehnte Parkplätze (z. B. FN-FN-MF) sowie durch sanitäre Anlagen und Restaurationsbetriebe bzw. Imbissstände in geringer Entfernung erschlossen. In einem Fall (Radolfzell-Herzen, KN-RZ-HB) sind die Renaturierungsflächen nicht öffentlich zugänglich, da sie sich vor Grundstücken befinden, die sich im Besitz von Wassersport- und anderen Vereinen befinden und somit nur von Vereinsmitgliedern genutzt werden können; insofern vermittelt diese Renaturierungsfläche zum Nutzungs-

Abbildung 5.5-3:

Nicht öffentlich zugängliche Renaturierungsfläche vor einem Windsurf-Club im Radolfzeller Herzen-Gebiet (KN-RZ-HB). Sie ermöglicht den Vereinsmitgliedern einen angenehmen Seezugang fernab von überfüllten Liegewiesen und Strandbädern (15.08.2007, Foto W. Ostendorp).

typ „Privat-Strand“ (s. u.). Abgesehen von diesem Fall herrschen Lagern, Sonnenbaden und Ba-den als Nutzungsformen vor; abendliche Strandparties und Grillfeuer sind eher die Ausnahme. Eine naturnahe Vegetation fehlt weitgehend; der landseitige Zierrasen geht über eine ruderale Grasflur in den Kiesstrand über.

Der Nutzungstyp „Privat-Strand“ (Abb. 5.5-4) liegt im Vorland von privaten Anwesen mit Wohnbebauung. Die Vorschüttungsflächen sind für die Öffentlichkeit praktisch nicht zugänglich, da sie teils mit einem hohen Drahtgitterzaun, teils mit gepflanzten Weiden-Steckhölzern bis weit unter die MW-Linie abgegrenzt sind. Von den Anliegern werden die Flächen eher extensiv zum Baden, Lagern und für Strandfeste genutzt. Dagegen werden häufiger Boote und Surfbretter (z. B. FN-IM-WA, FN-IM-UA östlicher Abschnitt) gelagert, in KN-KN-DB wurden auch Sperrmüll und Gartenabfälle zwischengelagert. Der landseitige Bereich, der teils noch die Renaturierungsfläche umfasst, ist nach eigenem Geschmack als Rasenfläche mit Gehölzen (KN-KN-DB) oder als Ziergarten-Anlage mit Blumenrabatten, Steinfassungen, Betonplatten, fester Grillfeuerstelle, Partyzelt usw. hergerichtet (FN-IM-HA). Die Dichte und Ausprägung der Vegetationsdecke hängt im Wesentlichen vom Substrat ab. Die aus sehr groben Geröllen bestehenden Vorschüttungen in FN-IM-WA und LI-WA-HW sind weitgehend vegetationsfrei, während sich auf den Kies-Schüttungen eine teils dichte Vegetationsdecke aus Flut- und Trittrasen, Strandrasen-Elementen und Weiden-Jungpflanzen u. a. bilden konnte (KN-KN-DB, FN-UE-NU, FN-IM-HA). Die Trittbelastung ist verglichen mit den vorher genannten Nutzungstypen eher gering.

Abbildung 5.5-4:

Die Privat-Strände der Fläche Immenstaad/westl. Schiffsanleger) (FN-IM-WA) werden hauptsächlich als Trockenliegenplätze für Boote und Surfbretter genutzt (14.08.2007, Foto: W. Ostendorp).

Der Nutzungstyp „Uferpromenade“ (Abb. 5.5-5) besteht aus einer Vorschüttung vor einem öffentlichen Uferweg mit einem landschaftsgärtnerisch gestalteten Park im Hintergrund. Die Parkanlagen stehen häufig auf Uferauffüllungen aus Hafenaushubmaterial, Bauschutt oder Hausmüll aus der Mitte und der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Zumeist decken die Vorschüttungen eine ältere Ufermauer ab, teils stellen sie selbst den seeseitigen Abschluss der Deponie dar (z. B. KN-KN-JB, TG-KR-BP). Die Parks dienen der Öffentlichkeit als Erholungsflächen, vorwiegend zum Spaziergehen auf dem Uferweg, zum Sitzen auf den zahlreichen Bänken und zum Lagern auf den Rasenflächen und dem durch die Renaturierung geschaffenen Strand. In einigen Fällen sind Lagern und Baden untersagt (KN-OE-WW, FN-LA-LA), werden aber offenbar geduldet. Zelte, Grillfeuer und Strandparties sind eher

die Ausnahme (z. B. FN-FN-BB). Infrastruktureinrichtungen wie Kinderspielplätze (KN-GA-SE, FN-SI-OW), Bänke, Gastronomiebetriebe und Imbissbuden (KN-GA-SE, KN-RZ-WB, FN-IM-UA, FN-FN-GG, FN-FN-YG, FN-SI-OW, TG-AR-SB, TG-KR-BP), Toilettenhäuschen oder Kunstobjekte (KN-RZ-WB, FN-FN-YG, TG-AR-SB) ergänzen das Freizeitangebot. Auf der Renaturierungsfläche östlich des Württembergischen Yachtclubs in Friedrichshafen (FN-FN-YG) wird während der Saison auf einer Fläche von mehreren hundert Quadratmetern ein Gastronomiebetrieb („Strandbar“) installiert. Viele dieser Renaturierungsflächen sind mit einer oder mehreren naturpädagogischen Informationstafeln ausgestattet, auf denen teils auch auf die Renaturierung hingewiesen wird. Auf einigen Renaturierungsflächen sind kleinere Abschnitte mit Röhrichten oder Ufergehölzen bepflanzt oder sie lassen eine ungestörten Vegetationsentwicklung zu (KN-OE-WW, FN-FN-BB, TG-AR-SB, TG-KR-BP), in anderen Fällen sind bestimmte Bereiche der Renaturierungsfläche nicht frei zugänglich und dienen Restaurants, Hotels oder Wohnanlagen als Privatstrand (KN-OE-WW, FN-IM-UA, FN-LA-LA). Die Vegetationsbedeckung hängt wesentlich vom Substrat ab; die aus Geröllen bestehenden Flächen (z. B. KN-RZ-WB, FN-FN-GG, FN-LA-LA, TG-KR-BP) sind weitgehend vegetationsfrei. Soweit erkennbar, werden die Renaturierungsflächen regelmäßig ausgeholzt bzw. gemäht; außerdem wird eine regelmäßige Abfallbeseitigung, vielleicht auch eine regelmäßige Treibgutbeseitigung vorgenommen.

Abbildung 5.5-5:

Der Seeburg-Park in Kreuzlingen (TG-KR-BP) steht auf einer Deponiefläche, die seewärts durch einen Damm mit anschließender Renaturierung (Uferabschrägung) begrenzt wird. Der weitläufige Park wird von Joggern, Spaziergängern und Sonnenbadenden frequentiert, Baden ist hier die Ausnahme (07.09.2007, Foto W. Ostendorp).

Beim Nutzungstyp „Campingplatz-Strand“ (Abb. 5.5-6) wird der Seezugang eines Campingplatzes durch die Abdeckung einer Ufermauer (KN-GA-AB) bzw. durch eine Uferabflachung und Vorschüttung (KN-KN-DA, FN-KR-GE, FN-KR-CI) verbessert. Die Renaturierungsfläche dient dabei als Liegefläche und als Badestrand für die Campingplatzbenutzer. Vor dem Campingplatz Fließhorn in Konstanz-Dingelsdorf (KN-KN-DA) sind größere Flächen abgesperrt und mit Röhrichten bepflanzt oder dienen der naturnahen Vegetationsentwicklung; diese Absperrungen werden von den Campingplatzbenutzern respektiert. Vor den Campingplätzen Iriswiese (FN-KR-CI) und Gohren in Kressbronn (FN-KR-GE) wird zusätzlich der Baumbestand des Seehags vor Erosion geschützt. Allerdings ist der Gehölzbestand in die Freizeitfläche einbezogen und unterliegt einer erheblichen Trittbelastung. Alle Campingplatz-Strände werden in der Saison intensiv zum Lagern und Baden genutzt. Auch Surfbretter und kleine Boote können zu Wasser gelassen werden. Das hohe Treibholzaufkommen im östlichen Bodensee wird gelegentlich für Lagerfeuer genutzt. Die Renaturierungsflächen sind mit den o. g. Ausnahmen weitgehend vegetationsfrei.

Abbildung 5.5-6:

Für den Campingplatz ‚Iriswiese' in Kressbronn (FN-KR-CI) stellt die Uferrenaturierung eine attraktive Vergrößerung der Freizeitfläche und einen bequemen Zugang zum See dar. Aufgrund der hohen Trittbelastung ist die Renaturierungsfläche weitgehend vegetationsfrei. Das hohe Treibholz-Aufkommen lädt zum abendlichen Grillfeuer (Bildrand rechts) ein (06.08.2007, Foto W. Ostendorp).

Der Nutzungstyp „Strandbad" (Abb. 5.5-7) beinhaltet eine beträchtliche Ausweitung der Strandbadfläche bzw. eine Verbesserung des Seezugangs, wenn dieser bisher durch Ufermauern und Ufertreppen eingeschränkt war. Bei den Strandbädern handelt es sich um öffentlich zugängliche, entgeltpflichtige Einrichtungen mit ausgedehnten Liegewiesen, Gastronomie-, Sanitär- und Umkleidebereichen. Eine Ausnahme stellt das Strandbad der Mettnau-Kur in Radolfzell dar (KN-RZ-MK), das nur den Gästen der Kurbetriebe zugänglich ist. Die hauptsächliche Nutzung besteht im Lagern auf den Grünflächen, während die Zahl der Badenden deutlich geringer ist. Der Zugang zum Wasser erfolgt teils über die gesamte Uferlänge, unterstützt durch schmale betonierte Zugangsrampen und Geländer, teils über Badestege (VB-LO-SB). Das aufgebrachte Substrat besteht zumeist aus Rollkies (ca. 5 – 25 mm Durchmesser) und ermöglicht dadurch einen angenehmen Seezugang. Aufgrund der hohen Nutzungsdichte während der Saison tragen die Renaturierungsflächen eine höchstens schüttere Vegetationsdecke, wobei der Rasen der Liegewiese über eine ruderale Grasflur in den Kies übergeht. Eine interessante Ausnahme bildet der östliche Abschnitt des Strandbades Lochau (VB-LO-SB). Hier hat sich in den zurückliegenden Niedrigwasserjahren eine naturnahe Vegetation aus Flutrasen, Strandrasen, Röhrichten und Weiden-Gebüschen gebildet, die von den Strandbadgästen respektiert wird und die sich weitgehend ungestört entwickeln kann. Für die Strandbadbenutzer bedeutet dies offenbar keine Einschränkung der Bademöglichkeiten.

Abbildung 5.5-7:

Im Osten des Strandbads Lochau (VB-LO-SB) hat sich ein naturnaher Vegetationsstreifen angesiedelt, der von der Pflege und Unterhaltung des Strandbad-Areals ausgenommen wurde. Der Zugang zum See erfolgt überwiegend im westlichen Abschnitt und über einen Badesteg (nicht im Bild) (20.08.2007, Foto W. Ostendorp).

Die hier untersuchten 56 Flächen erstrecken sich auf eine Uferlänge von knapp 23 km (Tab. 5.5-1) entsprechend 2/3 der gesamten renaturierten Uferstrecke. Nur 14 dieser Flächen mit einer Uferlänge von 6,36 km entsprechend 28 % der untersuchten Uferstrecke sind naturnah entwickelt. Die anderen 42 Flächen (72 % der untersuchten Uferlänge) sind mehr oder minder eng an Freizeitnutzungen gebunden, die zu einem Teil wahrscheinlich schon vor der Renaturierung in vergleichbarer Intensität vorhanden waren, in anderen Fällen durch die Renaturierung verbessert wurden. Letzteres gilt insbesondere für die Gruppen Strandbäder, Campingplatzstrände, Privatstrände und geregelte Freizeitbereiche.

Tabelle 5.5-1: Nutzungstypen von 56 Renaturierungsflächen mit einer Gesamt-Uferlänge von 22,98 km (= 66,6 % der gesamten renaturierten Uferlänge); angegeben sind weiterhin die Zahl der Flächen in jeder Gruppe, die gesamte Uferstrecke in dieser Gruppe sowie der Anteil dieser Uferstrecke an der gesamten untersuchten Uferstrecke (100 % = 22,98 km)

naturnahes Ufer	**ungeregelter Freizeitbereich**	**geregelter Freizeitbereich**	**Privat-Strand**	**Ufer-promenade**	**Campingplatz-Strand**	**Strandbad**
FN-FN-LM FN-FN-SC FN-IM-LW FN-SI-OE FN-SI-SU KN-GA-SW KN-RZ-CM LI-LI-RE LI-WA-WB VB-BR-MA VB-BR-MB VB-BR-MC VB-HO-PD FN-FN-BD	FN-KR-GW FN-KR-TU FN-LA-DL FN-LA-ME KN-KN-JB KN-KN-KS SG-TH-ST TG-HO-SH VB-HA-GD	FN-FN-BS FN-FN-MF KN-RZ-HB KN-RZ-HD VB-BR-MD	FN-IM-HA FN-IM-WA FN-UE-NU KN-KN-DB LI-WA-HW	FN-FN-BB FN-FN-GG FN-FN-YG FN-IM-UA FN-LA-LA FN-SI-OW KN-GA-SE KN-OE-WW KN-RZ-WB TG-AR-SB TG-KR-BP	KN-GA-AB KN-KN-DA FN-KR-GE FN-KR-CI	KN-RZ-MK KN-RZ-MS KN-RE-MS FN-SI-SB FN-FN-SB FN-HA-ES FN-IM-SB VB-LO-SB
14	9	5	5	11	4	8
6,36 km (27,7 %)	4,27 km (18,6 %)	1,88 km (8,2 %)	1,52 km (6,6 %)	4,69 km (20,4 %)	2,10 km (9,1 %)	2,16 km (9,4 %)

5.5.2 Eigenschaften der Nutzungstypen

5.5.2.1 Öffentliche Zugänglichkeit

Nicht in allen Fällen wird durch eine Uferrenaturierung entweder eine naturnahe Situation geschaffen bzw. eine ungestörte Entwicklung eingeleitet oder eine öffentliche Zugänglichkeit des Ufers hergestellt. In fünf der 56 betrachteten Fälle bleibt die Nutzung ausschließlich privaten Anliegern vorbehalten (Tab. 5.5-2). In einem weiteren Fall ist der Zugang nur Vereinsmitgliedern und Gästen möglich. Bei mindestens zwei weiteren Flächen sind Teilflächen privaten bzw. Vereinsnutzungen vorbehalten. Von den 14 naturnah gestalteten bzw. entwickelten Renaturierungsabschnitten sind zehn praktisch nicht zugänglich. Die verbleibenden Uferabschnitte sind überwiegend öffentlich zugänglich, in etwa 12 Fällen jedoch nur entgeltlich für Besucher eines Strandbades, eines Campingplatzes, einer Gaststätte oder eines Hotels.

Abgesehen von den genannten naturnahen Renaturierungsstrecken verfügen fast alle Renaturierungsflächen über eine gute Verkehrsanbindung durch nahe gelegene Parkplätze sowie durch Fahrrad- und Fußwege (Abb. 5.5-8, Tab. 5.5-2). Auch die in erreichbarer Nähe gelegene Infrastruktur (Liegewiesen, Sanitäranlagen, Restaurants, Imbissstände bzw. die Infrastruktur von Campingplätzen, Strandbädern und privaten Wohnanlagen) ist geeignet, die Attraktivität der Renaturierungsflächen zu erhöhen. So ist es nicht verwunderlich, dass – wiederum mit Ausnahme der naturnah gestalteten Abschnitte – die meisten Renaturierungsflächen im Sommer intensiv zur Freizeitgestaltung genutzt werden. Hier werden regionale Unterschiede sichtbar: Während die wenigen Flächen in der Schweiz eher extensiv genutzt werden, ist die Nutzerdichte im östlichen Bodensee-Gebiet zwischen Immenstaad und dem Ortsteil Mehrerau südlich Bregenz außerordentlich hoch. Nicht nur die Strandbäder, die Campingplatz-Strände und die Strände, die den Uferpromenaden vorgelagert sind, üben eine hohe Anziehungskraft aus, sondern auch die ungeregelten Freizeitbereiche, obgleich die Randbedingungen etwas „gewöhnungsbedürftig“ sind (Mix aus Textil- und Nacktbadern, Konflikte zwischen ‚normalen’ Sonnenbadenden und Grillfreunden, sehr grobes Geröll, teils außerordentlich starkes Treibholzaufkommen, Röhrichtvegetation). Offenbar findet jede Art von freizeittauglicher Uferrenaturierung ihr Publikum. Gerade die ungeregelten Freizeitbereiche eignen sich auch für Lagerfeuer und Strandparties, für die die Nutzer mit teils umfangreicher Campingausrüstung anreisen (vgl. Kap. 5.6). Diese Flächen werden keineswegs nur von ortskundigen Einheimischen frequentiert. Eine Erfassung der PKWs auf einem Parkplatz nahe der Renaturierungsfläche Langenargen-Malereck (FN-LA-ME) ergab, dass nur rd. 35 % der registrierten Fahrzeuge aus dem Landkreis Bodenseekreis und weitere 36 % aus benachbarten Landkreisen stammten (Tab. 5.5-3). Besonders stark waren Personen aus dem Landkreis Ravensburg vertreten. Der Rest kam aus insgesamt 44 Landkreisen Deutschlands sowie vereinzelt aus Frankreich, Österreich und der Schweiz. Der größte Teil der Nutzer reiste allerdings mit Fahrräder an; die Ausrüstung wurde in Kinderanhängern, selbst gebastelten Trolleys und Bollerwagen mitgeführt. In Spitzenzeiten wurden bis zu 183 Fahrrädern auf der Fläche Langenargen-Malerecke (FN-LA-ME, Länge 390 m) gezählt.

Abbildung 5.5-8: Viele Renaturierungsflächen sind gut zugänglich und erleichtern damit die Nutzung beispielsweise für Freizeitzwecke; links: Renaturierungsfläche Graf-Zeppelin-Haus in Friedrichshafen (FN-FN-GG, 03.09.2007); rechts: Renaturierungsfläche Langenargen-Malerecke (FN-LA-ME, 04.08.2007) (beide Fotos W. Ostendorp).

Tabelle 5.5-2 : Übersicht einiger charakteristischer Eigenschaften der Renaturierungsflächen der sieben Nutzungstypen.

	naturnahes Ufer	ungeregelter Freizeitbereich	geregelter Freizeitbereich	Privat-Strand	Ufer-promenade	Campingplatz-Strand	Strandbad
öffentliche Zugänglichkeit	unzugänglich (eingezäunt) oder nur schwer zugänglich	öffentlich entgeltfrei zugänglich	meist öffentlich entgeltfrei zugänglich; teils nur für Mitglieder	nur für Anlieger zugänglich	öffentlich entgeltfrei zugänglich	meist nur für Campingplatz-Benutzer zugänglich	meist öffentlich gegen Entgelt zugänglich
Erschließung und Infrastruktur	keine Erschließung; keine Infrastruktur; häufig Info-Tafeln	gut bis sehr gut erschlossen; häufig mit Liegewiese, Sanitär, Gastron., Grillstellen	sehr gut erschlossen; immer m. Liegewiese, Sanitär, Gastronomie; meist ohne Grillstellen	meist durch unmittelbaren Zugang vom Privatgrundstück erschlossen	meist gut bis sehr gut erschlossen; fast immer Liegewiese, Sanitär, Gastronomie; selten Grillfeuerstellen	durch unmittelbaren Zugang vom Campingplatz aus erschlossen	durch Strandbad-Infrastruktur erschlossen
tatsächliche Nutzung	keine oder sehr geringe Freizeitnutzung	nur Freizeitnutzung: im Sommer mäßig – bis sehr stark (Lagern >Baden > Grillen > Angeln)	meist nur Freizeitnutzung: im Sommer mäßig bis stark (Lagern > Baden)	Freizeitnutzung: gering bis mäßig (Lagern, Baden); Lagerung von Booten, Surfbrettern u. Camping bedeutend	nur Freizeitnutzung: mäßig bis sehr stark (Lagern > Baden > Spazierengehen)	nur Freizeitnutzung: im Sommer mäßig bis sehr stark (Lagern > Baden)	nur Freizeitnutzung: im Sommer stark bis sehr stark (Baden > Lagern)
Unterhaltung, Pflege, Management	keine; in Einzelfällen Gehölzschnitt, Treibholzräumung	Strandsäuberung durch Gemeinden?	vermutlich Abfall- und Treibguträumung	kleine Ziergärten; vielleicht Strandreinigung durch Anlieger	vermutlich Abfall- und Treibguträumung	vermutlich Abfall- und Treibguträumung	vermutlich Abfall- und Treibguträumung
Ausdehnung der (i) naturnaher Ufervegetation, (ii) anthropogener Vegetation	(i) ca. 30 bis 75 % (ii) meist 0 (bis 25) %	(i) ca. 5 – 30 % (ii) ca. 0 bis 30 %	(i) ca. 10 – 20 % (ii) ca. 30 – 50 %	(i) ca. 5 – 10 % (ii) ca. 10 – 30 %	(i) ca. 0 - 15 % (ii) ca. 15 – 55 %	(i) ca. 2 - 30 % (ii) ca. 0 – 88 %	(i) 0 – 15 % (ii) 20 – 50 %
beobachtete eigendynamischen Entwicklung	Ufervegetation: mäßig bis bedeutend; Strandwall, Spülsaum, Treibholz: unterschiedlich und expositionsbedingt	Ufervegetation: meist fehlend bis mäßig; Strandwall, Spülsaum, Treibholz: unterschiedlich und expositionsbedingt	Ufervegetation: meist fehlend bis gering; Strandwall, Spülsaum, Treibholz: gering bis mäßig	Ufervegetation: mäßig bis bedeutend; Strandwall, Spülsaum, Treibholz: meist gering bis mäßig	Ufervegetation: gering bis mäßig; Strandwall, Spülsaum, Treibholz: meist gering	Ufervegetation: gering ; Strandwall, Spülsaum, Treibholz: lagebedingt unterschiedlich	Ufervegetation: meist gering bis mäßig; Strandwall, Spülsaum, Treibholz: lagebedingt unterschiedlich
Beeinträchtigungen durch Nutzungen	meist keine oder geringe Trittschäden	40 – 100 % d. Fläche; geringe -- bedeutende Trittschäden; geringes Müllaufkommen	80 – 90 % der Fläche; geringe Trittschäden; geringes Müllaufkommen	80 – 100 % d. Fläche; mäßige Trittschäden; geringes Müllaufkommen	60 – 100 % d. Fläche; mäßige Trittschäden; geringes Müllaufkommen	30 – 98 % der Fläche; geringe bis starke Trittschäden; kein Müllaufkommen	85 – 100% d. Fläche; kein Müllaufkommen
Verbesserung von Nutzungsmöglichkeiten	meist geringfügig (Lagern, Angeln, Baden)	meist mäßig bis bedeutend (Lagern, Grillen, Angeln)	meist mäßig (Baden > Lagern); Attraktiviätssteigerung kommerzieller Infrastruktur	mäßig bis bedeutend (Lagern > Baden > Bootsliegeplätze)	mäßig bis sehr bedeutend (Lagern, Baden); Attraktivitätssteigerung kommerzieller Infrastruktur	mäßig bis bedeutend (Lagern, Baden, Grillen); Attraktivitätssteigerung d. Campingpl.	mäßig bis bedeutend (Baden > Lagern)
Verbesserung der Naturnähe und der eigendynamischen Entwicklung	Flachufer; Sicherung bestehender Röhrichte u. Ufergehölze; Röhrichtpflanzungen; spontane Vegetationsansiedlung und -entwicklung	gering bis bedeutend: Flachufer; Erosionssicherung bestehender Ufergehölze; Schilfpflanzungen; spontane Weiden-Ansiedl.	gering: Flachufer	gering bis mäßig: Flachufer; spontane Weiden- u. Röhricht-Ansiedlung	gering bis mäßig: Flachufer, spontane Weiden- u. Röhricht-ansiedlung	gering bis mäßig: Flachufer, Schutz bestehender Ufergehölze; Röhrichtpflanzungen	gering bis mäßig: Flachufer, spontane Ansiedlung von Weiden und Röhrichten

Tabelle 5.5-3: Ergebnisse der PKW-Zählung auf einem Parkplatz in der Nähe der Renaturierungsfläche Langenargen Malerecke (FN-LA-ME). Die PKWs lassen sich mit hoher Wahrscheinlichkeit Besuchern der Malerecke zuordnen. Weitere rd. 120 PKWs, die in dem umliegenden Wohngebiet parkten, wurden wegen der unsicheren Zuordnung nicht erfasst. Etwa 67 % der Besucher waren mit dem Fahrrad angereist (vgl. Abb. 5.5-8).

Herkunft (Anzahl PKW's)	Sa, 4.8.2007 16:00 Uhr	So, 5.8.2007 16:00 Uhr	Mo, 6.8.2007 16:15 Uhr	Mittelwert (PKW) (Prozent)
FN	23	25	37	28,3 (35,3 %)
KN	0	0	1	0,3 (0,4 %)
LI	1	1	1	1 (1,2 %)
RV	28	37	18	27,7 (34,4 %)
SIG	1	0	0	0,3 (0,4 %)
sonstige Kreise (DE)	21	26	17	21,3 (26,6 %)
Frankreich	0	0	1	0,3 (0,4 %)
Österreich	2	0	0	0,7 (0,8 %)
Schweiz	1	0	0	0,3 (0,4 %)
Summe	77	89	75	80,3 (100 %)

5.5.2.2 Merkmale der Freizeitnutzung

Die Art der Freizeitnutzung war je nach Nutzungstyp unterschiedlich. Generell überwog das Lagern mit einfacher Ausrüstung (z. B. Liegematte und Sonnenschirm) oder aufwändiger Campingausrüstung (z. B. Windschutzzelt, Camping-Liegestuhl, Kühlbox und Tisch) gegenüber dem Baden im seichten oder dem Schwimmen im tiefen Wasser (vgl. auch Kap. 5.6.5). Grillfeuer wurden gewöhnlich erst am frühen Abend entfacht; hierzu griff man gern auf das angeschwemmte Treibholz zurück oder brachte

Abbildung 5.5-9:

Schilderwald beim Zugang zur Renaturierungsfläche Gohren-West (FN-KR-GW). Während die Beschilderung „Fischschonbezirk" klar sagt, wann man was nicht tun darf, erschließt sich der Sinn des „Naturschutzgebiet"-Hinweises nicht sofort: Wenn schon nicht im seichten Wasser, darf man dann wenigstens im tiefen Wasser baden? Offenbar darf man nicht baden, aber betreten und nutzen darf man die Fläche schon uneingeschränkt, – vor allem, wenn sie aus dem Wasser schaut!?

sicherheitshalber Säcke mit Grillkohle mit. Die Nutzer verbrachten an sonnigen Wochenenden oft viele Stunden oder den ganzen Tag auf der Renaturierungsfläche oder auf der angrenzenden Liegewiese. Auf den Renaturierungsflächen vor Uferpromenaden kamen Spaziergänger hinzu, die nur kurzzeitig auf die Flächen traten. Bevorzugt wurde der vegetationsfreie Strand als Lagerfläche. Spülsäume

und Röhrichtvegetation, in der sich angeschwemmter Detritus verfangen hatte, wurden gemieden, solange die Nutzungsfrequenz nicht allzu hoch war. Eingezäunte Vegetationsbereiche, z. B. Schilf-Pflanzungen wurden respektiert. Dagegen schienen bloße Verbotsschilder keine besondere Wirksamkeit zu entfalten (z. B. FN-SI-OW, FN-KR-GW, VB-BR-MD, FN-LA-LA).

