

# Seeuferrenaturierungen am Bodensee

## Naturschutzfachliche Bestandsaufnahme und Empfehlungen

*Shore restoration works at Lake Constance*  
*Survey of conservation value and recommendations*

Wolfgang Ostendorf, Michael Dienst, Wilfried Löderbusch, Markus Peintinger und Irene Strang

### Zusammenfassung

In dieser Untersuchung wurden 18 Renaturierungsmaßnahmen (4 Bau- bzw. Substrattypen, 2 Stufen der Nutzungsintensität) sowie 9 Referenzflächen ausgewählt, um den naturschutzfachlichen Erfolg der Seeuferrenaturierungen anhand der Indikatoren Biotoptypen, Gefäßpflanzenflora und Vegetation, Laufkäferfauna sowie Art und Intensität der Freizeitnutzung zu untersuchen. Die Typen „Schilf“ und „Kies/ungenutzt“ erreichten eine ähnliche naturschutzfachliche Wertigkeit wie die zugehörigen Referenzflächen. Bei den anderen Typen wurde der Wert durch zu grobes bewegtes Substrat (meist Geröll) gemindert. Für zukünftige Renaturierungen empfehlen wir 1.) eine nicht zu steile, vielfältige Reliefgestaltung, 2.) die Einbringung von sandig-kiesigen Substraten mit breitem Korngrößenspektrum, 3.) eine deutliche Begrenzung der Nutzungsintensität, 4.) die Zulassung einer eigendynamischen Entwicklung sowie 5.) eine bessere Anbindung der renaturierten Fläche an naturnahe Biotope im Hinterland. Bei einer Abflachung des Ufers sollte 6.) der Eingriff eher im landseitigen Bereich als im Sublitoral erfolgen.

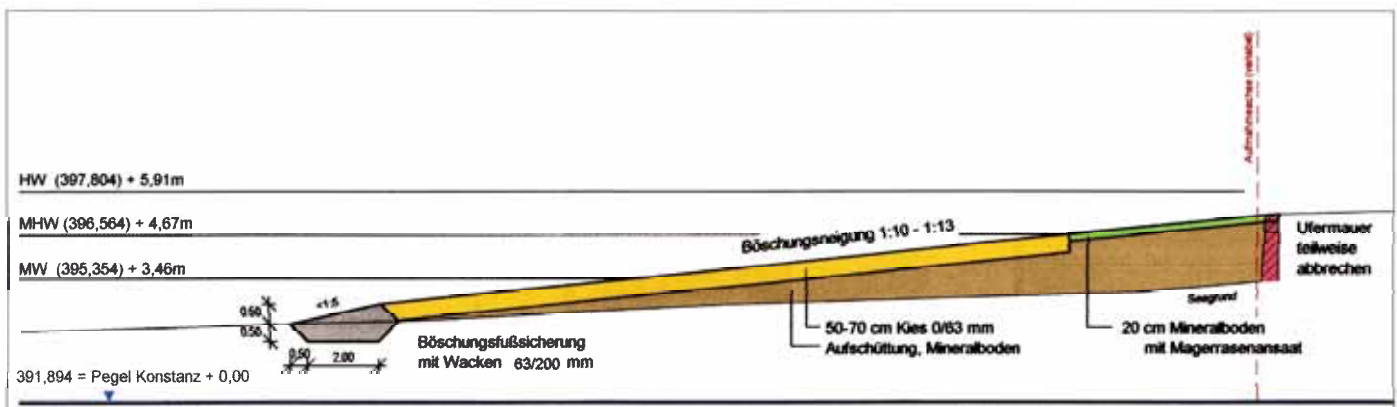
### 1 Einleitung

Naturnahe Seeufer besitzen eine hohe Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz, den Schutz des Gewässers vor Nähr- und Schadstoffeinschwemmungen und als Kulisse für den Tourismus. An vielen mitteleuropäischen Seen sind die Ufer jedoch durch Aufschüttungen, Uferbefestigungen und Einbauten morphologisch erheblich verändert, so dass ihre ökologischen und ästhetischen Funktionen in Frage gestellt sind. Daraus entwickelte sich seit den 1980er-Jahren der Wunsch, künstlich veränderte Uferstrecken durch Renaturierungsmaßnahmen natürlicher zu gestalten, um die nachteiligen Folgen der „harten“ Uferverbauungen rückgängig zu machen (Übersicht OSTENDORP 2009a). Uferrenaturierungen wurden bisher vornehmlich unter wasserbaulichen Aspekten betrachtet, während naturschutzfachliche Gesichtspunkte – wie die Wiederherstellung und Entwicklung von Lebensräumen, die Sicherung und Ausdehnung der Populationen schützenswerter Arten sowie die naturnahe Dynamik der Seeufer-Lebensräume – eher eine untergeordnete Rolle spielten. Eine umfassende Erfolgskontrolle der bislang an Seeufern durchgeführten Renaturierungen wurde noch nicht vorgelegt.

Am Beispiel des Bodensees haben wir die bestehenden Uferrenaturierungen im Hinblick auf ihre naturschutzfachliche Bedeutung (Biotoptypen, Gefäßpflanzenflora und Vegetation, Laufkäferfauna, Freizeitnutzung) untersucht, um daraus Empfehlungen für zukünftige Maßnahmen sowie für die ökologische Aufwertung bestehender Maßnahmen abzuleiten.