5.5.2.3 Belastungen des Ufers durch Freizeitnutzungen

Entsprechend hoch war die Belastung der Ufervegetation. Dabei konnten folgende typische Belastungen unterschieden werden:

- Abstellen von Fahrrädern, Anhängern, Booten, Surfbrettern u .a. Freizeit- und Campinggeräten,
- Nutzung des landwärtigen Gebüschsaums als Feldtoilette,
- Trittschäden an der niederwüchsigen Vegetation,
- Störungen und Umlagerungen der Substratoberfläche,
- Kunststoff- und Glasmüll.

Auf sehr vielen intensiv genutzten Renaturierungsflächen wurden Freizeitgeräte gelagert, teils auf den Flächen selbst (z. B. FN-IM-WA) oder in den Gehölzsäumen des Seehags (z. B. FN-LA-ME, FN-KR-GE, FN-KR-CI). Insbesondere die Gehölze und ihr Unterwuchs litten stark unter der Belastung, so dass Teile des Seehags in Kressbronn-Gohren praktisch vegetationsfrei waren (Abb. 5.5-10).

Abbildung 5.5-10: Belastung der Gehölzäume des Seehags: links: Trittbelastung des Seehags in Kressbronn-Gohren (FN-KR-GE, 12.08.2007), rechts: Fahrräder und Trampelpfade im Seehag in Langenargen-Malerecke (FN-LA-ME, 05.08.2007) (beide Fotos W. Ostendorp).

Die niederwüchsige ausdauernde Vegetation verträgt eine Trittbelastung offenbar besser, und kann sich gegen Ende der Saison regenerieren. Dagegen sind Schilfröhrichte eher als trittempfindlich einzustufen. Auch Störungen und Umlagerungen der Sedimentoberfläche dürfen nicht vernachlässigt werden, beispielsweise durch Tritt, durch das Aufhäufen von Wind- bzw. Sichtschutzwällen (Abb. 5.5-11) oder durch spielende Kinder, die insgesamt gesehen beachtliche Mengen von Geröllen ins Wasser werfen. Gelegentlich wurden auch Anlieger beobachtet, die auf eigene Initiative die Vegetation einer Renaturierungsfläche beseitigten (z. B. KN-RZ-HB).

Das Müllaufkommen war angesichts der hohen Nutzungsfrequenz auch auf Flächen mit ungeregelter Freizeitnutzung vergleichsweise gering. Offenbar brachte das Publikum, das sich zu einem erheblichen Teil aus Stammgästen zusammensetzte, von sich aus die nötige Einsicht mit, den Strand so zu verlassen, wie es ihn am nächsten Tag anzutreffen wünschte. Die Campingplatz-Strände und die Strandbäder dürften hingegen regelmäßig vom Betreiber gereinigt worden sein. Ähnliches gilt wahrscheinlich auch für die Uferpromenaden, die von den Gemeindediensten sauber gehalten werden.

Abbildung 5.5-11: Substratstörungen durch Freizeitnutzung auf Renaturierungsflächen: links: Aushub und Einebnung für die wackelfreie Aufstellung eines Liegestuhls (KN-KN-KS, 04.08.2007, Foto J. Ostendorp); rechts: „Strandburg“ aus Geröllen der Renaturierungsfläche mit Bewohner (FN-LA-ME, 23.09.2007, Foto W. Ostendorp).

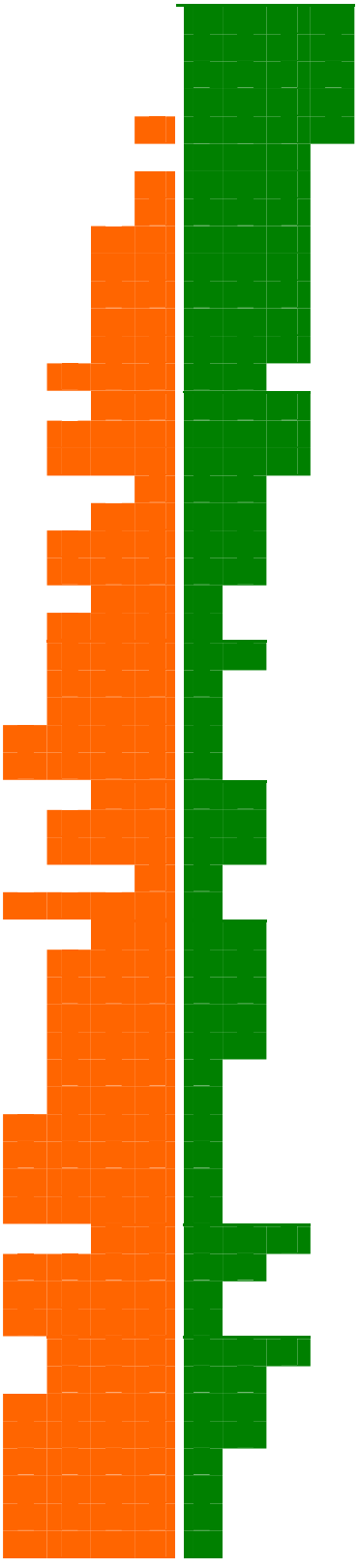
5.5.3 Diskussion

Das hier vorgestellte Nutzungsscreening ist – soweit bekannt – der erstmalige Versuch, die Nutzung der Renaturierungsflächen zu erfassen, um die Auswirkungen auf die standortgemäß naturnahen Biozönosen (hierzu vgl. Kap. 5.3 u. 5.4) und das Potenzial zu eigendynamischen Entwicklung abschätzen zu können. Die Ergebnisse stehen insgesamt im Kontrast zu den Zielsetzungen, wie sie in den Erläuterungsberichten bzw. technischen Berichten zu den Genehmigungsverfahren zum Ausdruck kommen (vgl. Kap. 5.1) und sie stehen im Kontrast zu einigen Publikationen, in denen verschiedenen Renaturierungsmaßnah- men in die Rückschau dargestellt werden (z. B. SIESSEGGER & TEIBER 2001, SIESSEGGER & TEIBER-SIESSEGGER 2005), und die die vorgeblich positiven Wirkungen auf die Natur betonen.

Das Screening, bei dem 56 der insgesamt 90 Renaturierungsflächen aufgesucht wurden, hat einen lebendigen Eindruck von den Nutzungsformen und der Nutzungsintensität auf vielen Renaturierungsflächen vermittelt. Es hat gezeigt, dass etwa drei Viertel der Renaturierungsflächen mehr oder minder intensiv genutzt werden. Die Intensität der Nutzung wird in Kap. 5.6 dargestellt. Im vorliegenden Kapitel geht es eher um die strukturelle Seite der Nutzungen.

Tabelle 5.5-4: Zusammenfassende Klassifikation der Nutzung und der Naturnähe von 56 Renaturierungsflächen nach einer jeweils fünfteiligen Skala von 0 (keine Nutzung bzw. keine naturnahen Biotope) bis 4 (dominierende Nutzung bzw. fast vollständige Bedeckung mit naturnahen Biotopen); die Tabelle stellt das Ergebnis einer Expertenmeinung dar, die aus zahlreichen Einzelkriterien aggregiert wurde.

Nutzungstyp	Kürzel	Name	⇐ Nutzung	Naturnähe ⇒
naturnahes Ufer	FN-SI-SU	Sipplingen/Süßenmühle-Wasserversorgung		
	FN-IM-LW	Immenstaad/Lipbach-Mündung-West		
	KN-RZ-CM	Radolfzell/ehemal. Campingplatz, Hafen-Martin		
	FN-FN-LM	Friedrichshafen/Fischbach-Lipbach-Mdg.		
	VB-BR-MC	Bregenz/Mehrerauer Seeufer-Abschnitt3		
	LI-WA-WB	Wasserburg/Wasserburger Bucht		
	FN-SI-OE	Sipplingen/östl. Ortslage		
	LI-LI-RE	Lindau/Reutiner Schilfgebiet-Ost		
	FN-FN-SC	Friedrichshafen/Schloss		
	VB-BR-MA	Bregenz/Mehrerauer Seeufer-Abschnitt1		
	KN-GA-SW	Gaienhofen/Schlossschule-westl. Ortslage		
	VB-HO-PD	Höchst/Polderdamm		
	FN-FN-BD	Friedrichshafen/Friedrichshafener Bucht, BA 4		
	VB-BR-MB	Bregenz/Mehrerauer Seeufer-Abschnitt2		
ungeregelter Freizeitbereich	SG-TH-ST	Thal, Staad-Promenade		
	KN-KN-KS	Konstanz/Kliniken Schmieder		
	FN-KR-GW	Kressbronn/Gohren westl. Hafen Meichle+Mohr		
	TG-HO-SH	Horn/Segelboothafen		
	FN-LA-DL	Langenargen, DLRG-Gelände		
	FN-KR-TU	Kressbronn/Gohren-Tunauer Strand		
	VB-HA-GD	Hard/Grüner Damm		
	KN-KN-JB	Konstanz/Jacobsbad-Hörnle		
	FN-LA-ME	Langenargen/Malerecke		
geregelter Freizeitbereich	KN-RZ-HC	Radolfzell/Herzen-Abschnitt1		
	VB-BR-MD	Bregenz/Mehrerauer Seeufer-Abschnitt4		
	FN-FN-BS	Friedrichshafen/Fischbach-Seehag		
	FN-FN-MF	Friedrichshafen/Manzell-Freizeitgelände		
	KN-RZ-HB	Radolfzell/Herzen-Abschnitt2		
Privat-Strand	KN-KN-DB	Konstanz/Dingelsdorf-Ortsmitte-Hafen Hamm		
	FN-UE-NU	Überlingen/Nußdorf		
	FN-IM-HA	Immenstaad/Hard-Horn		
	LI-WA-HW	Wasserburg/Halbinsel Wasserburg		
	FN-IM-WA	Immenstaad/westl. Anlegestelle		
Ufer-promenade	TG-AR-SB	Arbon/Arbon-Steinacher Bucht		
	KN-OE-WW	Öhningen/Wangen-West		
	KN-GA-SE	Gaienhofen/östl. Ortslage, östl. Steg		
	FN-FN-BB	Friedrichshafen/Friedrichshafener Bucht, BA 2		
	TG-KR-BP	Kreuzlingen-Bürgerpark		
	FN-SI-OW	Sipplingen/westl. Ortslage		
	FN-LA-LA	Langenargen/östl. Ortlage, Bauabschnitt 1+2		
	FN-FN-GG	Friedrichshafen/Graf Zeppelin Haus		
	FN-FN-YG	Friedrichshafen/Yachthafen bis Gondelhafen		
	KN-RZ-WB	Radolfzell/Wäschbruck-Hafen		
	FN-IM-UA	Immenstaad/Uferanlage (östl. Strandbad)		
Camping-platz-Strand	KN-KN-DA	Konstanz/Dingelsdorf-Fließhorn		
	FN-KR-GE	Kressbronn/Gohren östl. Hafen Meichle+Mohr		
	KN-GA-AB	Gaienhofen/“Im alten Bach“		
	FN-KR-CI	Kressbronn/Camping Iriswiese		
Strandbad	VB-LO-SB	Lochau/Strandbad (=Seeufer Lochau, BA 1)		
	FN-FN-SB	Friedrichshafen-Strandbad		
	KN-RZ-MS	Radolfzell/Mettnau-Strandbad		
	FN-HA-ES	Hagnau/Strandbad (BA 1)		
	KN-RZ-MK	Radolfzell/Mettnau-Kur		
	KN-RE-MS	Reichenau/Mittelzell-Strandbad		
	FN-SI-SB	Sipplingen-Strandbad (Fertigstellung 2007)		
	FN-IM-SB	Immenstaad/Strandbad		



Menschliche (Freizeit-)Nutzungen auf Renaturierungsflächen stehen naturschutzfachlichen Zielsetzungen nicht grundsätzlich konträr gegenüber. Es kommt hier eher auf die *Art* und die *Intensität* der Nutzung an. Zunächst ist die Frage zu stellen, in welchem Maß sich die gesamte ökologische Situation durch die Renaturierungsmaßnahme verbessert hat und in welchem Umfang bestimmte Nutzungsformen begünstigt wurden. Diese Frage lässt sich im Rahmen des Screenings nicht objektiv beantworten, zumal nur semi-aquatische und terrestrische Lebensräume betrachtet wurden. Um dennoch einen Schritt weiter zu kommen, wurde versucht, auf der Basis eines Kriterienkatalogs (vgl. Kap. 4.3.6) ein Expertenurteil zu begründen, dessen Ergebnisse in Tab. 5.5-4 dargestellt sind. Hierbei wurden entlang einer fünfstufigen Skala Indikatoren erfasst, die (i) die Intensität der (Freizeit-)Nutzung und ihre mutmaßlichen negativen Folgen für die Integrität und ungestörte Entwicklung der Biotope beschreiben, und (ii) solche, die die Naturnähe der gegenwärtig dort vorkommenden Biotoptypen, ihre Integrität und das Potenzial für eine eigendynamische Entwicklung darstellen (hierzu vgl. auch Kap. 5.3). Die Einzelergebnisse wurden zu zwei fünfteiligen Indices („Nutzung“, „Naturnähe“) aggregiert, wobei die Ziffer 0 das Fehlen von Nutzungen bzw. von naturnahen Biotopen bedeutet. Die Ziffer 4 kennzeichnet beim Index „Nutzung“ eine Dominanz von Nutzungen zu Lasten naturnaher Biotope bzw. beim Index „Naturnähe“ eine von Nutzungen nahezu völlig unbeeinträchtigte Biotopausstattung, die sich weitgehend ungestört entwickeln kann.

Die Gruppe der „naturnahen Ufer“ ist gekennzeichnet durch einen Dominanz naturnaher Biotope, während Nutzungen eine geringe Rolle spielen, in einigen Fällen aber durchaus die „Naturnähe“ herabsetzen können. In der Gruppe der ungeregelten Freizeitbereiche treten sowohl Renaturierungsflächen auf, die bei geringen „Nutzungen“ eine hohe „Naturnähe“ aufweise, also auch umgekehrt solche, bei denen die hohe Nutzungsintensität zu einer Verdrängung naturnaher Biotope führt. In dieser Gruppe wird auch der negative Zusammenhang zwischen „Nutzung“ und „Naturnähe“ sichtbar. Die anderen Nutzungstypen sind gekennzeichnet durch eine intensive und flächenmäßig ausgedehnte Nutzung, die in ihrer Summe mit den Stärkegraden 3 und 4 bewertet wurde, während die flächenmäßige Ausdehnung und die typische, ungestörte Ausprägung naturnaher Biotope deutlich eingeschränkt ist (Stärkegrade 1 bis 2).

Obschon diese Art der Erhebung und Klassifizierung nur einen ersten Eindruck vermitteln kann, wird deutlich, dass

- der größte Teil der hier untersuchten Renaturierungsflächen großflächig und intensiv (zu Freizeitzwecken) genutzt wird,
- ein negativer Zusammenhang zwischen flächenmäßigem Nutzungsumfang bzw. Nutzungsintensität und Vorkommen naturnaher Biotope besteht, und dass
- eine gewisse bescheidene Nutzung mit dem Vorkommen und der unbeeinträchtigen Entwicklung naturnaher Biotope verträglich sein kann.

Erst detaillierte Untersuchungen werden zeigen können, welche Arten und welches Maß an Nutzung mit einer bestimmten Ausprägung an „Naturnähe“ und „eigendynamischer Entwicklung“ verträglich sind.

5.6 Nutzungsanalyse

5.6.1 Übersicht

Neben den strukturellen Belastungen (Boote, Surfbretter, Kunstobjekte, Lagerfeuerstellen, Müll, u. a., Kap. 5.6.2) wurden die Nutzerdichte (Anzahl Personen, Anzahl Gruppen) (Kap. 5.6.4), das Nutzerverhalten (z. B. Freizeittätigkeiten) und die Nutzungsmerkmale (z. B. Ausrüstung) auf den Renaturierungsflächen erfasst (Kap. 5.6.5). Auf ausgewählten Flächen wurde zusätzlich die Nutzerdichte im Tagesverlauf und an unterschiedlichen Wochentagen erhoben (Kap. 5.6.3). Eine Übersicht des Untersuchungsplans und der untersuchten Flächen findet sich in Abb. 4-1 und Tab. 4-1.

5.6.2 Strukturelle Belastungen der Renaturierungsflächen

Boote, die auf Höhe der Renaturierungsfläche im Wasser ankerten oder auf den Strand gezogen waren, spielten bei den meisten erfassten Renaturierungsflächen keine wesentliche Rolle. Ihre Dichte betrug i. A. weniger als 1 Boot/100 m Uferlänge. Lediglich auf den Flächen in Wangen (KN-OE-WW) und in Konstanz-Dingelsdorf (KN-KN-DB) wurden maximal 4,6 bzw. 3,2 Boote/100 m festgestellt. Beide Flächen werden teilweise von privater Seite (Badehütten-Mieter, Wohnungsanlieger) als Freizeitflächen genutzt. Ähnliches galt auch für Boote und Surfbretter, die mehr oder minder dauerhaft an Land abgelegt worden waren, wobei auch hier die o. g. Flächen heraus fielen (KN-OE-WW: bis 2,4 Boote/100 m und bis 1,2 Surfbretter/100 m; KN-KN-DB: bis 3,3 Boote/100 m und bis 1,3 Surfbretter/100 m) (Abb. 5.6-1).

Nutzeraktivitäten fanden nicht nur *auf* den Renaturierungsflächen statt, sondern auch an deren landwärtigem Rand, beispielsweise auf den Liegewiesen, dem Uferweg oder benachbarten Festzelten, bei Musikinstallationen (z. B. TG-HO-SH) oder in Gastronomiebetrieben (z. B. der Gaststätte im Graf-Zeppelin-Haus in Friedrichshafen, FN-FN-GG). Besonders stark frequentiert waren die Flächen FN-FN-GG und Langenargen-Malerecke (FN-LA-ME) (durchschnittlich „bedeutend“ bis „sehr bedeutend“), etwas geringer war der Publikumsverkehr am Rande der Flächen KN-KN-KS und KN-KN-JB in der Konstanzer Bucht (durchschnittlich „unbedeutend“ bis „bedeutend“). Zeitweise konnten aber auf den genannten Flächen durchaus Nutzeraktivitäten von „dominierender Bedeutung“ auftreten (Abbildung 5.6-2).

Dadurch kam es zu einer gewissen Verlärmung der Renaturierungsflächen. Lediglich die Renaturierungsflächen in der Wasserburger Bucht (LI-WA-WB) und am Höchster Polderdamm (VB-HO-PD) waren aufgrund des fehlenden Publikumsverkehrs und weitab vorbeiführenden Uferwege praktisch frei von störenden Geräuschen. Am stärksten belastet war die Fläche FN-GG-GG; hier kam es zusätzlich zum Publikumsverkehr durch den Gastronomiebetrieb des Graf-Zeppelin-Hauses und die nahe gelegene Hafenpromenade zu einer zeitweise „bedeutenden“ (Stufe 3) Verlärmung.

Zu den besonders beliebten Freizeitbetätigungen am Bodenseeufer gehören kleine Grillparties „in der freien Natur“, die sich gewöhnlich vom späten Nachmittag zumindest bis zum späten Abend hinzie-

Abbildung 5.6-1:

Boote auf der Renaturierungsfläche KN-KN-DB (Dingelsdorf-Ortsmitte) am 13.07.2007 (Foto E. Schmidt).

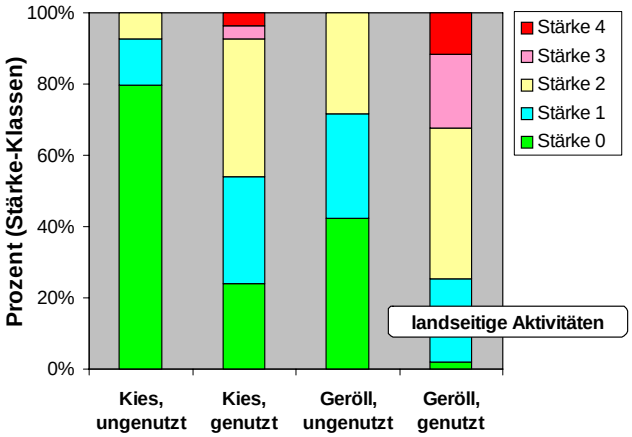


Abbildung 5.6-2: Aktivitätsintensität landwärts der Renaturierungsflächen: links: Besuchergruppen am Rande der Renaturierungsfläche beim Graf Zeppelin-Haus (FN-FN-GG) (05.08.2007, Foto W. Ostendorp); rechts: mittlere Häufigkeiten der Aktivitätsintensität landwärts der Renaturierungsflächen vom Typ „Kies“ und „Geröll“ mit den Varianten „ungenutzt“ und „genutzt“ (Stärkegrade 0 – nicht vorhanden bis 4 – von dominierender Bedeutung, vgl. Kap. 4.3.5.2).

hen. Zu den Hinterlassenschaften gehören neben Verpackungs- und Glasmüll (s. u.) vor allem die aus den Geröllen der Renaturierungsflächen aufgebauten Grillfeuerstellen (Abb. 5.6-3). Je länger und je öfter diese Feuerstellen genutzt wurden, desto höher waren sie aufgebaut, so dass sich schließlich Kegel von 0,5 m Höhe und mehr ergaben. Deren Inneres war mit Grillkohleresten und nicht brennbaren Abfällen gefüllt. Da auf den „geregelten Freizeitflächen“ (Einzelheiten vgl. Kap. 5.5) Grillparties am Ufer zumindest unerwünscht sind, wichen die Grillfreunde auf die „ungeregelten“ Flächen aus. Besonders attraktiv waren treibholzbelastete Uferabschnitte im östlichen Bodenseegebiet, womit der Transport von Grillkohle überflüssig wurde. Dies führte dazu, dass sich im Laufe des Sommers entlang des Ufers bis zu 33 Grillfeuerstellen/100 m ansammeln konnten (FN-LA-ME). Generell waren die Renaturierungen vom Typ „Kies“ weniger belastet als die vom Typ „Geröll“ (Abb. 5.6-3). Verständlicherweise waren die „genutzten“ Varianten stärker belastet als die „ungenutzten“.

Zu den strukturellen Einrichtungen auf den Renaturierungsflächen, die im weiteren Sinn der Freizeitnutzung dienen, zählten auch dauerhaft installierte Kunstobjekte, teilweise mit permanenter Geräuschkulisse (z. B. TG-HO-SH), sowie Sitzbänke (z. B. FN-FN-GG) oder mobile Gartenmöbel (z. B. KN-KN-DB) (Abb. 5.6-4).

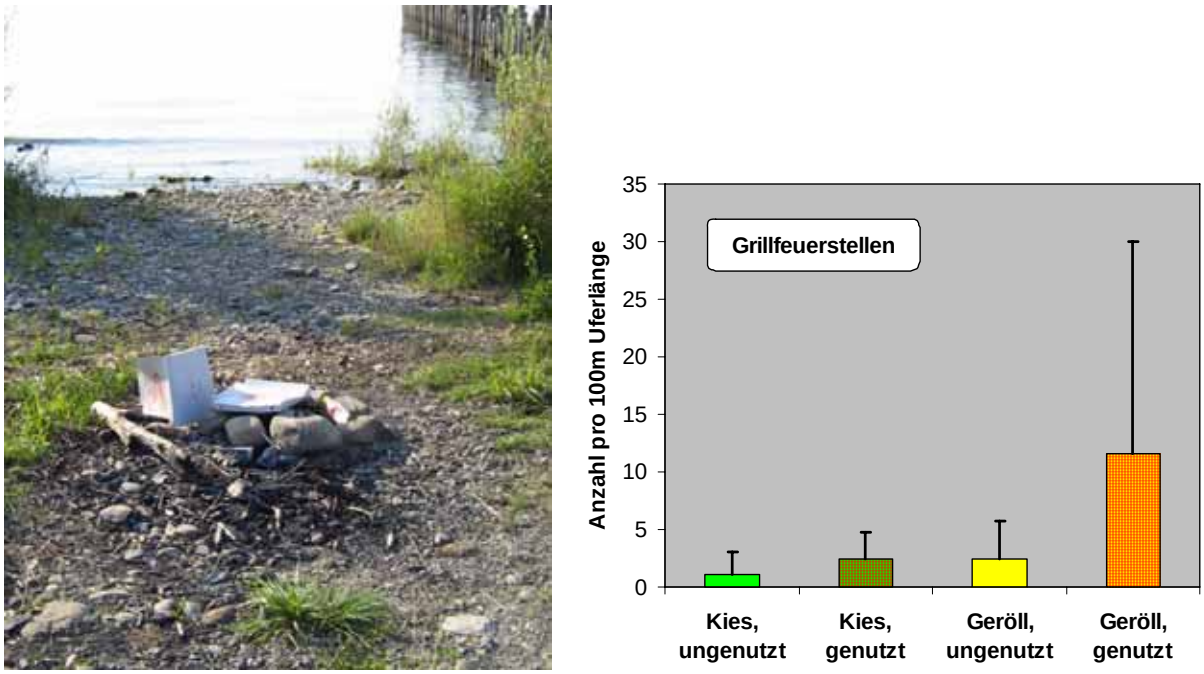


Abbildung 5.6-3: Grillfeuerstellen: links: auf der Fläche Horn-Segelhafen (SG-TH-ST) (05.08.2007, Foto W. Ostendorp); rechts: mittlere Häufigkeit von Grillfeuerstellen der Renaturierungstypen „Kies“ und „Geröll“ mit den Varianten „ungenutzt“ und „genutzt“ (Mittelwerte ± einf. Standardabweichung; n=6 im Juli und August 2007)

Abbildung 5.6-4: Einrichtungen auf Renaturierungsflächen: links: Kunstobjekte auf der Fläche Horn-Segelhafen (SG-TH-ST) (07.08.2007, Foto W. Ostendorp); rechts: zwei Sofas nebst Party-Ausrüstung auf der Renaturierungsfläche bei der Schmieder-Klinik in Konstanz (KN-KN-KS) (25.06.2007, Foto K. Schmidt).

Trotz der erheblichen Nutzungsintensität einiger Renaturierungsflächen (s. u.) war die Müll-Belastung relativ gering. Der auf den Flächen angetroffene Müll bestand zumeist aus Getränkebehältern (Glas, Kunststoff, Aluminium, Verbund-Kartonagen) sowie Resten von Lebensmittel-Verpackungen (Kunststoff-Folien, Aluminium-Schalen, Papier), insgesamt Gegenstände, die wahrscheinlich während der Nutzung auf den Renaturierungsflächen angefallen sind. Hinzu kamen ähnliche Abfälle, die im Spülsaum angeschwemmt wurden und daher möglicherweise aus der Nachbarschaft der Flächen stammten. Formen der illegalen Abfallentsorgung, etwa von „Gelben Säcken“ wurden an keiner Stelle angetroffen, lediglich auf der Fläche KN-KN-DB in Konstanz-Dingelsdorf kam es randlich zur Ablagerung von Gartenabfällen und Schnittgut durch die Anlieger (Abb. 5.6-5). Allgemein war die durchschnittliche Belastung gering, am größten noch auf dem Typ „Kies, ungenutzt“, auf denen rd. 20 % der Beobachtungen eine „bedeutende“ (Stärke 2) auswiesen. Überdurchschnittlich belastet waren die Flächen KN-KN-DB, TG-TH-ST in Thal-Staad und TG-HO-SH in Horn (TG).

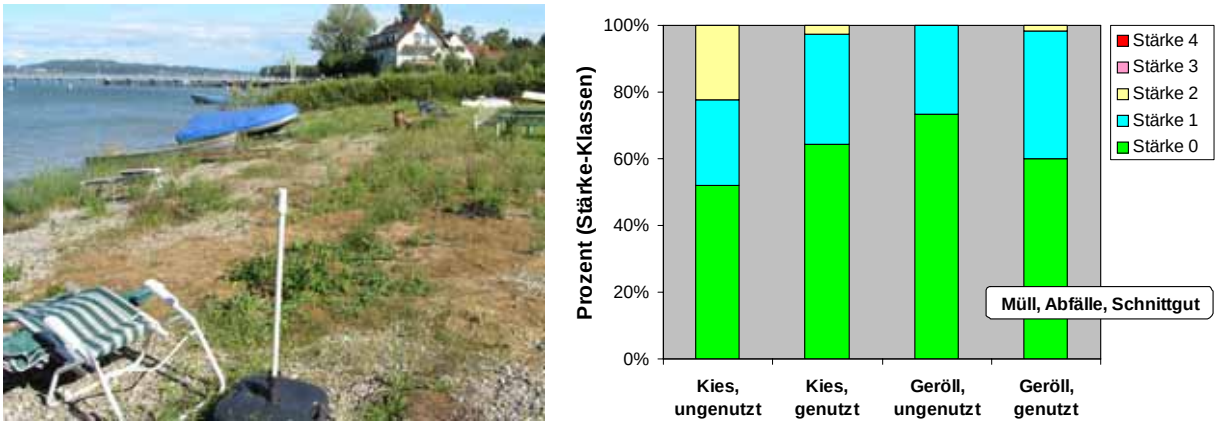


Abbildung 5.6-5: Abfälle auf Renaturierungsflächen: links: Rasenschnittgutablagerung auf der Fläche KN-KN-DB (Dingeldorf-Ortsmitte) (15.07.2007, Foto E. Schmidt); rechts: mittlere Häufigkeiten der Müll-, Abfall- und Schnittgutbelastungen der Renaturierungstypen „Kies“ und „Geröll“ mit den Varianten „ungenutzt“ und „genutzt“.

5.6.3 Nutzerdichte im Tagesverlauf u. an unterschiedlichen Wochentagen

Da die Nutzung der Renaturierungsflächen überwiegend aus Freizeitnutzung bestand, war erwartet worden, dass beispielsweise die Anzahl der Personen, die sich gleichzeitig auf einer Fläche aufhalten, von der Tageszeit und vom Wochentag abhängt, darüber hinaus noch von der Witterung (Lufttemperatur, Bewölkung, Windstärke). Daher wurden auf den Flächen FN-FN-GG (Graf-Zeppelin-Haus in Friedrichshafen) vor den allgemeinen Sommerferien und auf den Flächen KN-KN-KS (Konstanz Schmieder-Kliniken) und KN-KN-JB (Konstanz Jakobsbad) (während der Sommerferien) Tagesgänge der Nutzerfrequenz zwischen etwa 10 und 20 Uhr aufgenommen. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 5.6-6 dargestellt.

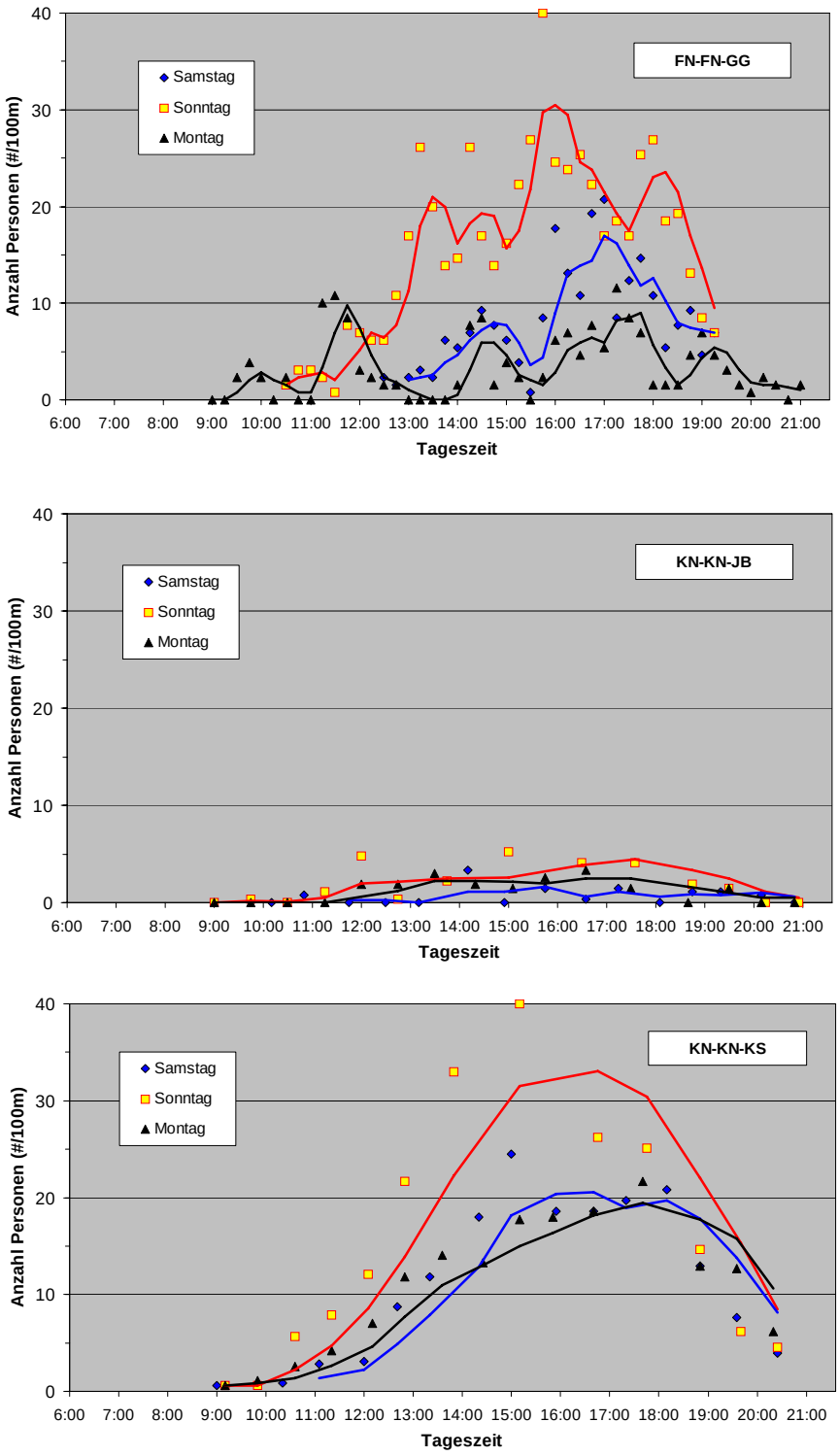


Abbildung 5.6-6: Tagesgang der Nutzerdichte (Personen je 100 m Uferlänge zum betreffenden Erhebungszeitpunkt) auf den Renaturierungsflächen FN-FN-GG (Typ „Geröll, genutzt“), KN-KN-JB (Typ „Geröll, ungenutzt“) und KN-KN-KS (Typ „Kies, genutzt“) an den Terminen 23.06., 24.06. und 12.07.2008 (für FN-FN-GG) und 04.08., 05.08. und 06.08. 2008 (für KN-KN-JB und KN-KN-KS).

Auf allen drei Flächen war die Nutzerdichte am Sonntag durchschnittlich größer als am Samstag oder am Werktag. Sonntags wurden auf den „genutzten“ Flächen Spitzenwerte zwischen 30 und 40 Personen je 100 m Uferlänge ermittelt. Auf der „ungenutzten“ Fläche lagen die Werte bei etwa 5 Personen. Die Unterschiede zwischen der Samstags- und der Montagserhebung waren gering; lediglich auf der Fläche FN-FN-GG wurde eine leicht höhere durchschnittliche Dichte am Samstag beobachtet. Die maximalen Dichten am Samstag bzw. Montag lagen bei etwa 60 % der maximalen Dichte am Sonntag.

Auf den „genutzten“ Flächen beginnen die Aktivitäten erst am späten Vormittag ab etwa 11 Uhr. Die Dichte steigerte sich kontinuierlich bis zum Nachmittag zwischen etwa 14 und 18 Uhr, wobei die maximale Nutzerdichte am Sonntag früher (ca. 15:00 bis 16.30 Uhr) erreicht wurde als an den Werktagen (ca. 16 bis 18 Uhr).

Die durchschnittliche Personenzahl je Gruppe schwankte zwischen 2 und 3 Pers./Gruppe. Lediglich auf der Fläche KN-KN-KS wurde eine Abhängigkeit der Gruppenstärke vom Wochentag und der Tageszeit sichtbar (Abb. 5.6-7). Hier stieg die Gruppenstärke bis zum Abend kontinuierlich von durchschnittlich 1 bis 2 auf 2 bis 3 Pers./Gruppe an.

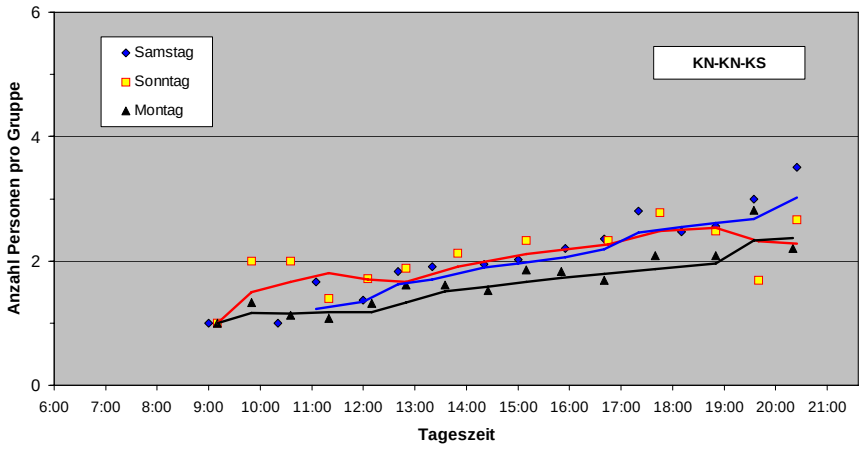


Abbildung 5.6-7: Tagesgang der Gruppenstärke auf der Fläche KN-KN-KS (Schmieder-Kliniken, Konstanz) an den Terminen 04.08., 05.08. und 06.08. 2008.

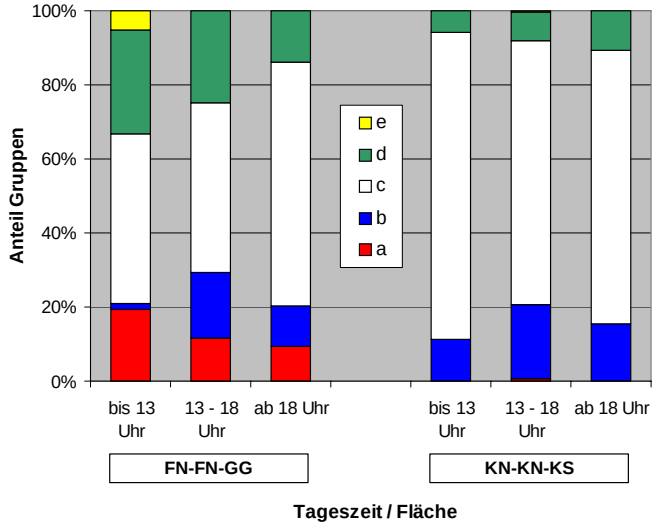


Abbildung 5.6-8:

Art der Gruppe (a – Kinder bis ca. 12/14 Jahren, b – Jugendliche/Heranwachsende von ca. 12/14 bis 25 J., c – Erwachsene ab ca. 25 J., d – Familie mit Kindern; e – sonstige gemischte Gruppen), differenziert nach Tageszeitspannen, alle drei Wochentage vereinigt.

Wie die Nutzerdichte wies auch die Häufigkeit der einzelnen Gruppenmerkmale gewisse tageszeitliche Unterschiede auf. Auf der Fläche FN-FN-GG stieg der Anteil von Erwachsenen im Tagesverlauf stetig an, während der Anteil von Familien mit Kindern zurückging (Abb. 5.6-8). Bei den vorwiegenden Tätigkeiten der Gruppen nahm auf FN-FN-GG der Anteil an „Sonnenbaden, Sitzen, Lagern“ im Tagesverlauf zu, auf KN-KN-KS dagegen ab (Abb. 5.6-9). Hier nahmen dagegen die „sonstigen Tätigkeiten“ zu, worunter ab 18 Uhr mit 9,4 % auch „Essen, Trinken“ mit und ohne Lagerfeuer zählten.

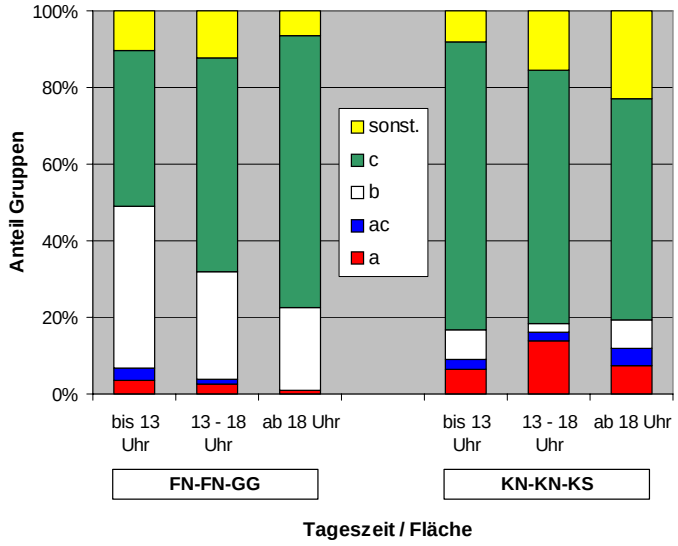


Abbildung 5.6-9:

Vorwiegende Tätigkeit der Gruppe (a – Baden, Schwimmen; b – Stehen, Spazierengehen, Laufen, Joggen, Ballspielen etc.; c – Sonnenbaden, Sitzen, Lagern ohne Grill oder Lagerfeuer) differenziert nach Tageszeitspannen, alle drei Wochentage vereinigt.

5.6.4 Nutzerdichte auf den Renaturierungsflächen

Die mittlere Anzahl an Personen, die sich gleichzeitig auf einer Renaturierungsfläche aufhielten schwankte zwischen weniger als 1 Person und rd. 32 Pers./100 m Uferlänge. Zeitweise hielten sich jedoch bedeutend mehr Personen auf den Flächen auf, so dass die maximale Anzahl bei 108 Pers./100 m lag. Die über alle Erhebungszeitpunkte gemittelte Personendichte war auf „Kies“-Renaturierungs-

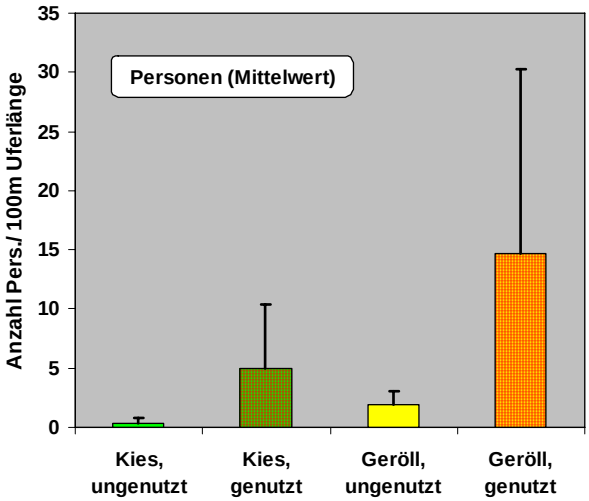


Abbildung 5.6-10:

Nutzerdichte auf Renaturierungsflächen der Typen „Kies“ und „Geröll“, jeweils mit den Varianten „ungenutzt“ und „genutzt“ (n=3 in jeder Gruppe) (Mittelwerte ± einf. Standardabweichung der Durchschnittswerte aller Erhebungszeitpunkte für jede Renaturierungsfläche).

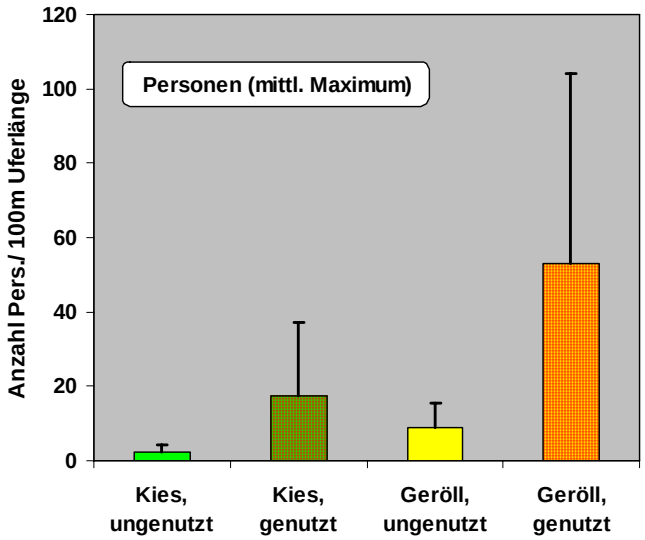


Abbildung 5.6-11:

Maximale Nutzerdichte auf Renaturierungsflächen der Typen „Kies“ und „Geröll“, jeweils mit den Varianten „ungenutzt“ und „genutzt“ (n=3 in jeder Gruppe) (Mittelwerte ± einf. Standardabweichung der Maximalwerte aller Erhebungszeitpunkte für jede Renaturierungsfläche).

flächen deutlich geringer als auf „Geröll“-Flächen. In beiden Fällen war die Dichte auf „ungenutzten“ Flächen erwartungsgemäß geringer als auf „genutzten“ Flächen (Abb.5.6-10). Ähnlich verhielten sich die maximalen Dichten, die auf jeder Fläche ermittelt wurden (Abb. 5.6-11).

Die Anzahl Personen pro Gruppe (Gruppenstärke) schwankte wenig zwischen 1,9 und 2,6. Auffällig war jedoch, dass die „Kies“-Renaturierungen tendenziell mehr von Einzelpersonen aufgesucht wurden als die „Geröll“-Renaturierungsflächen (Abbildung 5.6-12). Außerdem war auf „ungenutzen“ Flächen die Gruppenstärke geringer als auf „genutzten“.

5,3 % der insgesamt 3054 erfassten Personen-Gruppen führten einen oder mehrere Hunde mit sich. Insgesamt war die mittlere Dichte der jeweils gleichzeitig auf den Flächen vorhandenen Hunde gering. Sie lag bei 0,01 bzw. 0,10 Tiere/100 m auf den „ungenutzten“ „Kies“- bzw. „Geröll“-Renaturierungsflächen und bei 0,18 bzw. 0,20 Tieren/100 m auf den entsprechenden „genutzten“ Flächen.

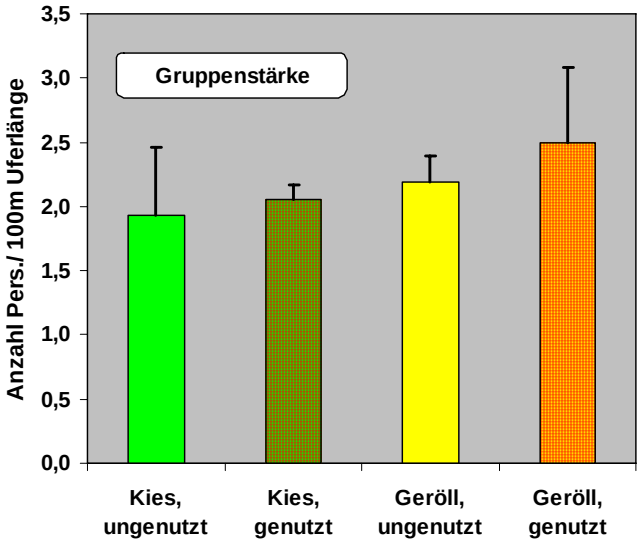


Abbildung 5.6-12 :

Gruppenstärke auf Renaturierungsflächen der Typen „Kies“ und „Geröll“, jeweils mit den Varianten „ungenutzt“ und „genutzt“ (n=3 in jeder Gruppe) (Mittelwerte ± einf. Standardabweichung der Durchschnittswerte aller Erhebungszeitpunkte für jede Renaturierungsfläche).

5.6.5 Nutzungsverhalten und Nutzungsmerkmale

Bezugsbasis für die Auswertung des Nutzungsverhaltens und der sonstigen Nutzungsmerkmale ist die Personengruppe. Insgesamt wurden 3003 Gruppen mit 6780 Personen erfasst. Die je Renaturierungsfläche angetroffene Zahl von Gruppen unterschied sich allerdings erheblich. So wurden auf der Fläche VB-HO-PD (Höchst Polderdamm) nur insgesamt 3 Gruppen beobachtet, auf der Fläche KN-KN-KS (Kliniken Schmieder in Konstanz) dagegen 1067 Gruppen. Die Unterschiede erklären sich teils durch die unterschiedliche Nutzerfrequenz, sind teils aber auch methodisch bedingt aufgrund der unterschiedlichen Länge der beobachteten Uferstrecken und der unterschiedlichen Anzahl von Erfassungszeitpunkten (grundsätzlich 18 Termine, zwischen 58 und 122 Terminen bei den ganztägig erfassten Flächen KN-KN-KS, KN-KN-JB und KN-KN-GG, vgl. Kap. 5.6.4). Um vor diesem Hintergrund keine Ergebnisverzerrungen entstehen zu lassen, wurde zunächst für jede einzelne Renaturierungsfläche der Prozentsatz an Gruppen berechnet, für den ein bestimmtes Nutzungsmerkmal zutrifft. Diese Prozentsätze wurden dann entsprechend der Renaturierungstypen und Nutzungsvarianten zu Mittelwerten zusammengefasst.

Die Art des Lagerplatzes, den die Gruppen auf den Renaturierungsflächen einnahmen, bestand zu 29 bis 52 % aus einem Lagerplatz mit leicht beweglicher Ausrüstung wie Handtüchern, Matten, Liegestühlen u. ä. (Abb. 5.6.-13). Nur ein sehr geringer Anteil der Gruppen betrieb aktiv eine Feuerstelle, ggf. mit entsprechender Ausrüstung (max. 3,7 %) oder einen Lagerplatz mit ortsfester Ausrüstung, z. B. einem Zelt (max. 3,7 %). Zwischen 44 und 67 % der Gruppen nahmen keinen Lagerplatz in Anspruch, da sie sich auf der Fläche bewegten. Der Anteil dieser Gruppen war auf den „ungenutzten“ „Kies“-Renaturierungsflächen deutlich größer als auf den anderen Flächen.

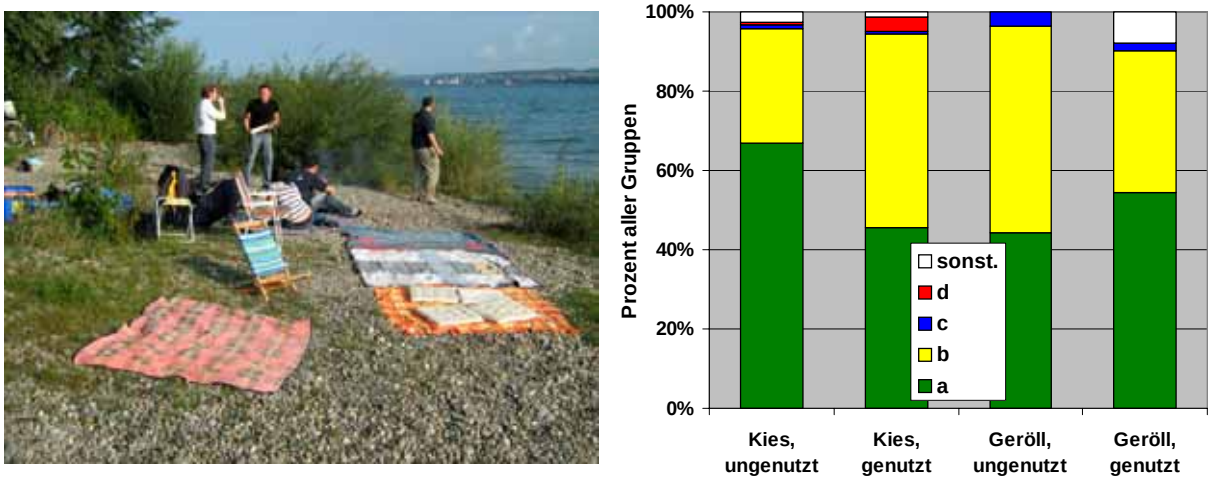


Abbildung 5.6.-13 : Art des Lagerplatzes auf Renaturierungsflächen: links: Beispiel für die Ausprägung „Lagerplatz mit leicht beweglicher Ausrüstung“, KN-KN-KS, (11.08.2007 Foto J. Ostendorp); rechts: Art des Lagerplatzes auf Renaturierungsflächen der Typen „Kies“ und „Geröll“, jeweils mit den Varianten „ungenutzt“ und „genutzt“ (a – kein fester Lagerplatz/Aufenthaltsort; b – Lagerplatz mit leicht beweglicher Ausrüstung wie Handtüchern, Matten, Liegestühlen u. ä.; c – aktiv betriebene Feuerstelle, ggf. mit Ausrüstung; d – Lagerplatz mit ortsfester Ausrüstung, z. B. Zelt; e – sonstiges; Mittelwerte aus je 100 % - Ges.-Zahl der je Renaturierungsfläche beobachteten Gruppen, alle Erhebungstermine, n=3 Renaturierungsflächen in jeder Gruppe).

Der Lagerplatz, sofern ein solcher existierte (s. o.) konnte auf dem vegetationsfreien oder auf dem vegetationsbedeckten Strand liegen (Abb. 5.6.-14). Bei den „Kies“-Renaturierungsflächen befand sich ein beträchtlicher Anteil in Bereichen, die zumeist mit niedriger Strandvegetation, teilweise aber auch mit Röhrichten oder Gebüschvegetation bedeckt waren. Auf „Geröll“-Renaturierungsflächen, die ohnehin überwiegend aus vegetationsfreien Flächen bestanden (vgl. Kap. 5.3), war dieser Anteil deutlich geringer.

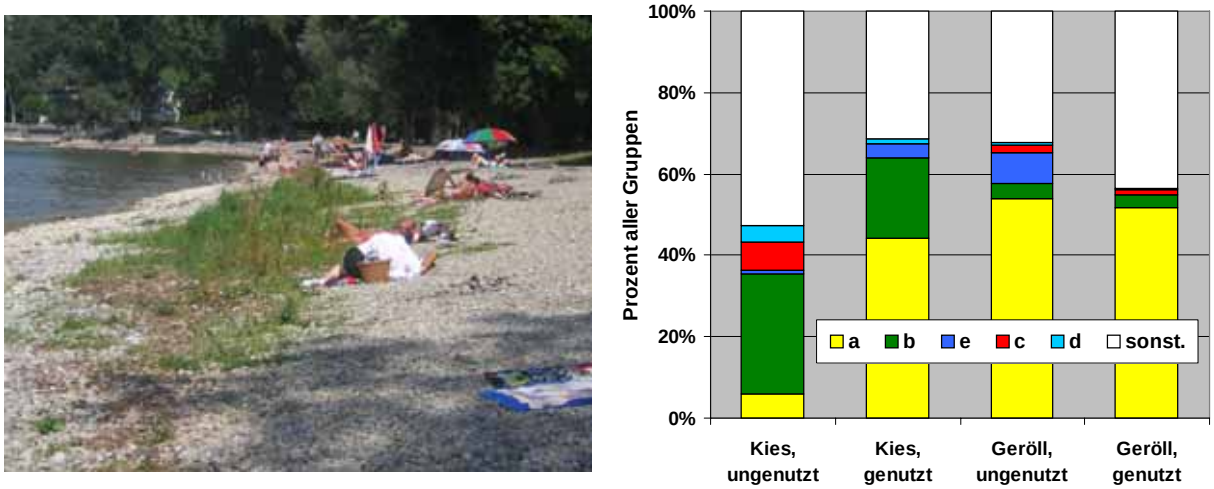


Abbildung 5.6-14: Lage des Lagerplatzes auf der Renaturierungsfläche: links: die spärliche Vegetation auf einer „genutzten“ „Geröll“-Renaturierungsfläche wird von den Nutzern gemieden, offenbar wegen des dort angereicherten organischen Detritus’ (Langenargen Malerecke, FN-LA-ME, 06.08.2007 Foto W. Ostendorp); rechts: Lage des Lagerplatzes auf Renaturierungsflächen der Typen „Kies“ und „Geröll“, jeweils mit den Varianten „ungenutzt“ und „genutzt“ (a – freie, nicht vegetationsbedeckte Fläche, z. B. auf nacktem Kies, Geröll, Gesteinsblöcken, b – mit niedriger Strandvegetation bedeckte Fläche, c – mit Röhrichten od. höherwüchsiger Vegetation bedeckter Fläche, d – in der Gebüschvegetation, d – auf Zierrasen; sonst. – Personengruppen ohne Lagerplatz u. a.; Mittelwerte aus je 100 % – Ges.-Zahl der je Renaturierungsfläche beobachteten Personengruppen, alle Erhebungstermine, n=3 Renaturierungsflächen je Typ).

Bei den Personengruppen, die auf den Renaturierungsflächen angetroffenen wurden, handelte es sich zu rd. 60 bis 70% um Erwachsene, gefolgt von Erwachsenengruppen (Familien) mit Kindern, während Kinder und Jugendliche bzw. Heranwachsende anteilsmäßig zurücktraten (Abb. 5.6-15). Die jeweiligen Anteile schwankten nur wenig zwischen den Renaturierungstypen und Nutzungsvarianten.

Viele Nutzer führten in gewissem Umfang eine Freizeitausrüstung mit sich (Abb. 5.6-16). Am häufigsten wurde eine einfache (Sonnen-)Badeausrüstung aus Badetüchern, Liegedecken, Sonnenschirmen, Bällen, Federballschlägern etc. beobachtet. Auf ungenutzten „Kies“-Renaturierungen wurden ferner Gruppen mit einer soliden Campingausrüstung beobachtet, z. B. mit Campingtischen und -stühlen, mobilen Grills, Kühlboxen, Surfbrett etc. Auf den „Geröll“-Renaturierungsflächen traten mitgeführten Fahrräder, Kinderwagen und Handwägelchen, die auf den Flächen selbst abgestellt wurden, stärker in Erscheinung. Hier war auch der Anteil der „sonstigen“ Ausrüstungen (z. B. Lebensmittel- und Getränkevorräte sowie Kombinationen der bisher genannten Ausrüstungstypen) größer. Techni-

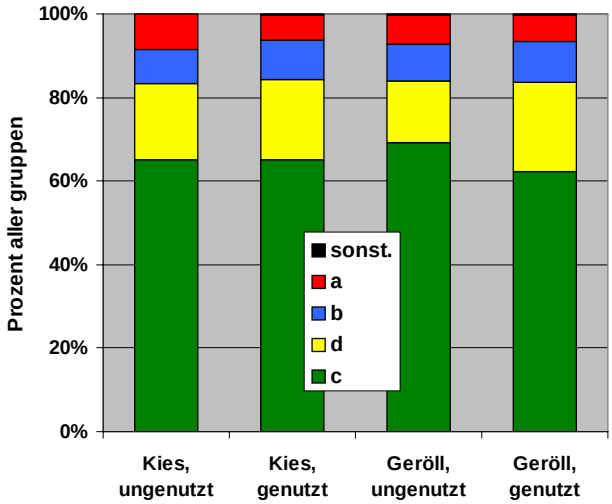


Abbildung 5.6-15: Zusammensetzung der Personengruppen: links: drei Gruppen auf der Fläche FN-LA-ME in Langenargen, im Vordergrund eine „gemischte Gruppe“ aus Jugendlichen und Kindern (06.08.2007, Foto W. Ostendorp); rechts: Zusammensetzung der Personengruppen auf Renaturierungsflächen der Typen „Kies“ und „Geröll“, jeweils mit den Varianten „ungenutzt“ und „genutzt“ (a – Kinder bis ca. 12/14 Jahren; b – Jugendliche/Heranwachsende von ca. 12/14 bis 25 J.; c – Erwachsene ab ca. 25 J.; d – Erwachsene/Familie mit Kindern; sonst. – sonstige gemischte Gruppen; Mittelwerte aus je 100 % – Ges.-Zahl der je Renaturierungsfläche beobachteten Personengruppen, alle Erhebungstermine, n=3 Renaturierungsflächen je Typ).

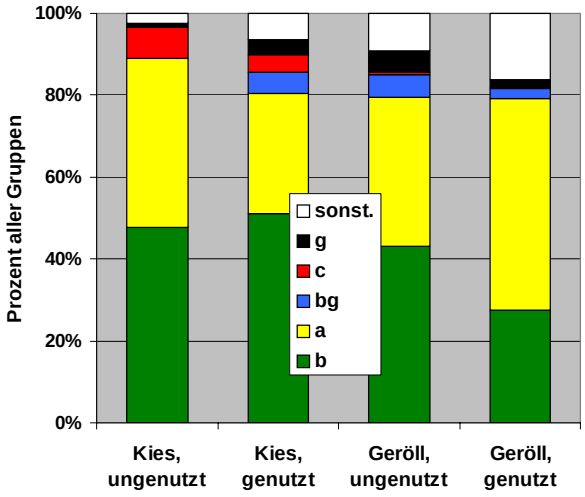


Abbildung 5.6-16: Ausrüstung der Nutzer auf den Renaturierungsflächen: links: Ausrüstung aus Handwagen, Grillgestänge, Kühlbox, Grillkohle usw. (Langenargen-Malerecke, FN-LA-ME, 05.08.2007 Foto W. Ostendorp); rechts: Ausrüstung der Personengruppen auf Renaturierungsflächen der Typen „Kies“ und „Geröll“, jeweils mit den Varianten „ungenutzt“ und „genutzt“ (a – keine besondere Ausrüstung; b – einfache Badeausrüstung wie Handtücher, Liegedecken, Sonnenschirm, Ball, Federballschläger etc.; c – Campingausrüstung wie Tische, Stühle, Grill, Kühlbox, Surfbrett etc., g – mitgebrachte Fahrräder, Kinderwagen, Handwägelchen auf der Renaturierungsfläche; sonst. – weitere Kombinationen von Ausrüstungstypen; Mittelwerte aus je 100 % – Ges.-Zahl der je Renaturierungsfläche beobachteten Personengruppen, alle Erhebungstermine, n=3 Renaturierungsflächen je Typ).

sche Ausrüstungen, z. B. Musikanlagen, mobile Kühlschränke, Stromgeneratoren, Gasflaschen usw. wurden nicht beobachtet. Ein großer Teil der erfassten Gruppen führte allerdings keine besondere Ausrüstung mit sich; dieser Anteil war auf den ungenutzten „Kies"- und den genutzten „Geröll"-Renaturierungsflächen größer als auf den anderen Flächen.

Die Personengruppen gingen auf den Renaturierungsflächen unterschiedlichen Tätigkeiten nach. Allgemein gehörten „Baden, Schwimmen", „Stehen, Spazierengehen, Laufen, Joggen, Ballspielen etc." und „Sonnenbaden, Sitzen, Lagern (o. Grill, Lagerfeuer)" einzeln oder in Kombination zu den häufigsten Tätigkeiten (Abb. 5.6-17). Auf den „Kies"-Renaturierungen wurde sehr viel häufiger gebadet und geschwommen als auf den „Geröll"-Renaturierungsflächen. Viele Nutzer gingen Ballspielen nach oder gingen einfach nur auf den Flächen spazieren. Auf den „Geröll"-Renaturierungsflächen war der Anteil an lagernden Gruppen deutlich höher. Der Anteil von Gruppen, die mit Essen und Trinken mit und ohne Lagerfeuer beschäftigt waren, war auf den Flächen KN-KN-DB (Konstanz-Dingelsdorf) und FN-LA-ME (Langenargen Malerecke) mit jeweils rd. 7 % aller Beobachtungen am höchsten. Zu erwähnen sind weiterhin Sportangelaktivitäten auf den Flächen FN-SI-OE (Sipplingen-Ost) und SG-TH-ST (Thal-Staad) mit 2,6 bzw. 3,2 % aller Personengruppen.

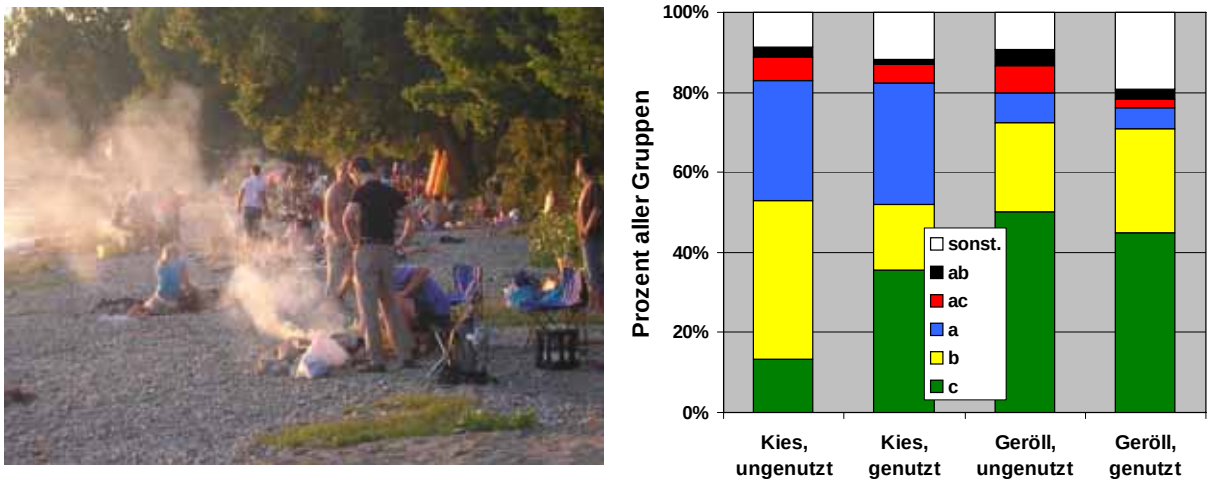


Abbildung 5.6-17: Tätigkeiten auf den Renaturierungsflächen: links: abendliche Grillfeste auf der Fläche FN-LA-ME (04.08.2007 Foto W. Ostendorp); rechts: überwiegende Tätigkeiten der Personengruppen auf Renaturierungsflächen der Typen „Kies" und „Geröll", jeweils mit den Varianten „ungenutzt" und „genutzt" (a – Baden, Schwimmen; b – Stehen, Spazierengehen, Laufen, Joggen, Ball Spielen etc.; c – Sonnenbaden, Sitzen, Lagern (o. Grill, Lagerfeuer); sonst. – sonstige Tätigkeiten (u. a. Essen, Trinken mit/ohne Grill oder Lagerfeuer sowie Kombinationen der o. g. Tätigkeiten); Mittelwerte aus je 100 % - Ges.-Zahl der je Renaturierungsfläche beobachteten Personengruppen, alle Erhebungstermine, n=3 Renaturierungsflächen je Typ).

5.6.6 Diskussion

Nachdem in Kap. 5.5 eine Klassifikation der Nutzungen auf 56 Renaturierungsflächen entwickelt wurde, stehen in diesem Kapitel die strukturellen Belastungen sowie die Nutzerfrequenz und das Nutzerverhalten im Vordergrund, die an 12 Renaturierungsflächen untersucht wurden (vgl. Abb. 4-1 u. Tab. 4-1).

Bei den strukturellen Belastungen sind die gelagerten Boote und Surfbretter sowie die Lagerfeuerstellen von Bedeutung, die auf einigen Renaturierungsflächen gehäuft auftreten. Hingegen ist die Müll-Belastung insgesamt vergleichsweise gering, was wahrscheinlich sowohl auf eine gewisse Disziplin der Nutzer als auch auf regelmäßige Strandsäuberungen zurückzuführen ist. Regelrechte Abfall-Entsorgungen durch die Nutzer oder Anlieger waren die Ausnahme (z. B. Schnittgut).

Die Belastungen durch die Nutzer durch Tritt, Lagern (Störung der Vegetationsdecke, Umlagerung des Substrats) sowie durch ihre physische Anwesenheit machen die nicht-strukturelle Seite der Nutzung aus. Hier kann man davon ausgehen, dass die Auswirkungen der Störungen proportional der durchschnittlichen Nutzerdichte (ausgedrückt als Anzahl Personen pro 100 m Uferlänge) sind. Generell war die Nutzerdichte auf den „genutzten“ Renaturierungsflächen größer als auf den „ungenutzten“; der vorab entworfene Untersuchungsplan (vgl. Kap. 4.1) konnte also angesichts der tatsächlichen Belastungen bestätigt werden.

Entsprechend den Lebensgewohnheiten der Nutzer hängt die Nutzerdichte von der Tageszeit, dem Wochentag und der Jahreszeit (Kap. 5.6.3) ab. Im Tagesverlauf treten maximale Nutzerdichten am Nachmittag etwa zwischen 15 und 17 Uhr auf, wenn sich auf den „genutzten“ Flächen teils mehr als 30 Personen/100 m aufhalten. An einem Werktag (hier: Montag) sind die Nutzerdichten am geringsten, am Sonntag am höchstens. Die Besucher kommen zumeist in kleinen Gruppen von durchschnittlich 2 bis 3 Personen. Dabei handelt es sich in den meisten Fällen um Gruppen von Erwachsenen, gefolgt in weitem Abstand von Erwachsenen (Eltern) mit Kindern sowie Gruppen von Jugendlichen bzw. Heranwachsenden. Auch bei der Zusammensetzung der Gruppen spielt die Tageszeit eine Rolle.

Die genutzten „Geröll“-Renaturierungsflächen zeigen deutlich höhere mittlere Nutzerdichten als alle anderen Flächen-Gruppen (Kap. 5.6.4); als absoluter Maximalwert wurden 108 Pers./100 m ermittelt. Während die ungenutzten „Kies“-Renaturierungsflächen eher von Einzelpersonen aufgesucht werden, werden die genutzten „Geröll“-Flächen eher von Gruppen mit mehr als 2 Personen aufgesucht. Etwa 5,3 % der beobachteten Gruppen führten einen oder mehrere Hunde mit sich.

Etwa die Hälfte der Nutzer geht auf der Renaturierungsfläche hin und her (meist direkt zur Wasserlinie) oder badete im ufernahen Wasser, während die andere Hälfte ihr Ausrüstung ausbreitet und dort lagert (Kap. 5.6.5). Die eine Gruppe hält sich nur kurze Zeit auf der Fläche auf, die andere mehrere Stunden. Die Lagerplätze liegen zumeist auf dem vegetationsfreien oder nur von niedriger Vegetation (inkl. Zierrasen) bedeckten Ufer und bestehen typischerweise aus einer leicht beweglichen Ausrüstung (Handtücher, Matten, Liegestühle u. ä.). Auf einigen Renaturierungsflächen treten Gruppen, die mit Camping- und Grillausrüstung anreisen, stärker in Erscheinung. Dabei handelt es sich offenbar um „Stammgäste“, was auch gelegentliche Gespräche mit einzelnen Nutzern bestätigten. Die Tätigkeiten erstrecken sich üblicherweise auf „Baden, Schwimmen“, „Stehen, Spazierengehen, Laufen, Joggen, Ballspielen etc.“ und „Sonnenbaden, Sitzen, Lagern (o. Grill, Lagerfeuer)“, während „Essen und Trinken mit/ohne Lagerfeuer“ nur auf wenigen Renaturierungsflächen – und dann in der Abendzeit – häufiger auftreten.

Insgesamt bestätigt sich das schon in Kap. 5.5 skizzierte Bild, dass viele Renaturierungsflächen von der Bevölkerung intensiv genutzt werden und mitunter einen festen Platz in der Freizeitgestaltung bestimmter einheimischer und auswärtiger Bevölkerungsgruppen haben. Damit liegen erstmalig für die Renaturierungsflächen am Bodensee konkrete Daten über Nutzerfrequenzen und Nutzerverhalten vor.

Die sichtbaren Auswirkungen der Nutzungen bestehen in einer direkten Schädigung der Vegetationsdecke durch Lagern und Tritt, obschon höherwüchsige Röhrichtvegetation eher gemieden wird. Sie bestehen ferner in der häufigen und flächenmäßig ausgedehnten Störung des Substrats beim Begehen, Ballspielen usw. Wir nehmen an, dass sich diese Störungen auf die Vegetationsdichte und -zusammensetzung (vgl. Kap. 5.3) sowie auf die Laufkäferfauna (vgl. Kap. 5.4) auswirken, wobei eine gewisse geringe Belastung toleriert werden kann. Bei den Nutzerdichten, die auf den „genutzten“ Renaturierungsflächen in dieser Studie angetroffen wurden, ist diese Toleranzschwelle aber deutlich überschritten.

Weitere zielgerichtete Untersuchungen sind notwendig, um zu zeigen, wo aus naturschutzfachlicher Sicht die o. g. Toleranzschwelle liegt, wie die Nutzer räumlich gelenkt werden können, wie ggf. das Nutzerverhalten beeinflusst werden kann, und zu welchen Einschränkungen die Nutzer bereit sind.

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

6.1 Ziele und Anlass

Seit Ende der 1970er Jahre wurden am Bodensee etwa 90 Renaturierungsmaßnahmen sowie eine Vielzahl von kleineren Ufersicherungsmaßnahmen durchgeführt (Kap. 3 u. 5.1). Bislang wurde keine zusammenfassende Übersicht und Evaluierung dieser Maßnahmen veröffentlicht, so dass offen bleibt, ob sich der bisher eingeschlage Weg bewährt hat, und welche konzeptionellen, planerischen und wasser- und landschaftsbaulichen Modifikationen nötig sind, um zukünftige Maßnahmen zu optimieren.

Vor diesem Hintergrund entstand die vorliegende Studie, die sich mit der naturschutzfachlichen Bedeutung der Seeuferrenaturierungen am Bodensee auseinandersetzt. Dabei kam es uns nicht nur darauf an, als Teil einer Erfolgskontrolle die Bedeutung der bisherigen Maßnahmen unter naturschutzfachlichen Gesichtspunkten zu untersuchen (Kap. 5.2 bis 5.6). Vielmehr sollte auch die *potenzielle* Bedeutung für den Naturschutz herausgestellt (Kap. 6.6) und Wege zu einer Optimierung vorgeschlagen werden (Kap. 7). Als Indikatoren für die naturschutzfachliche Bedeutung haben wir die Biotoptypen und die Gefäßpflanzen, die Laufkäferfauna sowie die menschliche Nutzung ausgewählt. Alle drei Komponenten erstrecken sich über den terrestrischen und den semiaquatischen Bereich, während die aquatischen Komponenten Fische und Makrozoobenthos bereits in einem anderen Projekt (WITTKUGEL & MÖRTL 2008) untersucht worden waren.

Da entsprechende Übersichten fehlten oder lückenhaft waren, mussten wir mit einer intensiven Erfassung und Auswertung der Renaturierungsakten bei den Dienststellen des Gewässerschutzes sowie bei den Ämtern der Landkreise und Gemeinden beginnen (Kap. 5.1). Bei der Identifizierung einer Maßnahme wurde ein recht breit gehaltener Renaturierungsbegriff zu Grunde gelegt, um nicht von vornherein Maßnahmen aus der Betrachtung auszuschließen. In Kap. 7 werden wir aus dem Blickwinkel der Renaturierungsökologie (z. B. ZERBE & WIEGLEB 2008) einen Definitionsvorschlag machen, dem zufolge viele bisherige Maßnahmen nicht mehr als Renaturierungen im engeren Sinne zu betrachten sind. Die nachfolgenden Darstellungen beziehen sich jedoch noch auf das gesamte Spektrum der am Bodensee durchgeführten Maßnahmen.

6.2 Untersuchungsplan

Die Untersuchungen fanden auf zwei Ebenen statt: Zunächst wurden möglichst viele Renaturierungsflächen im Spätwinter 2007 (Kap. 5.2) sowie im Sommer 2007 (Kap. 5.5) begangen, um im Rahmen eines Screenings grundlegende strukturelle Merkmale zu erfassen, darunter auch Biotoptypen und Nutzungen. Daraufhin wurden auf der Basis eines multifaktoriellen Untersuchungsplans 18 Renaturierungsflächen und 9 natürliche Referenzflächen ausgewählt (Kap. 4.2). Als feste Faktoren wurden der

Renaturierungstyp mit den Ausprägungen „Kies“, „Geröll“, „Schilf“ und „Strandbad“ sowie die Nutzungsintensität mit den Ausprägungen „genutzt“ und „ungenutzt“ ausgewählt, wobei die Typen „Schilf“ bzw. „Strandbad“ nur in den Varianten „ungenutzt“ bzw. „genutzt“ vorlagen. Auf diesen Testflächen wurden die Biotoptypen und die Vegetation, die Laufkäferfauna sowie die Nutzungsformen und die Nutzungsintensität (diese nur auf 12 Renaturierungsflächen) erfasst und miteinander verglichen. Von besonderer Bedeutung war der Vergleich zwischen Renaturierungsflächen und zugehörigen Referenzflächen. Auf statistische Signifikanzuntersuchungen wurde in dieser Vorstudie verzichtet.

6.3 Ergebnisse

6.3.1 Aktenanalyse

Wir konnten insgesamt 90 Renaturierungsmaßnahmen am Bodensee identifizieren, die aus den Jahren 1975 bis 2007 stammen (Kap. 5.1). Sie haben insgesamt eine Länge von 34,5 km, entsprechend 10,5 % des gesamten Bodenseeufers (328,36 km n. ATKIS-Daten). Knapp 90 % aller Maßnahmen wurden nach dem von B. SIESSEGGER entwickelten Modell ausgeführt. Dieses Modell sah im Wesentlichen eine flach geneigte Vorschüttung von Kiesen oder Geröllen vor bestehenden Kliffkanten oder Uferbefestigungen vor, wobei die Vorschüttungen seewärts durch einen Böschungsfuß aus groben Geröllen stabilisiert wurden. Bestehende Mauern wurden zumeist niveaugleich abgedeckt, ältere Uferauffüllungen blieben i. d. R. erhalten und in das hinter der Mauer liegende Gelände wurde landschaftsbaulich nur minimal eingegriffen.

Die Renaturierungsziele bestanden in der Beseitigung von Defiziten (Ufererosion, Verschlammung, Beeinträchtigung der „Selbstreinigungskraft“), für die vornehmlich die Uferverbauungen (Uferaufschüttungen, Mauern, steile Steinschüttungen u. a.) verantwortlich gemacht wurden. In vielen konkreten Fällen waren die unmittelbaren Motive jedoch andere, beispielsweise die Auffüllung von Badestränden, der Neu- oder Umbau von Schifffahrtsanlagen und die Anlage von Uferpromenaden. Als weitere Zielsetzungen werden häufig Verbesserungen und Ausweitung von (Freizeit-)Nutzungen sowie hydraulische Verbesserungen (Wellen, Strömungen) bzw. der Uferschutz (Erosionsschutz) genannt. Obschon auch die Förderung der Ufervegetation, der Fische und der Vögel erwähnt wird, fehlen in den meisten Fällen konkrete naturschutzfachliche Zielsetzungen. Oft beschränkt sich die Stellungnahme der Naturschutzbehörden auf die Feststellung, dass das geplante Vorhaben naturschutzfachlichen Zielen nicht entgegensteht. Nur in wenigen Fällen kam es zur Ausweisung der Renaturierungsfläche als Naturschutzgebiet.

Insgesamt 37 der 90 Renaturierungsmaßnahmen wurden durch ökologische Voruntersuchungen vorbereitet. Welchen Entscheidungswert diese Stellungnahmen und Gutachten im Planungs- und Umsetzungsprozess hatten, war nicht zu erkennen. In keinem Fall wurden in den Renaturierungsakten nennenswerte Alternativplanungen (einschließlich der Null-Option) vorgefunden. Gerade bei den Maßnahmen des letzten Jahrzehnts wurde relativ schematisch „nach bewährtem Muster“ vorgegangen, ohne auf die Besonderheiten des Ufers und der Umgebung einzugehen.

6.3.2 Analyse der Pläne und Profile

Die Analyse von 14 Renaturierungsmaßnahmen ergab eine durchschnittliche Breite der Renaturierungsfläche von 28,85 m, so dass bei einer Gesamtlänge aller Renaturierungen mit einer Gesamtfläche von 1,04 km^2 zu rechnen ist. In aller Regel handelt es sich um Vorschüttungen vor bestehende Uferbefestigungen, die niveaugleich eingedeckt wurden. Nur bei 7 % der untersuchten Profile wurde ein nennenswerter Rückbau mit einem teilweisen Abtrag der Uferbefestigungen und der Hinterfüllungen vorgenommen.

Die wasserbauliche Grundvariante nach B. SIESSEGGER bedingte aus rein geometrischen Gründen eine Reliefabflachung oberhalb der MMW-Linie und eine Reliefversteilung unterhalb der MMW-Linie. Die Reliefabflachung dürfte ohne wesentliche Auswirkungen auf das Wellenklima, die ufernahen Strömungen und den Feststofftransport sein, da diese Zone nur in wenigen Monaten im Jahr, und zudem noch während der starkwindarmen Sommerperiode überschwemmt wird. Dagegen könnte sich die Versteilung in der tiefer liegenden Zone auf die Wellenreflexion auswirken. Die Wellen reflektierende Wirkung von Ufermauern dürfte bislang überschätzt worden sein, da der Fuß der meisten Ufermauern nur für reichlich drei 3 Monate im Jahr, ebenfalls während der Sommerperiode, vom Wasserspiegel erreicht wird.

Für die Vorschüttungen war ein Materialauftrag von durchschnittlich 25,0 m^3 pro Meter Uferlänge notwendig, so man von einem Gesamtvolumen von 0,72 Millionen m^3 allein für Renaturierungszwecke ausgehen muss; die Volumina einiger Bauschutt- und Erdaushub-Deponien sind darin nicht eingeschlossen. Allerdings gibt es auch einige Ausnahmen am österreichischen und sankt-gallischen Bodenseeufer, bei denen die Materialbilanz ausgeglichener ausfiel.

Das gewählte Renaturierungsschema bedingt aus rein geometrischen Gründen eine flächenmäßige Zunahme der terrestrischen Habitate oberhalb der MHW-Linie auf Kosten der eulitoralen und sublitoralen Lebensräume unterhalb der MHW-Linie. Vor den Maßnahmen bestand das Ufer im Bereich der Renaturierung zu knapp drei Vierteln aus Habitaten unterhalb der MMW-Linie, nach Durchführung der Vorschüttungen war nur noch ein Drittel der Fläche bei MMW überschwemmt. Insgesamt dürften etwa 0,43 km^2 naturnahe Uferfläche in dieser Weise umgewandelt worden sein. Weiterhin wurden sandig-schlammige Standorte durch kiesige oder Geröll-Lebensräume ersetzt.

Dies wirft u. a. die Frage auf, ob derart ausgedehnte Habitat-Umschichtungen aus ökologischer Sicht notwendig waren oder ob sie lediglich der Erweiterung und Verbesserung von Nutzungen dienten, bzw. ob durch die Maßnahmen in ihrer Gesamtwirkung tatsächlich eine ökologische Verbesserung eingetreten ist.

6.3.3 Gelände-Screening im Spätwinter 2007

Das Gelände-Screening im Winter (Kap. 5.2) war notwendig, um die Flächen, deren Renaturierungsakten ausgewertet worden waren, anhand bestimmter Geländemerkmale zu überprüfen und zu beschreiben. Hierzu gehörte auch die (vorläufige) Erfassung von Biotoptypen nach einem vorher erarbeiteten Kartierschlüssel. Trotz der ungünstigen Jahreszeit waren die Biotoptypen gut zu identifizieren, die Zuordnung ihrer Flächenausdehnung konnte jedoch nur grob in 5 Flächenklassen erfolgen. Insgesamt konnten etwa 60 Biotoptypen identifiziert werden, wovon allerdings die naturschutzfachlich inte-

ressanten Biotoptypen nur geringe Flächenanteile einnehmen; lediglich Ufer-Schilfröhrichte besiedeln etwa 7 % der gesamten renaturierten Fläche.

Außerdem hat das Screening einige Ergebnisse erbracht, die für die Beurteilung der Gesamtsituation von Bedeutung sind. So zeigte sich im Hinblick auf die Lage der Flächen, dass die meisten von ihnen von der Landseite her isoliert sind, da sie nicht über naturnahe Biotoptypen mit dem Hinterland verbunden sind. Hinsichtlich der wasserbaulichen Stabilität erfüllen die meisten Flächen die Erwartungen: Das Relief verhielt sich seit der Einrichtung der Flächen weitgehend stabil, die Substrate blieben überwiegend an ihrem Platz. Nur an weniger als 10 % der gesamten renaturierten Uferlänge wird eine bedeutende Morphodynamik sichtbar. Deutlich größer ist allerdings die Zahl der Flächen, die Spülsaum-Anschwemmungen, zumeist aus Grobdetritus, Laub, Ast- und Stammholz, ausgesetzt sind. Aus wasserbaulicher Sicht mag eine Maßnahme wünschenswert erscheinen, die sich – so wie geplant – „stabil“ verhält und die sich nicht ungeplant verändert. Außerdem ist bei stabilen Maßnahmen mit einem geringeren Unterhaltungsaufwand zu rechnen. Folglich bestehen die Unterhaltungsmaßnahmen auf den Renaturierungsflächen überwiegend aus landschaftspflegerischen und -gärtnerischen Maßnahmen (Gehölz- und Zierrasenpflege), wenn von der Abfallräumung und Strandsäuberung abgesehen wird. Wasserbauliche Reparaturen oder Nachbesserungen dürften eher die Ausnahme sein.

Aus naturschutzfachlicher Sicht muss die wasserbauliche Stabilität jedoch differenziert bewertet werden. Ein gewisses Maß an Instabilität und „Störung“ ist zweifellos wünschenswert, um auch für konkurrenzschwache Arten dauerhaft geeignete Ansiedlungs- und Regenerationsstandorte bereitzustellen. Damit könnten natürliche Störungen, zum gewissen Teil auch anthropogene Störungen (z. B. Tritt) zum Erhalt einer hohen standörtlichen Vielfalt und Artendiversität beitragen. Allerdings dürfen diese Störungen nur ein moderates Ausmaß erreichen, damit die ökologischen Renaturierungsziele nicht in Frage gestellt werden. Derzeit fehlt es aber im Wasserbau an Konzepten, wie sich neben der „Stabilität“ auch „kalkulierte Störungen“, „Nutzungsunwägbarkeiten“ und „Unterhaltungsrisiken“ planerisch einbringen lassen.

6.3.4 Biotoptypen und Vegetation

Die Renaturierungsflächen zeichnen sich überwiegend dadurch aus, dass bewegtes Auffüllmaterial (Kies oder Geröll) als Biotoptyp vorherrscht und es auf Grund der Instabilität des Material, der zu großen Korngröße (einheitlich grobe Gerölle) und teilweise der hohen Trittbelastung durch die Nutzer auch nach vielen Jahren zu keiner flächenhaften Vegetationsentwicklung gekommen ist. Zudem dominieren standortsfremde Pflanzengesellschaften, die zwar artenreich sind, in denen aber wenige standortstypischen Arten vorkommen. Die ökologische Wertigkeit ist besonders bei den Renaturierungstypen "Geröll ungenutzt“ und „Geröll genutzt" gering.

Zwei Renaturierungstypen sind aus botanischer Sicht als gelungen zu betrachten und können daher als positive Beispiele für künftige Renaturierungen gelten. Zum einen haben sich die „Schilf“-Renaturierungen (teilweise mit Schilfpflanzungen) gut entwickelt und erreichen daher eine ähnliche hohe ökologische Wertigkeit wie die „Schilf“-Referenzflächen. Zum anderen ist vor allem beim Renaturierungstyp "Kies, ungenutzt" eine naturnahe Vegetationsentwicklung beobachtet worden. Hier hat sich sogar spontan eine Strandrasenvegetation entwickelt, in der neben anderen Rote-Liste-Arten auch das Bodensee-Vergissmeinnicht (*Myosotis rehsteineri*) gefunden wurde.

Es besteht außerdem ein Zusammenhang zwischen der ökologischen Wertigkeit und dem Ufergefälle. Daraus kann abgeleitet werden, dass das Ufergefälle mindestens 1:10, besser 1:20 betragen sollte.

6.3.5 Laufkäferfauna

Als zweiter Indikator zur Feststellung der naturschutzfachlichen Bedeutung von Uferrenaturierungen wurde die Laufkäferfauna herangezogen (Kap. 5.4). Viele Laufkäferarten sind typische Bewohner der dynamischen Flussaue und daher an vegetationsarme, kiesige, sandige und lehmige Lebensräume mit mehr oder weniger häufiger Substratumlagerung und Überschwemmung angepasst. Wegen des weitgehenden Verschwindens unregulierter Flussauen sind gerade diese Arten in besonderem Maße gefährdet. Die Bodensee-Uferstandorte sind in vieler Hinsicht mit den Habitaten naturnaher Auen zu vergleichen.

Im Rahmen der Untersuchung wurden insgesamt 2638 Laufkäfer gefunden, die sich 74 Arten zuordnen lassen. Von diesen 74 Arten sind 17 in den aktuellen Roten Listen von Baden-Württemberg, Bayern, der Bundesrepublik und/oder der Schweiz mindestens als "gefährdet" aufgeführt, weitere 11 Arten als "schonungsbedürftig".

Mit groben Geröllschüttungen renaturierte Ufer (Typ „Geröll“) weisen sehr geringe Artenzahlen auf, unabhängig davon, wie stark sie genutzt werden. Zwei der sechs „Geröll“-Flächen, die seeseitig ausschließlich aus diesen Geröllschüttungen bestehen, sind die mit Abstand artenärmsten Flächen dieser Untersuchung. Auch andere bodenlebende Arthropoden, die an strukturreicheren Uferabschnitten häufig sind (Arten anderer Käfer-Familien, Wanzen, Asseln, Spinnen, Tausendfüßler u. a.) kommen hier allenfalls nur in sehr geringer Dichte vor. Dass ein Teil der zu diesem Renaturierungstyp gehörenden Probenstellen etwas höhere Artenzahlen aufweist, ist in erster Linie auf kleinflächig vorhandene Bereiche mit feinerem Substrat und/oder auf angrenzenden Strukturreichtum (Röhrichte, Gebüsche) zurückzuführen.

Mit feinerem Substrat renaturierte Ufer (Typ „Kies“) haben, wenn sie nur wenig genutzt werden, sehr hohe Artenzahlen; stark genutzte Ufer sind relativ artenarm. Der direkte Vergleich genutzter und ungenutzter „Kies“-Renaturierungsflächen zeigt auf den ungenutzten Probeflächen zwei bis dreimal so hohe Artenzahlen wie auf den genutzten. Die ungenutzten Renaturierungsflächen mit Kies und Sand gehören zu den artenreichsten Flächen der vorliegenden Untersuchung – mit Artenzahlen, die in der gleichen Größenordnung liegen wie die der naturbelassenen „Schilf“-Referenzflächen. Die Artenzahlen der stark genutzten „Kies“-Flächen liegen dagegen in der gleichen Größenordnung wie die der genutzten und ungenutzten „Geröll“-Flächen.

Strandbäder weisen trotz der starken Nutzung eine unerwartet hohe Artenzahl auf, was zunächst im Widerspruch zum oben beschriebenen Einfluss der Nutzung zu stehen scheint. Eine Erklärung liegt wahrscheinlich darin, dass die Strandbäder im Frühjahr, also zur Fortpflanzungs- und Larvalzeit der meist adult überwinternden Ufer-Carabiden, nicht geöffnet und dementsprechend weitgehend ungestört sind. Der Badebetrieb fällt hier in die Zeit, in der die Tiere adult sind und in einem gewissen Umfang ausweichen können. Dagegen werden die stark freizeitgenutzten „Geröll-“ und „Kies“-Renaturierungen schon wesentlich früher im Jahr genutzt, auch schon vor der Badesaison zum Lagern, Picknicken, usw. (vgl. Kap. 5.5 u. 5.6).

Uferabschnitte mit Spülsäumen aus Schneckengehäusen oder starker Kalkschlammablagerung sind für Laufkäfer offenbar wenig geeignet. Die Schlammauflagen, die an den Untersee-Standorten und einigen Standorten am westlichen Obersee die Substratbedingungen prägen, scheinen durch die Verfüllung des Lückensystems die Besiedlungsmöglichkeiten für Laufkäfer stark zu erschweren, so dass an naturschutzfachlich hochwertigen Strandrasen-Standorten kaum Laufkäfer zu finden sind.

Laufkäfer reagieren sehr sensibel auf vorhandene Strukturen im Uferbereich, auch wenn diese nur Flächen von wenigen Quadratmetern einnehmen. So werden die in den Strandbädern als Spielmöglichkeit für Kinder aufgeschütteten Sandhäufen regelmäßig von Feinsubstratbewohner besiedelt. Auch auf sonst monotonen Renaturierungsflächen kann eine punktuelle Strukturvielfalt zu einem – allerdings lokal begrenzten – Artenreichtum beitragen. Eine deutliche Rolle spielt auch das angrenzende Hinterland. Ufer- und auentypische Biotope wie Röhrichte, Weidengebüsche, Auwaldfragmente, kleine Fließgewässer u. a., die an die Renaturierungsflächen angrenzen, wirken sich deutlich positiv auf die Artenzahl und Zusammensetzung der Ufer-Laufkäferfauna aus. Bezeichnenderweise sind die beiden arten- und individuenärmsten Probenstellen landseitig durch asphaltierte Fußwege und dahinter liegende Zierrasenflächen begrenzt.

Da sich Kleinstrukturen und angrenzende strukturreiche Biotope stark auf die Artenzusammensetzung und den Artenreichtum auswirken, können sie die Bewertung der Auswirkung der eigentlichen Renaturierungsmaßnahmen auf die Laufkäferfauna erschweren. Umgekehrt zeigen die Beispiele, dass eine hohe Substrat- und Strukturvielfalt die Habitatqualität für Laufkäfer deutlich verbessert.

Generell ist festzuhalten, dass in geeigneter Weise renaturierte Ufer offenbar schnell von Laufkäfern besiedelt werden und dass strukturreiche Ufer mit hoher Substratvielfalt aus naturschutzfachlicher Sicht hochwertige Biotope sein können, die in Artenzahl und Artenausstattung mit entsprechenden natürlichen Uferabschnitten vergleichbar sind.

6.3.6 Nutzungsscreening im Sommer 2007

Das in dieser Studie vorgestellte Nutzungsscreening an 56 der insgesamt 90 Renaturierungsflächen ist der erstmalige Versuch, die Nutzungsformen und die Nutzungsintensität auf den Renaturierungsflächen zu erfassen, um die Auswirkungen auf die standortgemäßen naturnahen Biozönosen und das Potenzial zu eigendynamischen Entwicklung abschätzen zu können (Kap. 5.5). Die Beobachtungen stehen insgesamt im Kontrast zu den Zielsetzungen, wie sie in den Erläuterungsberichten bzw. technischen Berichten zu den Genehmigungsverfahren zum Ausdruck kommen, und sie stehen im Kontrast zu der Darstellung in einigen Publikationen, in denen die vorgeblich positiven Wirkungen der Renaturierung auf die Natur und bestimmte ökosystemare Funktionen betont werden. Denn etwa drei Viertel der Renaturierungsflächen werden in der Saison mehr oder minder intensiv genutzt.

Insgesamt können sieben Nutzungstypen unterschieden werden:

- naturnahe Ufer (14 der 56 untersuchten Flächen entspr. 28 % der untersuchten Uferlänge),
- ungeregelte Freizeitbereiche (9 Flächen, 19 % der Uferlänge),
- geregelte Freizeitbereiche (5 Flächen, 8 % der Uferlänge),
- Privat-Strände (5 Flächen, 7 % der Uferlänge),
- Uferpromenaden (11 Flächen, 20 % der Uferlänge),
- Campingplatz-Strände (4 Flächen, 9 % der Uferlänge),
- Strandbäder (8 Flächen, 9 % der Uferlänge).

Menschliche (Freizeit-)Nutzungen auf Renaturierungsflächen stehen naturschutzfachlichen Zielsetzungen nicht grundsätzlich konträr gegenüber. Es kommt hier eher auf die *Art* und die *Intensität* der Nutzung an. Zunächst ist die Frage zu stellen, in welchem Maß sich einerseits die gesamte ökologische Situation durch die Renaturierungsmaßnahme verbessert hat und in welchem Umfang andererseits bestimmte Nutzungsformen begünstigt wurden. Hierbei wurden entlang einer fünfstufigen Skala Indikatoren erfasst, die (i) die Intensität der (Freizeit-)Nutzung und ihre mutmaßlichen negativen Fol-

gen für die Integrität und ungestörte Entwicklung der Biotope beschreiben, und (ii) solche, die die Naturnähe der gegenwärtig dort vorkommenden Biotoptypen, ihre Integrität und das Potenzial für eine eigendynamische Entwicklung darstellen. Die Einzelergebnisse wurden zu zwei fünfteiligen Indices („Nutzung“, „Naturnähe“) aggregiert.

Die Gruppe der „naturnahen Ufer“ ist gekennzeichnet durch eine Dominanz naturnaher Biotope, während Nutzungen zumeist eine geringe Rolle spielen, in einigen Fällen aber durchaus die „Naturnähe“ herabsetzen können. In der Gruppe der „ungeregelten Freizeitbereiche“ treten sowohl Renaturierungsflächen auf, die bei geringen „Nutzungen“ eine hohe „Naturnähe“ aufweisen, als auch umgekehrt solche, bei denen die hohe Nutzungsintensität zu einer Verdrängung naturnaher Biotope führt. In dieser Gruppe wird auch der negative Zusammenhang zwischen „Nutzung“ und „Naturnähe“ sichtbar. Die anderen Nutzungstypen sind gekennzeichnet durch eine intensive und ausgedehnte Nutzung, während die flächenmäßige Ausdehnung und die typische, ungestörte Ausprägung naturnaher Biotope deutlich eingeschränkt sind.

Obschon diese Art der Erhebung und Klassifizierung nur einen ersten Eindruck vermitteln kann, wird deutlich, dass

- der größte Teil der hier untersuchten Renaturierungsflächen großflächig und intensiv zu Freizeitzwecken genutzt wird,
- ein negativer Zusammenhang zwischen flächenmäßigem Nutzungsumfang bzw. Nutzungsintensität und Vorkommen naturnaher Biotope besteht, und dass
- eine gewisse bescheidene Nutzung mit dem Vorkommen und der unbeeinträchtigen Entwicklung naturnaher Biotope verträglich sein kann.

Erst detaillierte Untersuchungen werden genauer zeigen können, welche Formen und welches Maß an Nutzung mit einer bestimmten Ausprägung an „Naturnähe“ und „eigendynamischer Entwicklung“ verträglich sind.

6.3.7 Nutzungsanalyse

Nachdem in Kap. 5.5 eine Klassifikation der Nutzungen auf 56 Renaturierungsflächen entwickelt wurde, stehen im Kap. 5.6 einige strukturelle Belastungen sowie die Nutzerfrequenz und das Nutzerverhalten im Vordergrund. Die Erhebungen wurden an 12 Renaturierungsflächen durchgeführt.

Bei den strukturellen Belastungen sind die gelagerten Boote und Surfbretter sowie die Lagerfeuerstellen von Bedeutung, die auf einigen Renaturierungsflächen gehäuft auftreten. Hingegen ist die Müll-Belastung insgesamt vergleichsweise gering, was wahrscheinlich sowohl auf eine gewisse Disziplin der Nutzer als auch auf regelmäßige Strandsäuberungen zurückzuführen ist.

Die Belastungen durch die Nutzer infolge Tritt und Lagern (Störung der Vegetationsdecke, Umlagerung des Substrats) sowie infolge ihrer physischen Anwesenheit machen die nicht-strukturelle Seite der Nutzung aus. Hier kann man davon ausgehen, dass die Auswirkungen der Störungen proportional der durchschnittlichen Nutzerdichte (ausgedrückt als Anzahl Personen pro 100 m Uferlänge) sind. Generell war die Nutzerdichte auf den „genutzten“ Renaturierungsflächen erwartungsgemäß deutlich größer als auf den „ungenutzten“. Entsprechend den Lebensgewohnheiten der Bevölkerung hängt die Nutzerdichte von der Tageszeit, dem Wochentag und der Jahreszeit ab. Im Tagesverlauf treten maximale Nutzerdichten am Nachmittag etwa zwischen 15 und 17 Uhr auf, wenn sich auf den „genutzten“

Flächen teils mehr als 30 Personen/100 m aufhalten. An einem Werktag sind die Nutzerdichten am geringsten, am Sonntag am höchsten. Bei den Besuchergruppen handelt es sich in den meisten Fällen um Gruppen von Erwachsenen, gefolgt in weitem Abstand von Erwachsenen (Eltern) mit Kindern, sowie von Gruppen von Jugendlichen bzw. Heranwachsenden.

Die genutzten „Geröll"-Renaturierungsflächen zeigen deutlich höhere mittlere Nutzerdichten als alle anderen Flächen-Gruppen; als absoluter Maximalwert wurden 108 Pers./100 m ermittelt. Etwa 5,3 % der beobachteten Gruppen führten einen oder mehrere Hunde mit sich.

Etwa die Hälfte der Nutzer geht auf der Renaturierungsfläche hin und her (meist direkt zur Wasserlinie und zurück) oder badete im ufernahen Wasser, während die andere Hälfte ihre Ausrüstung ausbreitet und dort lagert. Die eine Gruppe hält sich nur kurze Zeit auf der Fläche auf, die andere mehrere Stunden. Die Lagerplätze liegen zumeist auf dem vegetationsfreien oder nur von niedriger Vegetation (inkl. Zierrasen) bedeckten Ufer und bestehen typischerweise aus einer leicht beweglichen Ausrüstung (Handtüchern, Matten, Liegestühlen u. Ä.). Auf einigen Renaturierungsflächen treten Gruppen, die mit Camping- und Grillausrüstung anreisen, stärker in Erscheinung. Dabei handelt es sich offenbar um „Stammgäste", was auch gelegentliche Gespräche mit einzelnen Nutzern bestätigten. Die Tätigkeiten erstrecken sich üblicherweise auf „Baden, Schwimmen", „Stehen, Spazierengehen, Laufen, Joggen, Ballspielen etc." und „Sonnenbaden, Sitzen, Lagern (o. Grill, Lagerfeuer)", während „Essen und Trinken mit/ohne Lagerfeuer" nur auf wenigen Renaturierungsflächen – und dann in der Abendzeit – häufiger auftreten.

Insgesamt bestätigt sich das schon in Kap. 5.5 skizzierte Bild, dass viele Renaturierungsflächen von der Bevölkerung intensiv genutzt werden und einen festen Platz in der Freizeitgestaltung bestimmter lokaler und auswärtiger Bevölkerungsgruppen haben. Damit liegen erstmalig für die Renaturierungsflächen am Bodensee konkrete Daten über Nutzerfrequenzen und Nutzerverhalten vor.

Die sichtbaren Auswirkungen der Nutzungen bestehen in einer direkten Schädigung der Vegetationsdecke durch Lagern und Tritt, obschon höherwüchsige Röhrichtvegetation eher gemieden wird. Sie bestehen ferner in der häufigen und flächenmäßig ausgedehnten Störung des Substrats beim Begehen, Ballspielen usw. Wir nehmen an, dass sich diese Störungen auf die Vegetationsdichte und -zusammensetzung (vgl. Kap. 5.3) sowie auf die Laufkäferfauna (vgl. Kap. 5.4) auswirken, wobei eine gewisse geringe Belastung toleriert werden kann. Bei den Nutzerdichten, die auf den „genutzten" Renaturierungsflächen in dieser Studie angetroffen wurden, ist diese Toleranzschwelle aber deutlich überschritten.

Weitere zielgerichtete Untersuchungen sind notwendig, um zu zeigen, wo aus naturschutzfachlicher Sicht die o. g. Toleranzschwelle liegt, wie die Nutzer räumlich gelenkt werden können, wie ggf. das Nutzerverhalten beeinflusst werden kann, und zu welchen Einschränkungen die Nutzer bereit sind.

6.4 Naturschutzfachliche Bedeutung der Renaturierungsflächen

Nach unseren Untersuchungen kann den bisherigen Renaturierungsflächen am Bodensee eine erhebliche naturschutzfachliche Bedeutung zukommen. Dies gilt auch für jene überwiegende Zahl der Maßnahmen, die nicht explizit unter naturschutzfachlichen Zielsetzungen durchgeführt wurden.

Die naturschutzfachliche Bedeutung geht u. a. daraus hervor, dass die Renaturierungen im Mittel nur zu 7 % aus aquatischen Lebensräumen unterhalb der MNW-Linie bestehen, zu 63 % aus semiaquatischen (zwischen MNW- und MHW-Linie) und zu 30 % aus terrestrischen Lebensräumen oberhalb der MHW-Linie. Gerade die semiaquatische Zone ist aus naturschutzfachlicher Sicht von großem Interesse für die Ansiedlung von Gefäßpflanzen (Kap. 5.3) und für das Vorkommen von Laufkäfern (Kap. 5.4) und anderen Bodenarthropoden. Aus diesem Grund halten wir es für nicht statthaft, Uferrenaturierungen allein unter limnologischen bzw. gewässerschutzfachlichen Gesichtspunkten zu betrachten.

Die Biotoptypen und die Gefäßpflanzenflora sowie die Laufkäferfauna zeigen für bestimmte Renaturierungstypen, dass Renaturierungen eine ähnliche naturschutzfachliche Wertigkeit erreichen können wie z. B. natürliche Kiesufer. In vielen Fällen wird allerdings die Bedeutung durch ein steiles Relief, zu grobes Substrat mit einheitlichen Korngrößen sowie durch fehlende Hinterlandanbindung und intensive Freizeitnutzungen gemindert (s. u.).

6.5 Bedeutung des Substrats und der Nutzung

Im Untersuchungsplan unserer Studie wurden die Renaturierungstypen „Geröll“, „Kies“, „Strandbad“ und „Schilf“ mit den Nutzungsvarianten „genutzt“ und „ungenutzt“ unterschieden. Diese Arbeitsbegriffe weisen bereits auf die vorherrschenden Substrattypen hin, wobei der Typ „Strandbad“ dem Typ „Kies“ nahe kommt, und der Typ „Schilf“ eher sandig-kiesiges Substrat aufweist, im übrigen aber nahezu vollständig von Schilf überwachsen ist.

Das vorherrschende Substrat übt einen bedeutenden Einfluss auf die Zusammensetzung der Gefäßpflanzenflora und der Laufkäferfauna sowie auf die Abundanz der auftretenden Biotoptypen aus. Viele Aufschüttungsflächen sind auch nach Jahren oder Jahrzehnten noch weitgehend vegetationsfrei (vor allem auf Geröll), was auf das wenig verfestigte Substrat zurückzuführen ist. Die Ansiedlung von Pflanzen wird wahrscheinlich durch brandungsbedingte Bewegung des Substrats, starke Trittbelastung, Lagern usw. verhindert. Eine standortstypische Vegetation entwickelte sich hauptsächlich auf Renaturierungsflächen mit breitem Spektrum an Korngrößen, das offenbar geeignet ist, das Substrat schnell zu stabilisieren. Für die Laufkäfer stellen Gerölle ebenfalls ein ausgesprochen ungünstiges Substrat dar; auf einer der „Geröll“- Flächen wurden überhaupt keine Käfer gefunden. Als wesentlich günstiger zeigten sich die „Kies“-Renaturierungen, die zudem auch ein breites Korngrößenspektrum sowie – oberhalb der MMW-Linie – eine mehr oder minder dichte Vegetationsdecke aufweisen. „Strandbad“-Renaturierungen sind erstaunlich artenreich, was wahrscheinlich auf die Substratvielfalt (bei Dominanz kiesiger Korngrößen) und auf die saisonal begrenzte Nutzungsdauer zurückgeführt werden kann. Ein Teil „Schilf“-Renaturierungen erweist sich als käferfaunistisch ausgesprochen hochwertig, wozu u. a. auch naturnahe Biotope im angrenzenden Hinterland beitragen.

Nutzungseffekte treten nur bei den „Kies“-Renaturierungen deutlich hervor, während sie bei den „Geröll“-Renaturierungen durch die Korngrößeneffekte überlagert werden. Dies gilt sowohl für die Gefäßpflanzenflora als auch für die Laufkäferfauna, die allerdings auf den intensiv genutzten „Strandbad“-Aufkiesungen eine vergleichsweise hohe Artenvielfalt erreicht (s. o.). Generell sind auf den ungenutzten „Kies“-Renaturierungen mehr naturnahe Pflanzengesellschaften, wie sie typisch für Kies-

ufer am Bodensee sind, sowie höhere Individuendichten und eine höhere Artenvielfalt bei der Laufkäferfauna anzutreffen als auf den genutzten Flächen.

Wir können also feststellen, dass die Auswahl grober Gerölle als Substrat sowie eine intensive (Freizeit-)Nutzung die naturschutzfachliche Bedeutung der Renaturierungsflächen erheblich mindern. Extensiv genutzte Renaturierungsflächen mit kiesigen Substraten, die ein breites Korngrößenspektrum aufweisen, haben gute Chancen, sich hinsichtlich ihrer Gefäßpflanzenflora und Laufkäferfauna, aber auch im Hinblick auf die Abundanz hochwertiger Biotoptypen in Richtung naturbelassener Referenzflächen zu entwickeln.

6.6 Verbesserung der naturschutzfachliche Bedeutung von Renaturierungsflächen

Die naturschutzfachliche Bedeutung von Seeuferrenaturierungen am Bodensee kann nach unseren bisherigen Ergebnissen

- durch eine nicht zu steile Reliefgestaltung,
- durch die Einbringung geeigneter Feinsubstrate,
- durch eine deutliche Reduzierung der Nutzungsintensität,
- durch die Zulassung einer eigendynamischen Entwicklung (Substrat, Relief), sowie
- durch die Anbindung der renaturierten Fläche an naturnahe Biotope im Hinterland

erheblich gesteigert werden.

Bei der Gestaltung des Reliefs ist grundsätzlich eine geringe Uferneigung zu bevorzugen. Dies bedeutete bisher allerdings in den meisten Fällen eine Überschüttung naturnah erhaltener eulitoraler und sublitoraler Biotope, über die vergleichsweise wenig bekannt ist. Diese Kenntnislücke muss zwingend geschlossen werden, bevor wir konkrete Empfehlungen für eine optimierte Reliefgestaltung geben können. In der Praxis sollte bei zukünftigen Planungen darauf hingewirkt werden, auch die landwärtige Zone für eine Reliefabflachung bereit zu stellen, wie dies beispielsweise bei der Renaturierung in Staad-Ost (SG-TH-ST) umgesetzt worden ist. Auf dieser Basis wird dann im Abwägungsprozess anhand einer konkreten Situation zu entscheiden sein, welche Reliefgestaltung aus wasserbaulicher Sicht zu empfehlen ist, und in welchem Maße aquatische Lebensräume zugunsten semiaquatischer und terrestrischer Biotope überschüttet werden dürfen.

Hinsichtlich der Substratwahl empfehlen wir, für die Oberflächenabdeckung ein breites Korngrößenspektrum im Sand- und Kies-Bereich zu verwenden. Materialien dieser Art sind leicht als sog. Kiesgrubenabraum, Wandkies oder Moränekies zu beschaffen. Eine Verdichtung des Materials beim Einbau dürfte sich wahrscheinlich als günstig für die Vegetationsentwicklung erweisen, verlässliche Erkenntnisse stehen aber noch aus. Bei der Wahl des Materials ist im konkreten Fall die Wellenbelastung in Betracht zu ziehen: Bei starker Wellenbelastung wird man aus wasserbaulicher Sicht eher zu großen Korngrößen neigen als bei geringer Wellenbelastung. Allerdings sollte die Entscheidung nicht allein an der wasserbaulichen Stabilität der Maßnahme ausgerichtet werden, sondern sollte bewusst auch eine eigendynamische Entwicklung der Substrate und der Ufermorphologie einbeziehen, auch wenn eine solche Entwicklung planerisch nicht völlig vorherzusehen ist.

Eine eigendynamische Entwicklung braucht nutzungsfreien Raum. Diese an sich selbstverständliche Tatsache wurde bei den bisherigen Renaturierungsplanung nicht berücksichtigt. Dies hat u .a. dazu geführt, dass die zentralen und die landwärtigen Teile vieler Renaturierungsflächen bereits bei der Planung oder hinterher durch geduldete Praxis in eine mehr oder minder intensive (Freizeit-)Nutzung überführt wurden. Die Alternative, die *gesamte* Renaturierungsfläche für naturnahe Biotope bzw. die eigendynamische Entwicklung bereitzustellen, wurde nur bei wenigen Vorhaben geplant und realisiert. Hier sollten bei zukünftige Maßnahmen minimale Standards erarbeiten werden, etwa dergestalt, dass mindestens ¾ der Fläche der nutzungsfreien natürlichen Entwicklung vorbehalten bleiben. Die eigendynamische Entwicklung sollte auch durch eine eher zurückhaltende Bepflanzung mit Röhrichten und/oder Gehölzen unterstützt werden. Sofern am landwärtigen Rand Gehölze gepflanzt werden – etwa als Sichtschutz oder als Betretungshindernis – müssen standortgerechte und *einheimische* Genotypen verwendet werden. Eventuell können auch bestimmte Baumarten (z. B. genotypisch autochthone Schwarzpappeln) gefördert werden.

Die Freistellung des größten Teils einer Renaturierungsfläche für die Entwicklung naturnaher Biotope macht in den meisten Fällen auch eine deutliche Einschränkung der Nutzungsintensität erforderlich. Renaturierungsflächen dienen aus naturschutzfachlicher Sicht nicht dem Ziel, „das Seeufer … für alle viel attraktiver“ zu machen (SIESSEGGER & TEIBER 2001: 9); die Flächen sollten im Gegenteil durch Benutzer lenkende Maßnahmen „unattraktiv“ gemacht werden. Ein geringes Maß an Tritt und Freizeitbelastung kann jedoch zugelassen werden, um durch begrenzte Störungen auch konkurrenzschwachen und seltenen Arten neue Biotope zur Entwicklung anbieten zu können. Allerdings werden weitere Untersuchungen notwendig sein, um dieses „geringe Maß“ an Störung näher zu bestimmen.

Viele Renaturierungen werden verständlicherweise an stark genutzten Ufern in Siedlungsbereichen durchgeführt. Von daher ist eine optimale Anbindung der renaturierten Flächen an naturnahe Biotope im Hinterland nicht immer möglich. Dennoch sollte bei der Priorisierung von Maßnahmen, bei der Grünflächenplanung der Gemeinden und bei den Renaturierungsplanungen selbst darauf geachtet werden, dass zumindest Korridore aus naturnahen Biotopen existieren oder hergestellt werden, die die Renaturierungsfläche mit dem Hinterland verbinden. In jedem Fall aber sollte der landwärtige, terrestrische Teil des Planungsgebiets für die Entwicklung solcher Biotoptypen vorgehalten werden.

Nach unseren Erhebungen wurden fast 90 % aller bisherigen Renaturierungen am Bodensee nach demselben wasserbaulichen Modell durchgeführt, obschon grundsätzlich auch eine Reihe anderer Optionen zur Verfügung gestanden hätten. Dies hat zu einer großen Einförmigkeit der einzelnen Renaturierungen und der Renaturierungen am Bodenseeufer insgesamt geführt. Wir empfehlen eine größere Vielfalt an Reliefgestaltung und Substraten. Gerade die Auswahl von Kiessubstraten mit einem breiten Korngrößenspektrum ist aus verschiedenen Gründen attraktiv: Unter den Korngrößen gibt es mit einiger Sicherheit eine Fraktion, die sich unter dem gegebenen Wellenklima als stabil erweist („Steinpflaster“) und damit mittelfristig zur Reliefstabilisierung und zur Ansiedlung einer ausdauernden Vegetationsdecke beiträgt. Die kleineren Korngrößenfraktionen werden teilweise verdriftet und können sich in anderen Bereichen, auch randlich der renaturierten Fläche, ablagern und dort spezifische Lebensbedingungen schaffen. Allerdings muss dabei auf in der Nähe vorkommende Strandrasen geachtet werden, da diese dann von Sand und Kies überdeckt und zum Absterben gebracht werden könnten. Ein breites Angebot an Substraten auf Renaturierungsflächen kommt den natürlichen Verhältnissen an Kiesufern entgegen und hat sich bereits bei der Besiedlung mit aquatischen Invertebraten und Fischen als günstig für die Artenvielfalt und Individuendichte erwiesen (WITTKUGEL & MÖRTL 2008). Auch unsere Ergebnisse legen einen positiven Effekt der Substratvielfalt nahe. In ähnlicher Weise darf die Herstellung einer Reliefvielfalt betrachtet werden: Durch unterschiedliche Reliefgestaltung entsteht zunächst ein kleinräumiges – häufig planerisch nicht vorher zu bestimmendes – Muster an Erosions-

und Akkumulationsflächen, die von unterschiedlichen Biozönosen genutzt werden können. Der lokale Materialüberschuss auf der Renaturierungsfläche wird jedoch mittelfristig dafür sorgen, dass Akkumulationsbedingungen überwiegen, dadurch neue Lebensräume für die Ansiedlung einer dauerhaften Vegetationsdecke geschaffen werden, was wiederum zur langfristigen Reliefstabilisierung beiträgt.

Diese Maßnahmenempfehlungen beziehen sich im Wesentlichen auf die zukünftigen Renaturierungsvorhaben, bei denen dann neue Konzepte realisiert werden können. Darüber sollten die älteren Renaturierungen nicht vergessen werden, obschon hier die Möglichkeiten einer Neugestaltung begrenzt sind. Hier sollten nachträglich Managementpläne entwickelt und umgesetzt werden, die die noch verblieben en Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten, vor allem aber die Möglichkeiten der Nutzerlenkung möglichst weitgehend ausschöpfen.

6.7 Ausblick

Am Bodensee wurden bisher 90 Uferrenaturierungsmaßnahmen auf einer Uferlänge von 34,5 km (entspr. 10,5 % des gesamten Bodenseeufers) umgesetzt, von denen viele aus heutiger Sicht eher kritisch betrachtet werden. Andererseits können auch die weniger gelungenen Maßnahmen nicht mehr rückgängig gemacht werden. Als wesentliche Ursachen der bisherigen – aus naturschutzfachlicher Sicht unbefriedigenden – Entwicklung sehen wir

- einen zu geringen fachlichen Austausch am Bodensee, insbesondere zwischen Limnologen, Wasserbau- und Naturschutz-Fachleuten,
- einen zu geringen Input an innovativem Fachwissen (Fachtagungen, Diskussionsforen, Fachzeitschriften), insbesondere was die Seeuferökologie und renaturierungsökologische Fragestellungen angeht, und
- beträchtliche einschlägige Forschungsdefizite am Bodensee.

Diese noch heute bestehenden Kenntnislücken betreffen nicht nur die Grundlagen (Wind-Seegangsmodell, Flachwasserwellen, litorale Strömungen, Feststofftransport, Seespiegeltrends, Arteninventar) sondern auch eine Reihe angewandter Aspekte (vgl. Kap. 7.2).

Auf jeden Fall sollten die künftigen Renaturierungsprojekte als „lernende Systeme“ verstanden werden, die es zu optimieren gilt. Dies bedingt sorgfältige und qualitativ anspruchsvolle Untersuchungen des Ausgangszustands, eine detaillierte Dokumentation der Maßnahmendurchführung sowie ein abgestimmtes längerfristiges Monitoring-Programm.

Bevor mit weiteren Renaturierungsmaßnahmen fortgefahren wird, sollte eine konzeptionelle Neuorientierung erfolgen, und es sollten die o. g. Kenntnislücken zumindest im Ansatz geschlossen sein. Denn der überhaupt für Renaturierungen zur Verfügung stehende Raum wird immer geringer. Umso „treffsicherer“ sollten künftige Maßnahmen sein.

7 Empfehlungen

7.1 Übersicht

Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen dieser Studie sind in Kap. 6 dargestellt worden. Im Hinblick auf eine Optimierung von bisherigen und zukünftigen Seeufer-Renaturierungsmaßnahmen am Bodensee ergeben sich aus unserer Sicht eine Reihe von Empfehlungen, die nachfolgend dargestellt und ausführlich erläutert werden.

Wir gehen dabei von folgenden Randbedingungen und Anforderungen aus:

- Seeuferrenaturierungen sind nach wie vor ein wesentliches Werkzeug für eine nachhaltige Sicherung und Verbesserung der ökologischen Unversehrtheit der Uferbiozönosen und damit ein wichtiger Baustein zur nachhaltigen Entwicklung der Bodenseeregion.
- Seeuferrenaturierungen berühren naturschutzfachliche Aspekte in mindestens ebenso starkem Maße wie gewässerschutzfachliche und limnologische bzw. fischbiologische Belange. Hinzu kommen raumplanerische Aspekte.
- Der Nutzungsdruck auf die Ufer des Bodensees wird auch zukünftig weiter zunehmen.
- Der hydrologische Wandel am Bodensee mit der Tendenz zu niedrigeren Sommerwasserspiegeln wird sich künftig fortsetzen.
- Die zukünftige Optimierung von Renaturierungsmaßnahmen ist ein fortwährender Lern- und Annäherungsprozess, der auch die kritische Aufarbeitung der bisherigen Konzepte und eine Erfolgskontrolle zurückliegender Maßnahmen beinhaltet.
- Mit der neuen Europäischen Umweltschutzgesetzgebung (hier v. a. FFH-Richtlinie, Wasserrahmenrichtlinie) haben sich neue Ansätze und Herausforderungen ergeben, an die die künftigen Renaturierungen angepasst sein müssen.

Insgesamt halten wir weitere Uferrenaturierungen am Bodensee für außerordentlich wünschenswert. Hierzu sind allerdings eine signifikante konzeptionelle Neuausrichtung und eine Optimierung der bisherigen Vorgehensweise unabdingbar.

Unsere Empfehlungen beziehen sich auf

- die wissenschaftlichen Grundlagen der bisherigen Uferrenaturierungen (Kap. 7.2),
- die bisherigen Renaturierungskonzepte (Kap. 7.3),
- die Planung, Umsetzung und Dokumentation künftiger Renaturierungsmaßnahmen (Kap. 7.4),
- die wissenschaftlichen Begleituntersuchungen (Kap. 7.5) und
- die Öffentlichkeitsarbeit einschließlich der Teilnahme an wissenschaftlichen Foren (Kap. 7.6).

Die folgenden Empfehlungen sind eher allgemein formuliert und nicht auf den Einzelfall ausgerichtet. Wir sind uns der Tatsache bewusst, dass etliche Gesichtspunkte bei einzelnen Renaturierungsmaßnahmen bereits eingebracht und umgesetzt wurden. Die Empfehlungen können auch nicht die in den

Anlieger-Ländern und Kantonen unterschiedlichen Rechtsverhältnisse und Vorschriften im Gewässer- und Naturschutz sowie in der Raumplanung und im Verwaltungsrecht berücksichtigen. Wir meinen allerdings, dass sich unsere Vorschläge ohne unzumutbaren Aufwand in den bisherigen Praxisrahmen integrieren lassen.

7.2 Wissenschaftliche Grundlagen

Die Sichtung und Beurteilung der wissenschaftlichen Grundlagen der bisherigen Renaturierungspraxis, betreffend Windfelder, Wellen, ufernahe Strömungen, Korngrößenverteilung, Feststofftransport, Bedeutung des Litorals für die „Selbstreinigung" des Gewässers usw. war nicht Gegenstand dieser Studie (vgl. aber Kap. 3). Dennoch wäre es hilfreich gewesen, das bodenseebezogene Datenmaterial, soweit es über Lehrbuchwissen hinausgeht, zur Verfügung gehabt zu haben.

Empfehlung 2.1: Die derzeit verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse, die als Grundlage für die bisherigen Renaturierungsmaßnahmen gedient haben, sollen zusammengetragen und in geeigneter Form für eine breite fachwissenschaftliche Diskussion zur Verfügung gestellt werden.

Wir meinen, dass die weiteren Renaturierungsplanungen am Bodensee angesichts der hohen Kosten, der mitunter geringen Akzeptanz bei den privaten Anliegern, der in der Summe bedeutenden Auswirkungen auf die Uferzone, aber auch angesichts der faktischen Unumkehrbarkeit der Baumaßnahmen einer tragfähigen und fachlich breit diskutierten Grundlage bedürfen. Sollte sich herausstellen, dass diese fachwissenschaftliche Grundlage nicht gegeben ist, oder dass die bisher behaupteten Zusammenhänge wissenschaftlich nicht belegbar sind, sollten sie im IGKB-Renaturierungsleitfaden und in der Öffentlichkeit (z. B. Info-Tafeln, Broschüren) nicht mehr in dieser Form kommuniziert werden. Außerdem sollte dann bei Genehmigungsverfahren von der bisherigen Argumentation Abstand genommen werden. Eine breite fachwissenschaftliche Diskussion könnte auch dazu beitragen, einige fachlich falsch oder mit großer Beliebigkeit verwendete Begriffe wie „Flachwasserzone", „Landschaftsbild am Bodenseeufer", „natürliche Funktionen", „Selbstreinigungskraft" mit Inhalt zu füllen.

Empfehlung 2.2: Noch im Vorfeld weiterer Renaturierungsprojekte sollen die fachwissenschaftlichen Grundlagen in einem breiten Expertengespräch auf ihre Tragfähigkeit hin geprüft werden. Falls dabei relevante Kenntnislücken sichtbar werden, sollten diese durch zielgerichtete Untersuchungen geschlossen werden.

Nach unserer bisherigen Einschätzung ist der Kenntnisstand in vielen Bereichen unzureichend und schwerlich geeignet, spezifische Renaturierungsmodelle zu begründen. Die praxisrelevanten Kenntnislücken berühren (i) die ufernahe Sediment- bzw. Korngrössenverteilung, (ii) Strömungs- und Feststofftransportmuster in der Flachwasserzone, (iii) die tatsächliche Erosionsgefährdung der Bodensee-

ufer, (iv) die Bedeutung der Uferzone für viele semiaquatische und terrestrische Tiergruppen, (v) die Bedeutung der Vernetzung für den Faunen- und Diasporenaustausch in uferparalleler Richtung sowie mit dem Hinterland, sowie (vi) Erfahrungen mit Nutzungsextensivierungen und Nutzerlenkung in den durch Freizeitnutzungen belasteten Uferabschnitten. Solange hier noch erhebliche Lücken klaffen, können Renaturierungsprojekte nicht „maßgeschneidert“ an die lokalen Anforderungen und ökologischen Zielsetzungen angepasst werden.

7.3 Renaturierungskonzepte

Uferrenaturierungsmaßnahmen i. w. S. wurden am Bodensee mit unterschiedlichen Begriffen belegt (Kap. 5.1.5.1), ohne dass sichtbar wurde, ob hinter unterschiedlichen Begriffen auch unterschiedliche Konzepte stehen. Hinzu kam die Tendenz einer zunehmend unschärferen und beliebigeren Verwendung des Begriffs. Ging es in den ersten Jahren vorwiegend um die Sicherung und Neuansiedlung von Schilfröhrichten und naturnahen Ufergehölzen und um den Schutz zumindest von Teilgebieten vor Besucherverkehr, wurden in den letzten Jahren schlichte Campingplatz- und Strandbaderweiterungen als Renaturierungen bezeichnet.

Empfehlung 3.1: Der Begriff „Uferrenaturierung“ soll begrifflich schärfer gefasst und gegenüber verwandten Begriffen anderer Ufergestaltungen abgegrenzt werden.

Wir schlagen vor, ausgehend vom aktuellen Diskussionsstand (zuletzt ZERBE & WIEGLEB 2008) den Begriff der (Seeufer-)Renaturierung schärfer zu fassen, um diejenigen Maßnahmen – retrospektiv und für die Zukunft – auszuschließen, die im Vergleich zur Ausgangssituation zu keiner oder einer nur geringfügigen Verbesserung der Naturnähe führen. Als Ausgangspunkt kann die Definition der DIN 4047 Teil 10 (7.28) bzw. die Erweiterung nach OSTENDORP (2008) in Verbindung mit der Begriffsfassung der ‚Naturnähe’ der CIS WG 2.3 (2003), Textbox No. 1 dienen (vgl. Glossar): Danach ist die **Seeuferrenaturierung die leitbildorientierte Rückführung eines bereits anthropogen beeinträchtigen Seeuferabschnitts in einen naturnäheren Zustand**.

Diese Begriffsfassung beinhaltet folgende Aspekte:

- Es hat in der *Vergangenheit* an der Stelle der vorgesehenen (Renaturierungs-)Maßnahme eine erhebliche Beeinträchtigung des Uferabschnitts gegeben, die die derzeitige ‚Naturferne’ ausmacht. Folglich liegt keine Renaturierung vor, wenn *heute* an einem Uferabschnitt ein Gewässerausbau oder eine Ufererschließung stattfinden, die mehr oder minder zeitgleich durch eine naturnahe Gestaltung verkleidet wird.
- Nicht nur das Sublitoral und die Wasserwechselzone sind zu betrachten, sondern auch die landseitige Zone. Der Betrachtungsrahmen umfasst damit die Uferzone des betreffenden Abschnitts in ihrer gesamten Breite.

- Es werden vorrangig anthropogene Beeinträchtigungen betrachtet. Überwiegend natürliche ‚Beeinträchtigungen', etwa Sedimentumlagerungen und Ufererosion, Anschwemmungen von Treibholz und Makrophytenresten u. Ä. werden häufig erst im Zusammenhang mit menschlichen Nutzungsansprüchen ein Problem.
- Es bedarf eines (abstrakten) Leitbildes dessen, was Naturnähe an dem betreffenden Uferabschnitt ausmacht, und einer Konkretisierung (konkretes Leitbild) im Planungsgebiet.
- Gefordert ist nicht ein absolut naturnaher Zustand, der durch die Renaturierungsmaßnahme erreicht werden soll, sondern eine relative Verbesserung im Vergleich zum Ausgangszustand. An einem sehr stark beeinträchtigten Ufer wird man also mit vertretbaren Mitteln nur eine bescheidene Hinentwicklung auf den naturnahen Uferzustand erreichen, während an einem nur geringfügig beeinträchtigen Ufer einfache Mittel ausreichen, um den naturnahen Zustand völlig wieder herzustellen.

Nicht unter den Begriff der Renaturierung sind demnach zu fassen

- Maßnahmen, die überwiegend der Erschließung des Seeufers dienen (Verbesserung der Nutzbarkeit durch den Menschen), auch dann nicht, wenn sie nach Grundsätzen des ökologischen Landschaftsbaus (z. B. ROTHSTEIN 1995) ausgeführt werden („naturnahe Ufererschließung"),
- Gewässerausbau (z. B. zum Zwecke der Ufersicherung, des Hochwasserschutzes, der Abflussregelung), auch dann nicht, wenn er mit ingenieurbiologischen Mitteln (z. B. SCHIECHTL & STERN 2002, PATT et al. 2004) ausgeführt wird („naturnaher Gewässerausbau"),
- Verringerung von mutmaßlichen ökologischen Beeinträchtigungen, die erst durch zukünftige Eingriffe (z. B. Gewässerausbau) an gleicher oder anderer Stelle entstehen.

In der konkreten Umsetzung bedarf es einer inhaltlichen Ausgestaltung des Renaturierungsbegriffs, anhand derer im Genehmigungsverfahren, für die Berücksichtigung in Förderprogrammen, aber auch in der Kommunikation mit der Öffentlichkeit entschieden werden kann, ob es sich um eine Renaturierung im eigentlichen Wortsinn handelt oder um eine ästhetische „Uferverschönerung" nach aktuellem Zeitgeschmack oder womöglich um eine Ausweitung menschlicher Nutzungen. Das bedeutet, dass dem Begriff ein bestimmtes Anforderungsprofil zugeordnet wird.

Empfehlung 3.2: Der Begriff „Seeuferrenaturierung" am Bodensee soll zu einer „Qualitätsmarke" gemacht werden, mit dem bestimmte ökologische Mindestanforderungen verknüpft sind, denen ein konkretes Vorhaben genügen muss, bevor der Unternehmer/Maßnahmenträger/Antragsteller davon profitieren kann.

Hier sind verschiedene Möglichkeiten der Festlegung gegeben; die einfachste wäre der Flächenanteil, der ausschließlich für eine naturnahe Entwicklung ohne störende menschliche Einflüsse bereitgestellt wird. Weitere Qualitätsmerkmale könnten die Qualität der Planung und der ökologischen Begleituntersuchungen sowie der möglichst weitgehenden Ausschöpfung des Renaturierungspotenzials (vgl. Kap. 7.4) sein.

Die Planung einer Renaturierungsmaßnahme im Sinne des obigen Definitionsvorschlags erfordert ein Leitbild dessen, was ‚Naturnähe' an einem konkreten Uferabschnitt bedeutet. Als Ausgangspunkt empfehlen wir die Formulierung der CIS WG 2.3 2003, S. 41 und Toolbox 1.

Empfehlung 3.3: Künftige Uferrenaturierungsmaßnahmen sollen vor dem Hintergrund von konkretisierten Leitbildern geplant und umgesetzt werden.

Aus diesem abstrakten Leitbild muss im Zuge des Planungsprozesses ein konkretes, situationsbezogenes Leitbild abgeleitet werden (vgl. Kap. 7.4, Renaturierungspotenzial). Dabei kann eine fachlich ausgearbeitete Ufertypisierung wichtige Hilfestellungen geben. Diese Typisierung sollte dem Landschaftsraum angepasst sein und hinreichend differenziert werden. Eine bloße Unterscheidung in steilscharige oder flachscharige, Erosions- oder Akkumulationsufer o. Ä. reicht nicht aus. Ein interessanter Lösungsansatz ist bei BERNATOWICZ & ZACHWIEJA (1966) dargestellt. Die Konkretisierung des (abstrakten) Leitbildes sollte folgende Punkte berücksichtigen:

- typische und seltene Tier- und Pflanzenarten und ihre Populationen,
- Eigenschaften und flächige Ausdehnung typischer und seltener Lebensräume,
- räumliche Anordnung und Vernetzung der Lebensräume (auch über den Planungsraum hinaus), Durchgängigkeit für wandernde Organismen,
- eigendynamische Entwicklung (Feststoffdynamik, Morphodynamik, Vegetationsentwicklung),
- Landschaftsbild,
- naturverträgliche Formen der Erholung und des Sports in der freien Natur,
- Schutz des Gewässers vor stofflichen Belastungen,
- Aspekte des Denkmalschutzes (Bodendenkmale, Baudenkmale, Ensembles),
- Möglichkeiten der Ausübung bestimmter traditioneller Erwerbstätigkeiten (z. B. Fischerei).

Wie zu erkennen ist, beinhaltet das konkrete Leitbild nicht nur Aspekte des Naturschutzes, des Gewässerschutzes und des Kulturerbes, sondern auch die menschlichen Nutzung, soweit diese mit den Naturschutz- und Gewässerschutzzielen vereinbar ist.

Uferrenaturierungen dürfen nicht vorrangig unter limnologischen bzw. wasserbaulichen Gesichtspunkten betrachtet werden; vielmehr müssen naturschutzfachliche Gesichtspunkte mindestens gleichrangig berücksichtigt werden. Uferrenaturierungsmaßnahmen sollen nicht allein den Wasserwechselbereich (Eulitoral) und die vorgelagerte Sublitoralzone im Blickfeld haben, sondern auch die landseitige angrenzende Zone sowie die Anbindung an das Hinterland. Eine möglichst naturnahe Gestaltung der landwärtigen Bereiche und eine gute Hinterlandanbindung sind anzustreben, wobei – falls erforderlich – durch entsprechende raumplanerische Vorgaben entsprechend große Entwicklungsräume vorzusehen sind.

Empfehlung 3.4: Die Entwicklung *integrierter* Uferrenaturierungskonzepte soll limnologische bzw. fischbiologische und naturschutzfachliche Belange gleichwertig berücksichtigen.

Die wasserbauliche Ausführung sollte nicht länger die Relief- und Substratstabilität in den Vordergrund stellen. Vielmehr sollte eine eigendynamische Entwicklung (Substrat, Relief, Vegetation) zugelassen werden. Hierfür sind im Hinblick auf Raumbedarf, Substrat bzw. Substratvielfalt, Relief(-variabilität) und Bauvarianten die notwendigen Voraussetzungen festzulegen.

Empfehlung 3.5: Aspekte der eigendynamischen Entwicklung (Substrat, Ufermorphologie, Biozönosen) und des notwendigen Flächenbedarfs sollen stärker als bisher in die Konzeption einbezogen werden.

Letztlich ist für jede Uferrenaturierung eine individuelle Planung erforderlich, die ausgehend vom (abstrakten) Leitbild und bestimmten Qualitätsanforderungen das Renaturierungspotenzial optimal ausschöpft. Einförmige und schematische Lösungsansätze, die in der Vergangenheit häufig anzutreffen waren, sind grundsätzlich abzulehnen. Zielpunkt von Renaturierungsanstrengungen sollen – in Übereinstimmung mit den Ansätzen der EG-Wasserrahmenrichtlinie – die standortgemäßen Biozönosen sein.

Empfehlung 3.6: Zielpunkt von Uferrenaturierungen sollen die für den natürlichen Standort typischen Biozönosen sein.

Uferstruktur-Erfassungen und -kartierungen sind hierfür kein gleichwertiger Ersatz. Sie können aber in der Zusammenschau mit bestimmten biozönotischen Strukturmerkmalen (z. B. Biotoptypen) wichtige Indikatoren darstellen.

7.4 Planung und Umsetzung von Renaturierungen

Wir gehen davon aus, dass die zukünftige Optimierung von Renaturierungsmaßnahmen ein fortwährender Lernprozess ist, der nicht nur vom fachwissenschaftlichen Wissensfortschritt (Feststoffhaushalt, Morphodynamik, Biozönosen und ökosystemare Funktionen in der Uferzone), sondern auch durch gesellschaftlich vermittelten Werthaltungen („Wie viel ist uns eine intakte Natur wert und auf was sind wir zu verzichten bereit?“) begleitet wird. Die nachfolgenden Empfehlungen gelten eher für mittlere und große Renaturierungsvorhaben oberhalb einer Schwelle von etwa 0,1 km Uferlänge; für kleinere Maßnahmen sollten die Grundgedanken entsprechend angepasst werden.

Empfehlung 4.1: Die Schritte von Planung, Umsetzung und Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen sollen als Lernprozess zu verstehen und qualitativ weiter entwickelt werden, so dass eine Optimierung der Umsetzung gewährleistet ist.

Die bisherigen Planungsunterlagen (Pläne, Erläuterungen) waren hauptsächlich darauf ausgerichtet, die wasserbauliche Durchführung gegenüber der Bauleitung, und das Gestaltungsergebnis gegenüber Geldgebern, Entscheidungsträgern und möglichen Einspruchsberechtigten darzustellen. Insbesondere der Ausgangszustand ist – mit Ausnahme der Profile – oft nur schlecht dokumentiert. Nur wenig Mühe wurde i. d. R. auf die Darstellung des konkretisierten Leitbilds, der ökologischen Defizite, der mögli-

chen Projektvarianten (einschließlich der Null-Variante) und ihrer ökologischen Konsequenzen, sowie der möglichen Folgenutzungen und des zu erwartenden Nachsorge bzw. Unterhaltungsaufwands verwendet.

Empfehlung 4.2: Wir empfehlen, die nachfolgenden Qualitätsmerkmale und Grundsätze der Uferrenaturierungsplanung festzuschreiben.

Nach den Erfahrungen mit den Renaturierungsakten kann nicht behauptet werden, dass die bisherige Verfahrensweise den geforderten Lernprozess unterstützt. Hier wäre es hilfreich, über die bestehende Praxis hinaus bestimmte Planungs- und Umsetzungsgrundsätze zu formulieren.

Empfehlung 4.2.1: Konkreter Anlass, Absichten und Zielsetzungen der einzelnen Akteure sollen in der Planung angemessen sichtbar gemacht werden (planerische Wahrheit).

In der Praxis werden Renaturierungsmaßnahmen von unterschiedlichen Sichtweisen und Interessenslagen der zuständigen Behörden und Gemeinden, der Fischerei- und Naturschutzverbände und der Anlieger begleitet. Im Unterschied zu den bisherigen Planungen sollten diese Differenzen offen benannt, und beispielsweise bei einem Scoping-Termin gemeinsam diskutiert werden. Anders als bisher sollten dabei neue Formen der Akzeptanz- und Entscheidungsfindung erprobt und umgesetzt werden.

Renaturierungsmaßnahmen wirken sich selten nur im unmittelbaren Planungsgebiet aus. Vielfach gehören auch (positive) Auswirkungen auf die nähere Umgebung zu den Renaturierungszielen (z. B. Biotopvernetzung, ökologische Durchlässigkeit). Andererseits sind auch negative Effekte nicht auszuschließen. Daher sollte der Planungsperimeter um einen Wirkungsperimeter ergänzt werden. Dieses „Wirkungsgebiet“ bemisst sich nach den signifikanten Wechselwirkungen, die das Planungsgebiet bereits vor der Maßnahme mit der Umgebung hat, sowie nach den mutmaßlichen Auswirkungen nach Beendigung der Maßnahme. Entsprechend der unterschiedlichen Mobilität von Organismengruppen (z. B. Makrozoobenthos, Vögel) kann das Wirkungsgebiet unterschiedliche Ausmaße annehmen.

Empfehlung 4.2.2: Das unmittelbare Planungsgebiet soll um eine gürtelartige Zone erweitert werden, von der angenommen werden darf, dass im Ausgangszustand oder nach Fertigstellung der Maßnahmen bedeutsame Wechselwirkungen mit dem Planungsgebiet bestehen.

Die Planungsarbeit beginnt häufig mit der Erfassung des Ausgangszustands. Bereits in diesem frühen Stadium der Planung sollte an das Ende gedacht werden: die Erfolgskontrolle. Die Dokumentation des Ausgangszustands dient nicht nur der Entwicklung und Begründung spezifischer wasser- und landschaftsbaulicher Umsetzungen oder der Beweissicherung gegenüber möglichen Einspruchsberechtigten, sondern auch im Vergleich mit den späteren Kontrolluntersuchungen zur Ergebnissicherung und damit dem „Lerneffekt“ (vgl. Empfehlung 4.1). Die Auswahl der Untersuchungsparameter sowie des Untersuchungsumfangs und der Methodik muss daher bereits im Hinblick auf die Renaturierungsziele und die Erfolgskontrolluntersuchungen erfolgen.

Empfehlung 4.2.3: Der Ausgangszustand soll so dokumentiert werden, dass er mit dem Endzustand nach Fertigstellung der Maßnahme (und/oder dem Zustand nach einer mehrjährigen Entwicklung) verglichen werden kann. Bei jeder Maßnahme sollen Erfolgskontrolluntersuchungen vorgesehen werden.

Hierzu gibt es in den Umweltwissenschaften seit geraumer Zeit erprobte Konzepte, die letztlich darauf hinauslaufen, die „Störeffekte“ (zufallsbedingte Variabilität) zu minimieren, beispielsweise durch standardisierte Arbeitstechniken, geschichtete Probennahmen (stratified sampling), wiederholte Beprobung nach Vermessung der Probennahmepositionen u. a.

Der zweite Schritt, der auf die Dokumentation des Ausgangszustands folgt, ist die Defizitanalyse. Sie ergibt sich aus dem Vergleich zwischen dem (abstrakten) Leitbild und dem vorgefundenen Ausgangszustand. Das Leitbild ist bereits vorher formuliert und anhand nachprüfbarer Kriterien charakterisiert worden (Referenzzustand für jede Parametergruppe). Die ökologischen Defizite ergeben sich dann aus der aggregierten Abweichung vom Leitbild.

Empfehlung 4.2.4: Die ökologischen Defizite (= Abweichungen des Ausgangszustands vom Leitbild) sollen in nachprüfbarer Form dargelegt werden.

In vielen Fällen werden einige Erhebungsparameter große Abweichungen ergeben, andere wiederum nur geringe. Diese Divergenzen sind in einem Diskurs unter Fachleuten zu gewichten und zu einer Gesamtbeurteilung zu aggregieren.

Die ökologischen Zielsetzungen ergeben sich allgemein aus der Beseitigung der ökologischen Defizite, wodurch sich der Uferabschnitt dem Leitbild bzw. den Referenzzuständen annähert. Diese Zielsetzungen bedürfen einer Konkretisierung anhand von nachprüfbaren Kriterien. Die in der Vergangenheit häufig genannten Zielsetzungen „Verbesserung des Wellenklimas“, „Stärkung der Selbstreinigungskraft“ oder „Schaffung von Refugialräumen für Pflanzen und Tiere“ sind als solche nicht überprüfbar.

Empfehlung 4.2.5: Die konkreten (ökologischen) Zielsetzungen sollen in nachprüfbarer Form dargelegt und dokumentiert werden.

Zu diesen Zielsetzungen gehören auch Einschränkungen, Verminderung oder Lenkung von Nutzungen. Sofern absehbar ist, dass durch die Renaturierung Nutzungen verändert oder intensiviert werden könnten, muss auch dies dargestellt werden. Menschliche Nutzungen können zugelassen werden, insofern sie nach Art und Umfang die ökologischen Renaturierungsziele nicht beeinträchtigen.

Die ökologischen Renaturierungsziele werden sich nur in wenigen Fällen *vollständig* einbringen und umsetzen lassen. Denn schließlich dürften sich viele Maßnahmen auf bereits im Vorfeld intensiv genutzte Ufer beziehen. Hier gibt es häufig rechtlich gesicherte Nutzungs- und Eigentumsansprüche der Anlieger sowie „Zwangspunkte“ von bedeutendem öffentlichen Interesse (z. B. Gewässerschutz- und Hochwasserschutzeinrichtungen), die eine *vollständige* Umsetzung der ökologischen Ziele nicht zulassen. Auch durch die topographischen Verhältnisse, die technischen Möglichkeiten und finanziellen Ressourcen können dazu beitragen, die Sphäre des Wünschbaren auf den Raum des Machbaren einzu-

engen. Der noch verbliebene Spielraum zwischen dem Machbaren und dem Leitbild ist das Renaturierungspotenzial.

Empfehlung 4.2.6: Aus der Defizitanalyse und den ökologischen und sonstigen Zielsetzung soll in nachvollziehbarer Weise das Renaturierungspotenzial abgeleitet werden.

Im weiteren Planungsfortgang kommt es darauf an, dieses Renaturierungspotenzial optimal auszuschöpfen. In die Formulierung des Renaturierungspotenzials sollen nur die bestehenden Strukturen, Nutzungen und rechtlich gesicherten Ansprüche eingehen, nicht aber zukünftige Nutzungsabsichten oder Planungen. Solche Vorhaben dürfen dann u. U. nicht realisiert werden.

In der Regel sind mehrere Renaturierungsvarianten geeignet, das Renaturierungspotenzial auszuschöpfen. Eine Entscheidung kann häufig erst im Diskussions- und Abwägungsprozess getroffen werden. Um hier eine optimale Lösung zu finden, müssen mehrere Renaturierungsvarianten entwickelt werden, von denen eine die Null-Variante ist („Was würde passieren, wenn man nichts tut?“).

Empfehlung 4.2.7: Zur Behebung oder Minderung der ökologischen Defizite sollen mehrere Renaturierungsvarianten entwickelt werden, dazu gehört auch die Null-Variante.

Dabei sind insbesondere die ökologischen Vor- und Nachteile darzustellen. Allgemein ist derjenigen Variante der Vorzug zu geben, die (i) das Renaturierungspotenzial optimal ausschöpft, und dabei dieses Ziel (ii) mit minimalem Aufwand und (iii) bei minimalem Raumressourcenverbrauch realisiert. Im konkreten Fall heißt dies: angemessen geringer technischer und Materialaufwand, minimale Beeinflussung naturnah verbliebener Bereiche (z. B. im Sublitoral), raumsparende Ausführung (z. B. bei Uferabschrägungen und Ufersicherungen). Bei Uferabflachungen vor bestehenden Uferbefestigungen muss generell in Betracht gezogen werden, die Mauer oder Steinschüttung und die Hinterfüllungen abzutragen, statt durch eine Vorschüttung in die naturnah verbliebenen litoralen Lebensräume einzugreifen.

Empfehlung 4.2.8: Im Entscheidungsprozess soll derjenigen Variante der Vorzug gegeben werden, die das Renaturierungspotenzial mit minimalem Aufwand, Raumbedarf und Ressourcenverbrauch ausschöpft.

Nach der Planungsphase folgt die Umsetzungsphase der Renaturierung. Es versteht sich von selbst, dass die beiden Phasen zeitlich nicht allzu weit auseinander liegen dürfen. Insbesondere ist darauf zu achten, dass biotische Parameter (z.B. Populationdichten, Biotoptypen) normalerweise einer mittelfristigen Entwicklung unterliegen, und schließlich an Relevanz für die Entscheidungsfindung einbüßen können. Auch durch eine sorgfältige Planung lassen sich nicht alle Eventualitäten vorhersehen oder der Entscheidung des örtlichen (technischen) Bauleiters überlassen bleiben. Hierzu bedarf es insbesondere bei Gebieten von hoher ökologischer Bedeutung einer ökologischen Bauleitung, die die technische Bauleitung in bestimmten Fragen unterstützt, z.B. bei der umweltschonenden Herstellung von Baustraßen, der Sicherung/Entnahme von unterspülten Gehölzen oder der fachgerechten Einbringung von Pflanzmaterial (z. B. Schilf u. a. Röhrichtpflanzen).

Empfehlung 4.2.9: In ökologisch sensiblen Gebieten soll neben der technischen Bauleitung auch eine ökologische Bauleitung bestellt werden.

Zu den Aufgaben der ökologischen Bauleitung gehört auch die Dokumentation der Umsetzung der Maßnahme, z. B. in Form von strukturierten Notizen, Planskizzen und Fotos.

Bereits in der Planungsphase sollte an die Nachsorge und Unterhaltung der Renaturierungsfläche sowie an Kontrolluntersuchungen gedacht werden. Am besten geschieht dies durch einen Managementplan als Teil der Gesamtplanung. Gleichzeitig sind entsprechende Mittel vorzuhalten, die möglicherweise nach der Empfehlung 4.2.8 eingespart werden konnten.

Empfehlung 4.2.10: In der Planung soll ein Managementplan enthalten sein, der auch Mittel für Nachsorge, Pflege und Unterhaltung sowie für Erfolgskontrolluntersuchungen vorsieht.

Zur Nachsorge gehören neben der Räumung der Baustelle, dem Schutz von Anpflanzungen u. a. auch Maßnahmen, die die Entwicklung der Renaturierungsfläche entsprechend den Renaturierungszielen sicherstellen. Bei hohem Nutzungsdruck kann es notwendig werden, die Renaturierungsfläche vorübergehend oder dauerhaft vor Publikumsverkehr zu schützen.

Empfehlung 4.2.11: Zum Schutz der Renaturierungsfläche einschließlich der Pflanzflächen von Uferpflanzen und der für die natürliche Eigenentwicklung vorgesehenen Flächen können vorübergehende oder dauerhafte Betretungs- bzw. Nutzungsverbote ausgesprochen werden.

Hierzu gibt es eine ganze Anzahl von Möglichkeiten, die in der Bevölkerung auch überwiegend akzeptiert werden. Die Skala reicht von einfachen Informationstafeln über Verbotsschilder, Besucher(weg)lenkung im Zuge der Wegeführung, künstlichen Betretungshindernisse (Gräben, Hecken) bis hin zu Einzäunungen.

Eine dauerhafte Akzeptanz bei der Bevölkerung – und damit bei den potenziellen Nutzern – ist jedoch nur gegeben, wenn (i) das allgemeine Renaturierungskonzept fachlich gut vorbereitet und offensiv in die breite Öffentlichkeit transportiert wird, und (ii) die konkreten Planungen einschließlich der beabsichtigten Nutzungseinschränkungen im weiten Vorfeld in geeigneter Weise diskutiert werden (vgl. Kap. 7.6).

Empfehlung 4.2.12: Sowohl im Vorfeld der Planungen als auch nach Fertigstellung der Maßnahme soll eine Information der Öffentlichkeit vorgesehen werden, insbesondere, wenn die Renaturierung mit Nutzungseinschränkungen einhergeht.

Detaillierte Ausarbeitungen der Empfehlungen 4.2.1 bis 4.2.12 sollten in einem Katalog an Planungsschritten und Planungsinformationen niedergelegt werden. Dieser Katalog spiegelt dabei die Quali-

tätsmerkmale der Planung wider, d.h. bei Erfüllung möglichst vieler Kriterien ist die Planung als qualitativ besser einzustufen als bei der Erfüllung nur weniger Kriterien. Aus der Sicht des Unternehmers/Antragstellers könnte dies mit Konsequenzen bei der Berücksichtigung in Förderprogrammen verbunden sein.

Empfehlung 4.3: Die Qualitätsmerkmale der Uferrenaturierungsplanung sollen mit Hilfe eines Katalogs an notwendigen Planungsschritten und -informationen umgesetzt werden.

Bei diesem Katalog handelt es sich teils um eine Strukturierung von Informationen, die schon bisher regelmäßig in den Renaturierungsakten enthalten waren, teils sind eine Reihe weiterer Aspekte (s. o.) hinzu gekommen, die bislang üblicherweise nicht erfasst und dargestellt wurden. Je nach den konkreten Randbedingungen können die einzelnen Punkte mit wenigen Sätzen oder mit einer ausführlichen Erläuterung abgearbeitet werden.

Die Unterlagen, die die wesentlichen Planungsschritte und -ergebnisse sowie die Umsetzung dokumentieren, sollten digital in einem allgemein verwendeten Format (z.B. *.pdf, *.xls, *.txt, *.doc, *.rtf, *.shp, *.dxf) auch über die vorgeschriebenen Aufbewahrungsfristen hinaus aufbewahrt werden, damit sie für Kontrolluntersuchungen, Nachsorge- und Unterhaltungsmaßnahmen, sowie für etwaige Weiterentwicklungs- und Verbesserungsbemühungen zur Verfügung stehen. Externe Gutachten (z. B. ökologische Begleituntersuchungen) sollten ebenfalls in digitaler Form in die Planungsunterlagen integriert werden.

Empfehlung 4.4: Die wesentlichen Planungs- und Umsetzungsschritte sollten in *digitaler* Form dokumentiert und archiviert werden.

7.5 Ökologische Begleituntersuchungen

Die ökologischen Begleituntersuchungen umfassen die ökologischen Voruntersuchungen, die Dokumentation während und unmittelbar nach der Umsetzungsphase sowie die Erfolgskontrolluntersuchungen, die einige Zeit nach Fertigstellung der Maßnahme durchgeführt werden.

Empfehlung 5.1: Bei jeder Renaturierungsmaßnahme sollen ökologische Begleituntersuchungen (Voruntersuchung, Dokumentation der Durchführung, Erfolgskontrolluntersuchung) durchgeführt werden.

Ökologische Begleituntersuchungen sollten bei jeder Renaturierungsmaßnahme durchgeführt werden. Der Aufwand kann je nach Größe und Bedeutung der Renaturierungsmaßnahme und je nach Komplexität der Ausgangslage gestaffelt sein. Bei kleinen, einfachen Vorhaben mit übersichtlicher Ausgangs-

lage werden vielleicht kurze Geländebegehungen und Expertenurteile ausreichend sein, in anderen Fällen sind umfangreiche Voruntersuchungen mehrerer Fachdisziplinen oder sogar die Anlage und das Monitoring von Testflächen notwendig. Zweckmäßigerweise werden im Bewusstsein der künftigen Maßnahme (-optionen) prüfbare Fragestellungen formuliert, die im Rahmen der Untersuchungen abgearbeitet werden und dann auch zu verbindlichen Resultaten führen. Die Aufgabe des Gutachters besteht letztlich darin, den positiven Sinn einer Renaturierung(-svariante) zu begründen; ein bloßer Nachweis der ökologischen Unbedenklichkeit bzw. Unschädlichkeit einer wasserwirtschaftlichen Planung reicht dazu nicht aus. Insgesamt sehen wir die Notwendigkeit, den Entscheidungswert ökologischer Gutachten zu verbessern, nachdem in der Vergangenheit dieser Wert eher gering veranschlagt war.

Um die Voruntersuchungen effizient zu gestalten, und um nicht bei jeder Maßnahme die gleichen Fragestellungen untersuchen zu müssen, sollten bestimmte „Standard-Lösungen“ geprüft und bewertet werden. Diese Standardlösungen betreffen die Bedeutung des Reliefs, des Substrats, der Vegetation bzw. der Bepflanzung und der Nutzung für die Biozönosen sowie das Potenzial zur eigendynamischen Entwicklung.

Empfehlung 5.2: Im Vorfeld zukünftiger Renaturierungen soll ein Satz von wasser- und landschaftsbaulichen „Standard-Lösungen“ auf ökologische, wasserbauliche und sozioökonomische Nachhaltigkeit geprüft und bewertet werden.

Beispielsweise könnte mit einem relativ einfachen Untersuchungsplan dargestellt werden, ob sich auf Geröllsubstrat eine andere Makrozoobenthosfauna ansiedelt als auf sandig-kiesigem Substrat, auf welchem Substrat und in welcher Höhe über dem Mittelwasserspiegel mit der Ansiedlung bestimmter Pflanzenarten zu rechnen ist, oder ob sich die Vegetation in einem eingezäunten Areal ohne Nutzung anders entwickelt als in einem genutzten Areal. In jedem Fall werden bestimmte praxisorientierte Fragestellungen mit einem geeigneten Untersuchungsplan bearbeitet. Erste Untersuchungen, die dieser Empfehlung entsprechen, wurden im FIREBO-Projekt (WITTKUGEL & MÖRTL 2008) und in dieser Studie durchgeführt.

Eine Vielzahl von planungsrelevanten Gesichtspunkten und Fragestellungen werden aber nach wie vor durch Erhebungen im Planungsgebiet selbst bearbeitet werden müssen. Dabei sollte vorab geklärt werden, welche Größen erhoben oder gemessen werden müssen, und welche Relevanz die möglichen Ergebnisse für die Planung besitzen. Es macht keinen Sinn, „irgendetwas“ oder „alles“ zu untersuchen. Auch hier kann der Untersuchungsaufwand gestaffelt werden: Für kleinere Maßnahme kann ein Ankreuzbogen zur Erfassung von Biotoptypen ausreichend sein, bei komplizierter Ausgangslage (evtl. mit Beweissicherung) können entsprechend umfangreichere Untersuchungen notwendig werden.

Um die Effizienz der Erfolgskontrolluntersuchungen zu erhöhen, sollten diese unter den gleichen Bedingungen durchgeführt werden wie die Voruntersuchungen. Das bedeutet letztlich, dass Vor- und Kontrolluntersuchungen gleich zu Beginn einer Maßnahmenplanung gemeinsam strukturiert werden müssen. Die möglichst konstant zu haltenden Randbedingungen betreffen die Auswahl der Untersuchungsparameter, die Methodik und apparative Ausstattung ebenso wie die (gleichen, eingemessenen) Lokalitäten der Probennahme, die gleiche Jahreszeit und möglichst vergleichbare Wasserstandsbedingungen.

Empfehlung 5.3: Die Erfolgskontrolluntersuchungen sollen unter den gleichen Randbedingungen (Methodik, Positionen, Jahreszeit, Wasserstand) durchgeführt werden wie die Voruntersuchungen; um dies sicherzustellen, soll ein Untersuchungsplan entworfen werden, der Bestandteil der Gesamtplanung und der Gesamtkostenrechnung ist.

Es bleibt zu erwähnen, dass die Gutachter nachprüfbar über eine fachliche Qualifikation verfügen und unabhängig sein müssen. Letzteres bedeutet, dass der Gutachter nicht Subunternehmer des beauftragten Tiefbauunternehmens oder Planungsbüros sein kann, sondern z. B. direkt durch den Antragsteller bzw. Maßnahmenträger beauftragt wird.

7.6 Öffentlichkeitsarbeit

Wir vermuten, dass die Umsetzung weiterer Renaturierungsmaßnahmen zunehmend auf Widerstände bestimmter Gruppen oder einzelnen Anlieger stoßen wird. Denn schließlich sind die „einfachen" Renaturierungsmaßnahmen bereits umgesetzt. Umso wichtiger wird die Kommunikation, nicht nur mit den unmittelbar Betroffenen und Einspruchsberechtigten, sondern mit der interessierten Öffentlichkeit (Fachleute, Entscheidungsträger, Akteure, Interessensgruppen) und mit der breiten Öffentlichkeit (vgl. auch Art. 14 EG-WRRL, CIS WG 2.9 2003).

Die breite Öffentlichkeit wurde bisher recht intensiv durch eine Vielzahl von Informationstafeln auf und neben den Renaturierungsflächen bedient, die teils direkt auf die Hintergründe und Ziele der Renaturierung hinweisen. Allerdings werden auf diese Weise nur die Besucher der Renaturierungsflächen erreicht – wobei offen bleibt, wie häufig die Informationstafel gelesen werden, und ob sich die Inhalte im Bewusstsein der Rezipienten „festsetzen". Andere Formen der Kommunikation wurden bisher nur punktuell erprobt.

Empfehlung 6.1: Die bisherigen Formen der Öffentlichkeitsarbeit (Informationstafeln für die breite Öffentlichkeit) sollen fortgesetzt werden; zusätzlich soll das Spektrum auf andere Medien und Zielgruppen erweitert werden.

Im Hinblick auf die Öffentlichkeitswirkung gibt es eine Reihe von erprobten Wegen, beginnend bei der Information von Gemeinderäten über Presseberichterstattung, Faltblätter, Präsentation auf CD, im Internet bis hin zu ‚live'-Vorträgen, Führungen u. a. Im Vorfeld der Umsetzung sollte ein persönlicher Austausch mit den Interessensgruppen bevorzugt werden. Dabei sollen unseres Erachtens die *ökologischen* Zielsetzungen klar formuliert und auch gegenüber potenziellen Nutzergruppen offensiv vertreten werden.

Öffentlichkeitsarbeit ist aber auch als fachlicher Meinungs- und Erfahrungsaustausch zu verstehen. Hier könnte ein stärkeres Engagement der an Renaturierungsmaßnahmen beteiligten Fachleute dem gemeinsamen Verständnis und der Optimierung von Renaturierungen dienen.

Empfehlung 6.2: Die Akteure sollen sich stärker an den Fachdiskussionsforen beteiligen, um den Erfahrungsaustausch zu fördern und die Optimierung von Renaturierungsmaßnahmen zu beschleunigen.

Hierzu steht mit Fachzeitschriften, (ingenieurs-)wissenschaftlichen Vereinigungen und Tagungen bzw. Workshops eine Reihe von Foren zur Verfügung, die in der Vergangenheit leider nur wenig genutzt wurden. Wir sind der Überzeugung, dass ein intensivierter fachlicher Austausch die Qualität der Renaturierungsplanungen verbessern wird.

8. Literatur

AMT DER LANDESHAUPTSTADT BREGENZ (Hg.) (2005): Projekt Lebenraumsicherung für *Myosotis rehsteineri* in Bregenz – LIFE2000/NAT/A/7069. – Abschlussbericht für den Zeitraum 1.9.2001 bis 31.5.2005, 60 S. + Anhänge, Bregenz.

BERNATOWICZ, S. & ZACHWIEJA, J. (1966): Types of littoral found in the lakes of the Masurian and Suwalki lakelands. – Ekol. Polska Ser. A 14: 519–545.

BERNOTAT, D., JEBRAM, J., GRUEHN, D., KAISER, T., KRÖNERT, T., PLACHTER, H., RÜCKRIEM, C. & WINKELBRANDT, A. (2002): Gelbdruck „Bewertung". – In: H. PLACHTER, D. BERNOTAT, R. MÜSSNER & U. RIECKEN (Hg.), Entwicklung und Festlegung von Methodenstandards im Naturschutz. Schrr. Landschaftspfl. Natursch. 70: 357–407. Bonn-Bad Godesberg.

BIRD, E.C.F. (1996): Beach management. – J. Wiley & Sons, London.

BRÄUNICKE, M. & TRAUTNER, T. 2002. Die Laufkäfer der Bodenseeufer. Indikatoren für naturschutzfachliche Bedeutung und Entwicklungsziele. 116 S., 55 Abb.

BREUNIG, T. & DEMUTH, S. (1999): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württemberg. – Naturschutz-Praxis, Artenschutz 2, 161 S.

BUWAL (2002): Rote Liste der gefährdeten Arten der Schweiz – Farn- und Blütenpflanzen. – 118 S., Bern.

CARTER, R.W.G. (1982): Coastal Environments. – 617 S., London.

CIS WG 2.3 (Common Implementation Strategy, Working Group 2.3, REFCOND) (2003): Leitfaden zur Ableitung von Referenzbedingungen und zur Festlegung von Grenzen zwischen ökologischen Zustandsklassen für oberirdische Binnengewässer. Deutsche Fassung, 108 S. (www.umweltbundesamt.de).

CIS WG 2.9 (Common Implementation Strategy, Working Group 2.9) (2003): Public Participation in Relation to the Water Framework Directive. – Guidance document no. 8, 201 S., Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities (Hg.)

DIENST, M. & OSTENDORP, W. (2007): Vorstudie zum Ökologischen Gesamtkonzept für das Kreuzlinger Bodenseeufer. – Gutachten der AGBU im Auftrag der Bauverwaltung Kreuzlingen, 53 S., Konstanz.

DITTRICH, A. & WESTRICH, B. (1988): Bodenseeufererosion: Bestandsaufnahme und Bewertung. – Mitt. Inst. Wasserbau Univ. Stuttgart, Heft 68, Stuttgart.

DITTRICH, A., WEISSER, H., BRENNER, S. & SCHNAUDER, I. (1999): Untersuchungen zum Stabilitätsverhalten von Böschungen des Bodenseeufers. – Endbericht für die Gewässerdirektion Donau/Bodensee, bereich Ravensburg, 106 S. + Anh., Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe.

DREXLER, A. M. (1980): Umweltpolitik am Bodensee Baden-Württemberg. – 301 S., Neinhaus-Verl., Konstanz.

EPPINGER, R. & KRUMSCHEID-PLANKERT, P. (1991): Uferrenaturierungen am Bodensee-Obersee. Erfahrungen mit verschiedenen Pflanzmethoden. – Neue Landschaft 36: 253–258.

FREUDE, H., HARDE, K.W. & LOHSE, G.A. (2004): Die Käfer Mitteleuropas Bd. 2 Carabidae. 2. Aufl., 521 S.

GRABHER, M., LOACKER, I. & ASCHAUER, M. (2006): Bestandsentwicklung der Strandschmielen-Gesellschaft (Deschampsietum rhenanae OBERDORFER 1957) am Mehrerauer Seeufer in Bregenz von 2003 bis 2005. – Vorarlberger Naturschau – forschen und entdecken 19: 65–84.

GROK (Gemeinsame Raumordnungskommissionen Bundesrepublik Deutschland, Schweizerische Eidgenossenschaft, Republik Österreich) (1983): Internationales Leitbild für das Bodenseegebiet. – 64 S., Stuttgart.

IBK (Internationale Bodenseekonferenz) (1995): Bodenseeleitbild. – 42 S., Konstanz.

IGKB (Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee) (1987): Richtlinien für die Reinhaltung des Bodensees. – zweite Fassung vom 27.05.1987. – 34 S., fortgeschrieben am 31. Mai 2000 und am 23. Mai 2001 (www.igkb.de/pdf/amtsblatt.pdf).

IGKB (Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee) (2004): Aktionsprogramm Bodensee 2004 bis 2009 – Schwerpunkt Ufer- und Flachwasserzone. – 18 S., Bregenz.

IGKB (Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee) (2005): Bodensee-Richtlinien. – 27 S. u. Ang. (www.igkb.org).

IGKB (2006): Bodensee-Uferbewertung. – Faltblatt und CD-ROM.

KAULE, G. (1991): Arten- und Biotopschutz. – 519 S., Ulmer Verl., Stuttgart.

KOORDINATIONSGRUPPE IM BEARBEITUNGSGEBIET ALPENRHEIN/BODENSEE (2005): Flussgebietseinheit Rhein - Bearbeitungsgebiet Alpenrhein/Bodensee. – Bericht zur Bestandsaufnahme in Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie der EU, Bregenz, 90 S.

KRAUSS, N. C. & W. MCDOUGAL, G. (1996): The effect of sea walls on the beach: Part 1 An updated literature review. – J. Coastal Res. 12: 619–701.

KRUMSCHEID-PLANKERT, P. (1993): Restoration of reed stands at Lake Constance-Obersee - a preliminary report on results of the BM-reserach project. – In: OSTENDORP, W. & P. KRUMSCHEID-PLANKERT (Hg.), Seeuferzerstörung und Seeuferrenaturierung in Mitteleuropa. – Limnologie Aktuell Bd. 5, S. 179–187. Stuttgart.

KRUMSCHEID, P. (1987): Ökologische Bestandsaufnahme der Schilffront der natürlichen Uferschilfbestände im Bodenseekreis (Sipplingen bis Langenargen) sowie Untersuchungen zur Bestandsflächenänderung durch Auswertung von Luftbildserien. – Bericht für das Landratsamt Bodenseekreis, Bd. I Text, 57 S. + Tabb. i. A., Bd. II Pläne.

KRUMSCHEID-PLANKERT, P. (1992): Uferrenaturioerung und Röhrichtschutz. – Abschlussbericht zum Entwicklung- und Erprobungsvorhaben "Wiederansiedlung von Schilfbeständen am Bodensee". – Bd. I (Text), 116 S., Bd. II (Anlagen).

LANG, G. (1973): Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. – 451 S., Fischer, Jena.

LANG, G. (1981): Die submersen Makrophyten des Bodensees – 1978 im Vergleich mit 1967. – Ber. IGKB 26: 64 S.

LAWA (2003): Arbeitshilfe zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie. – Bericht (www.wasserblick.de).

LFU BW (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg) (2000): Verzeichnis der Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete des Landes Baden-Württemberg. – Fachdienst Naturschutz – Flächenschutz 3; 28 S. + Kte i. d.Beil. + CD-ROM, Karlsruhe.

LFU BW (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg) (2001): Naturnahe Uferbereiche und Flachwasserzonen des Bodensees. – Biotope in Baden-Württemberg 13: 47 S., Karlsruhe.

LFU BW (Landesanstalt für Umweltschutz des Landes Baden-Württemberg) (2004): §-24a-Kartierung Baden-Württemberg, Kartieranleitung für die geschützten Biotope nach § 24a NatSchG. – 6. Aufl., Karlsruhe.

LFU BW – ISF (2001): Uferrenaturierungen am Bodensee. – 1. Aufl., Loseblattsammlung, Karlsruhe, bearb. von P. Teiber, M. & M. Weyhmüller.

LÖDERBUSCH, W. (1991): Untersuchungen zur Laufkäferfauna des Bodenseeufers. – Unveröff. Bericht für das Wasserwirtschaftsamt Ravensburg, 47 S. + Anh.

LORENZ, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Lauf- u. Sandlaufkäfer Deutschlands. www.lfu.bayern.de/ natur/daten/ rote_liste_tiere/doc/tiere/carabidae.pdf.

LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F. (1988): Statistical Ecology. – 337 S., New York (Wiley).

MARGGI, W. A. (1992): Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz (Cicindelidae und Carabidae), Coleoptera. – Documenta faunistica Helvetiae, Heft 13.

MARGGI, W. A. (1994): Rote Liste der gefährdeten Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz. In: DUELLI, P. (Red.): Rote Liste der gefährdeten Tierarten der Schweiz. Bern. – Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, BUWAL.

MELUF BW (Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten Baden-Württemberg) (1981): Grundsätze zum Schutz der Flachwasserzone des Bodensees. – Wasserwirtschafts-verwaltung, Heft 11: 29 S. + Kte. i. Anh., Stuttgart.

MÜLLER-MOTZFELD, G. (Hg.) (2006): Bd. 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkä-fer). – In: FREUDE, H., K. W. HARDE, G. A. LOHSE & KLAUSNITZER, B.: Die Käfer Mitteleuropas. Bd 2 Adephaga 1: Carabidae (Laufkäfer), 2. Aufl. 521 S., Berlin.

MÜSSNER, R., BASTIAN, O., BÖTTCHER, M. & FINCK, P. (2002): Gelbdruck „Leitbildentwicklung“. – In: PLACHTER, H., BERNOTAT, D., MÜSSNER, R. & RIECKEN, U. (Hg.), Entwicklung und Festlegung von Methodenstandards im Naturschutz. – Schrr. Landschaftspfl. Natursch. 70: 333–355, Bonn-Bad Godesberg.

NIKLFELD, H.& SCHRATT-EHRENDORFER, L. (1999): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta und Spermatophyta) Österreichs, 2. Fassung. – In*:* NIKLFELD, H. (Hg.), Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs, 2. Aufl. – Grüne Reihe Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie (Wien)10: 33–130, Graz.

OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora von Deutschland. – 8. Aufl., 1051 S., Ulmer, Stuttgart.

OESCH, Th. & STIEGER, R. (2002): Schlussbericht Seeufergestaltung Staad-Ost. – Bericht, 15 S., Balgach.

OSTENDORP, W. (1991): Zur Geschichte der Uferröhrichte des Bodensee-Ufers. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee 109: 215–233.

OSTENDORP, W. (2004): Was haben wir aus dem Bodenseeufer gemacht? – Schr. Ver. Gesch. Bodensee 122: 181–251.

OSTENDORP, W. (2006): Entwicklung eines naturschutz- und gewässerschutzfachlichen Übersichtsverfahrens zur hydromorphologischen Zustandserfassung von Seeufern. Teil A: Übersicht des aktuellen Kenntnis- und Diskussionsstands. – Forschungsbericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Kennz. 23725-33/2, Limnologisches Institut der Universität Konstanz, 80 S.

OSTENDORP, W. (2008): Seeuferrenaturierung. In: ZERBE, S. & G. WIEGLEB (Hg.), Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. – Elsevier (i. Dr.).

OSTENDORP, W. & KRUMSCHEID-PLANKERT, P. (Hg.), Seeuferzerstörung und Seeuferrenaturierung in Mitteleuropa. Limnologie Aktuell Bd. 5, 269.S., Stuttgart.

OSTENDORP, W., BREM, H.-J., DIENST, M., JÖHNK, K., MAINBERGER, M., PEINTINGER, M., REY, P., ROSSKNECHT, H., SCHLICHTHERLE, H., STRAILE, D. & STRANG, I. (2007): Auswirkungen des globalen Klimawandels auf den Bodensee. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee Bd. 125: 199–244.

OSTENDORP, W., DIENST, M., JACOBY, H., KRAMER, I., PEINTINGER, M., SCHMIEDER, K. & WERNER, S. (2005): Naturschutz- und gewässerschutzfachliche Bewertung von Seeufern am Beispiel des Bodensees. – Natur und Mensch, Jg. 2005, H. 1: 24–31.

PATT, M., JÜRGING, P., & KRAUS, W. (2004) Naturnaher Wasserbau – Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. – 2. Aufl., 420 S., Berlin.

PIROTH, K. & PLATE, E. (1993): The wave climate, an important factor in lakeshore deterioration – concept and measurements at Lake Constance. – In: OSTENDORP, W. & KRUMSCHEID-PLANKERT, P. (Hg.), Seeuferzerstörung und Seeuferrenaturierung in Mitteleuropa. – Limnologie aktuell 5: 77–92.

PILKEY, O. H. & WRIGHT, H. L. (1988): Seawalls versus beaches. – In: N. C. KRAUSS & O. H. PILKEY (Hg.), The effects of seawalls on the beach. – J. Coastal Res. Special Issue 4.

REGIERUNG VON SCHWABEN (1984): Bayerischer Bodenseeuferplan. – Text und Plansammlung, Augsburg.

ROTHSTEIN, H. (1995): Ökologischer Landschaftsbau – Grundlagen und Maßnahmen. – 266 S., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

RVBO (Regionalverband Bodensee-Oberschwaben) (1984): Bodenseeuferplan. – 68 S. + Kte. i. Anh. Ravensburg.

RVHB (Regionalverband Hochrhein-Bodensee) (1984): Bodenseeuferplan. – 52 S. + Kte i. Anh., Waldshut.

SCHIECHTL, H. M. & STERN, R. (2002): Naturnaher Wasserbau. Anleitung für ingenieurbiologische Bauweisen. – 227 S., Berlin.

SCHLUDE, M. (1993): Untersuchungen zur Laufkäferfauna der Strandrasen am westlichen Bodenseeufer. – Unveröff. Diplomarbeit Univ. Konstanz. 139 S.

SCHÖLLHORN, W. (1993): Wiederansiedlung von Schilfbeständen am Bodensee-Obersee: Technische Durchführung der Baumaßnahmen im BMU-Projekt. – In: OSTENDORP, W. & KRUMSCHEID-PLANKERT, P. (Hg.), Seeuferzerstörung und Seeuferrenaturierung in Mitteleuropa. Limnologie Aktuell Bd. 5, S. 169–178. Stuttgart.

SCHRÖDER, R. (1981): Die Veränderungen der submersen Makrophytenvegetation des Bodensees in ausgewählten Testflächen in den Jahren 1967-1978. – Ber. IGKB 27: 116 S.

SIESSEGGER, B. (1968): Veränderungen des Phosphat-P- und Ammonium-N-Gehaltes im Litoral des Bodensees nach Stürmen durch den Eintrag aus den aufgewühlten Sedimenten. – gwf-wasser/abwasser 109(44): 1237–1238.

SIESSEGGER, B. (1970): Limnologische Untersuchungen über das Litoral am Bodensee (am Beispiel der Friedrichshafener Bucht). – gwf-wasser/abwasser 111: 488–493.

SIESSEGGER, B. (1980): Bayerischer Bodensee-Uferplan. Grundsätze zum Schutz der Flachwasserzone des Bodensees. – Bericht des Instituts für Seenforschung der LfU (heute: LUBW), Langenargen, 117 S.

SIESSEGGER, B. & TEIBER, P. (1999): Das Bodenseeufer – ein Stiefkind des Gewässerschutzes auf dem mühsamen Weg zur Besserung. – Natur und Mensch Jg. 41: 9–15.

SIESSEGGER, B. & TEIBER, P. (2001): Erfolgsmodell für Renaturierungen am Bodenseeufer. – Ingenieurbiologie/Genie Biologique Heft 03/2001: 1–14.

SIESSEGGER, B. & TEIBER-SIESSEGGER, P. (2005): Uferrenaturierungen am Bodensee. – In: Naturforschende Gesellschaft Zürich (Hg.), Der Rhein – Lebensader einer Region. Neujahrsblatt auf das Jahr 2006, S. 361–382. Alpnach-Dorf (CH).

StMUGV (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz) (Hg.) (2005): Rote Liste der gefährdeten Gefäßpflanzen Bayerns. – Schriftenreihe 166: 151–186.

TEIBER, P. (2003): Zustandsbeschreibung des Bodenseeufers – Statistische Auswertung. – Studie im Auftrag der Internationalen Bodenseekonferenz, 24 S. + Anh.

TEIBER, P. (2005): Limnologische Bewertung der Ufer- und Flachwasserzone des Bodensees. Teil 1: Arbeitsgrundlage zur Bewertung der Einzelkomponenten. – Ber. IGKB 55: 1–44. Langenargen.

TRAPP, W. (1991): Die organisierte Bemühung um den „Fremdenzufluss“. – In: Internationaler Arbeitskreis Bodensee-Ausstellungen (Hg.), Sommerfrische – Die touristische Entdeckung der Bodenseelandschaft, S. 11–20. Rorschach.

TRAUTNER, J. & FRITZE, M. A. (1999) 14, Laufkäfer. In: Vereinigung umweltwissenschaftlicher Berufsverbände Deutschlands e. V. (Hg.): Handbuch landschaftsökologischer Leistungen. Empfehlungen zur aufwandbezogenen Honorarermittlung. – Veröff. VUBD 1 (3. überarb. u. erweit. Aufl.): 184–195.

TRAUTNER, J., MÜLLER-MOTZFELD, G., & BRÄUNICKE, M. (1997) Rote Liste der Sandlaufkäfer und Laufkäfer Deutschlands. 2. Fassung, Stand Dezember 1996. – Naturschutz und Landschaftsplanung 29, 9, 261–273.

TRAUTNER, J., BRÄUNICKE, M., KIECHLE, J., KRAMER, M., RIETZE, J., SCHANOWSKI, A. & WOLF-SCHWENNINGER, K. (2005): Rote Liste und Artenverzeichnis der Laufkäfer Baden-Württembergs (Coleoptera: Carabidae), 3. Fassung, Stand Oktober 2005. – Naturschutz-Praxis, Artenschutz 9, S. 1–31.

UVM BW (Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg) (1995): Umweltprogramm Bodensee-Raum. – Broschüre, 110 S., Stuttgart.

WACHMANN, E., PLATEN, R. & BARNDT, D. (1995): Laufkäfer Beobachtung, Lebensweise. – 295 S., Naturbuch-Verlag, Augsburg.

WENDLING, O. (1997): Momentaufnahme der Erosions- und Akkumulationszustände zweier Uferrenaturierungsgebiete am Bodensee. – Diplomarbeit im Fachbereich VI, Geographie/Geowissenschaften der Universität Trier, 91 S.

WITTKUGEL, C. & MÖRTL, M. (2008): FIREBO – Fischfreundliche Renaturierung am Bodensee. – Bericht der LUBW (im Druck).

ZERBE, S. & WIEGLEB, G. (Hg.), Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa. – Elsevier (im Druck).

9. Glossar

Einkorngemisch	Substrate, die aus Körnern einer oder weniger benachbarter Korngrößenklassen bestehen
Eulitoral	Lebensraum der Wasserwechselzone zwischen dem mittleren jährlichen Niedrigwasserstand und dem mittleren Jahreshochstand, in dem Pflanzen und Tiere leben können, die an die wechselnden Wasserstände angepasst sind
flachscharig	Ufer mit geringer Hangneigung (vgl. Schar, Schäre – Ufer, Untiefe, Klippe; Schardeich)
Flachwasserzone	Tiefenbereich , in dem die Wellengeschwindigkeit im wesentlichen von der Wassertiefe abhängig ist, d.h. die Wellenhöhe ist kleiner als die halbe Wellenlänge (DIN 4044, 1.21 und DIN 4049-3, 3 2.6.12)
Gerölle	abgerundete Gesteinsstücke von über 63 bis 200 mm Durchmesser (DIN 4047-3, 2.72)
Jährlichkeit (von Wasserständen)	auch: Wiederholungszeitspanne, Wiederkehrintervall; mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert entweder einmal erreicht oder überschreitet bzw. einmal erreicht oder unterschreitet (DIN 4049-1, 3.3)
Kies	abgerundete Gesteinsstücke von 2 bis 63 mm Durchmesser (DIN 4047-3, 2.78 u. DIN 4047-10, 1.10)
landseitige Uferzone	Zone zwischen der landseitigen Grenze des →Eulitorals und der landseitigen Grenze der →Uferzone
Leitbild, abstraktes	sehr guter Zustand (hier: eines Uferabschnitts), der einem aktuellen oder früheren Zustand entspricht, der durch sehr geringe menschliche Eingriffe oder Belastungen gekennzeichnet ist, insbesondere ohne Auswirkungen bedeutender Industrialisierung, Urbanisierung, Erholungsnutzung und Intensivierung der Landwirtschaft und mit nur sehr geringfügigen Veränderungen der physikalisch-chemischen, hydromorphologischen und biologischen Bedingungen (vgl. CIS WG 2.3 2003, S. 41 u. Toolbox No. 1)
Leitbild, konkretes	Wertebereiche, die die morphologischen, hydrologischen, hydrochemischen, pedologischen, Substrat- und biotischen Meßgrößen (hier: eines konkreten Uferabschnitts) im sehr guten Zustand einnehmen
Litoral	Lebensraum zwischen der Wassertiefe, in der noch nennenswerten PAR(Photosynthetic Active Radiation)-Strahlungsmengen auf dem Gewässergrund wirksam werden (euphotische Zone) und der Linie des jährlich mittleren Hochwassers

Mehrkorngemisch	Substrate, die aus Körnern mit einem sehr breiten Spektrum an Korngrößenklassen bestehen
Referenzzustand	Wertebereich, den eine Messgröße im „sehr guten" Zustand (→konkretes Leitbild) einnimmt
Renaturierungspotenzial	verbal beschriebener Unterschied zwischen dem Ist-Zustand (hier: eines Uferabschnitts) und den am konkreten Leitbild orientierten Zielsetzungen der Renaturierung
Sand	Sediment aus unverfestigte Mineralkörnern, die vorwiegend durch fließendes Wasser oder durch Wind abgelagert wurden (vgl. DIN 4047-3, 2.79) mit einer Korngröße von 0,063 bis 2 mm Durchmesser (DIN 4047-10, 1.11)
(See-)Ufer	die gürtelförmig um den See reichende Zone beiderseits der Wasserlinie, in der der landseitige Abschnitt durch die Hochwasserstände des Sees beeinflusst wird und dessen wasserseitiger Abschnitt so weit in den See reicht wie Flachwasserwellen oder nennenswerten PAR(Photosynthetic Active Radiation)-Strahlungsmengen auf dem Gewässergrund wirksam werden; das Seeufer wird gegliedert in das →Sublitoral, das →Eulitoral und die →landseitige Uferzone
Seeufererschließung	Maßnahmen und Einrichtungen, die der besseren Nutzung (z.B. Freizeitnutzung einschl. Häfen u. a. Wassersportanlagen) des Seeufers durch die Öffentlichkeit dienen, z.B. Ver- und Entsorgungseinrichtungen, Anschluss an das Verkehrsnetz, Grünanlagen, öffentlicher Zugang zum Seeufer, Uferpromenade, Erholungsflächen, Freizeitgeräte etc.
Seeuferrenaturierung	die leitbildorientierte Rückführung eines bereits anthropogen beeinträchtigen Seeuferabschnitts in einen naturnäheren Zustand (vgl. auch DIN 4047 Teil 10 7.28)
Seeuferschutz	aktive Maßnahmen zur Erhaltung eines naturnahen Seeufers, die die ufertypischen Lebensräume vor anthropogenen Belastungen schützen, die geeignet sind, die räumliche Ausdehnung der Lebensräume, ihre Qualität, ihre räumliche Beziehung (Vernetzung) und ihr Potenzial zur eigendynamischen Entwicklung (Feststoffdynamik, Morphodynamik, Vegetationsdynamik) bedeutend beeinträchtigen
Selbstreinigung	Vorgang, bei dem Wasserinhaltsstoffe durch biologische, chemische oder physikalische Vorgänge ohne Zutun des Menschen aus dem Wasserkörper abgeschiedenen oder so verändert werden, dass ihre nachteilige Einwirkung auf die Wassergüte vermindert ist (vgl. DIN 4045, 1.25, DIN 4049-2, 1.17 u. ISO

	6107-1 2.35)
steilscharig	Ufer mit großer Hangneigung
Sublitoral	Lebensraum der Uferzone, der im Jahresverlauf permanent überschwemmt ist
Überschreitungswahrscheinlichkeit	statistisch berechnete Dauer, in der ein bestimmter Wert innerhalb einer bestimmten längeren Zeitspanne einmal erreicht oder überschritten wird (vgl. DIN 4049-1, 3.5)
Unterschreitungswahrscheinlichkeit	statistisch berechnete Dauer, in der ein bestimmter Wert innerhalb einer bestimmten längeren Zeitspanne einmal unterschritten wird (vgl. DIN 4049-1 3.4)
Wacken	mundartlich: kleinere [verwitternde] Gesteinsbrocken

Danksagungen

Die Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) e.V. bedankt sich bei allen, die zum Gelingen des Projekts beigetragen haben:

- beim Institut für Seenforschung, insbesondere bei Herrn Dr. H.G. Schröder, der den Anstoß zu dieser Studie gab,
- bei den Bearbeitern des Projekts für Ihr großes Engagement, das weit über den geplanten und finanzierten Rahmen hinausging, sowie bei Herrn Dr. M. Herrmann für die Unterstützung der Geländearbeiten,
- bei den Mitgliedern der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe, bestehend aus Herrn E. Stegmaier (RP Freiburg, Ref. 56), Herrn Dr. B. Schall (RP Tübingen, Ref. 56), Herrn O. Stenzel (RP Freiburg, Ref. 51), Herrn K. Kersting (RP Tübingen Ref. 53.2), den Herren F. Bauer und M. Huber (WWA Kempten), Frau L. Walser (IUL Vorarlberg), Herrn Dr. A. Brülisauer (Amt für Raumentwicklung, Kt. St. Gallen), Herrn H. Ehmann (Amt für Umwelt, Kt. Thurgau), und den Herren Drs. H.G. Schröder, H. Güde und H. Löffler (ISF der LUBW), für ihre vielfältigen Anregungen und Informationen sowie für ihre Unterstützung bei der Erschließung der Renaturierungsakten-Bestände
- bei Herrn L. Scholz (Konstanz, Mitarbeiter der Wasserwirtschaftsverwaltung in Konstanz bzw. Ravensburg i. R.), Herrn G. Ender (Amt der Landeshauptstadt Bregenz), Herrn J. Kübler (Büro 365°), Herrn W. Niederer (Rheindeltahaus Hard), Th. Ösch (OePlan AG), sowie zahlreichen weiteren Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Umweltverwaltungen in den Landkreise und Gemeinden für die vielfältigen Informationen und die Bereitstellung von Unterlagen

Vor allem bedanken wir uns beim INTERREG IIIA-Programm sowie bei den Regierungspräsidien Freiburg und Tübingen, dem Wasserwirtschaftsamt Kempten, dem Land Vorarlberg und den Kantonen St. Gallen und Thurgau, die durch ihre Kofinanzierungsmittel einen Teil dieser Studie unterstützt haben.