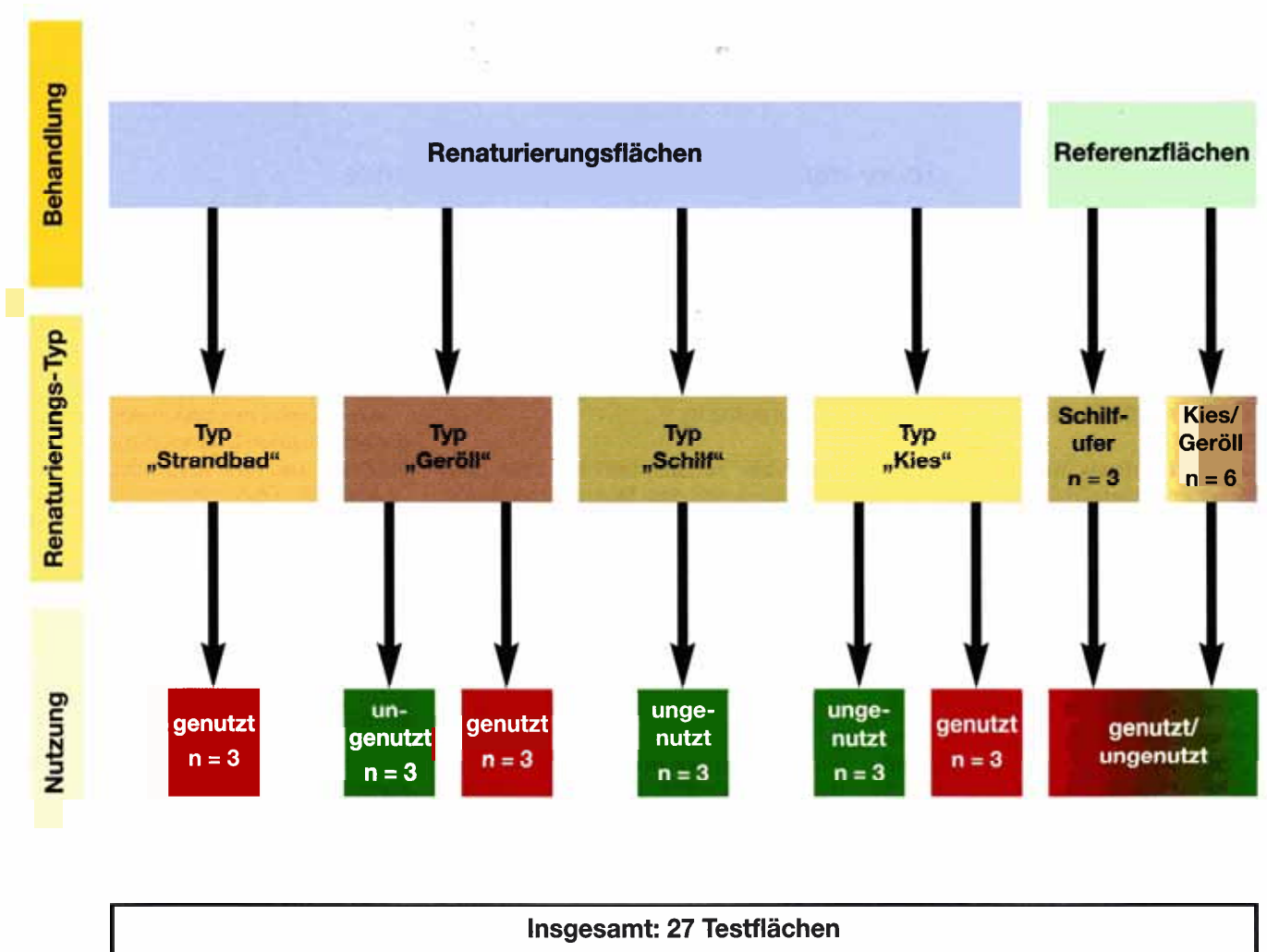
### 2 Untersuchungsgebiet

Am Bodenseeufer konnten 90 Renaturierungen mit einer Länge von 34,5 km (10,5 % der gesamten Uferlänge) identifiziert werden (OSTENDORP et al. 2008), die in den Jahren 1975–2007 gebaut worden waren. Knapp 90 % aller Maßnahmen wurden nach einer einheitlichen wasserbaulichen Grundvariante (SIESSEGGER u. TEIBER 2001) ausgeführt (Abb. 1). Dieses Modell sah im Wesentlichen eine flach geneigte Vorschüttung von Kiesen oder Geröllen vor bestehende Kliffkanten oder Uferbefestigungen, die seewärts durch einen Böschungsfuß aus groben Geröllen stabilisiert wurde. Die Renaturierungsflächen sind durchschnittlich 29 m breit, zwischen 0,1 km und 1,02 km lang und bedecken eine Gesamtfläche von ca. 1,04 km<sup>2</sup>. Sie bestehen im Mittel zu 30 % aus terrestrischen (oberhalb der



**Abb. 1:** Typisches Renaturierungsprofil mit Vorschüttung und Abdeckung einer Ufermauer (Quelle: Renaturierungsakten bei der Gewässerdirektion Donau-Bodensee)

Fig. 1: Typical cross-section profile of a restoration work with the burying of a lake wall (source: files of the Gewässerdirektion Donau-Bodensee)



**Abb. 2:** Untersuchungsplan. Die mit den Arbeitsbegriffen „Geröll“ (a) und „Kies“ (b) belegten Gruppen bezeichnen (a) relativ steile Vorschüttungen mit einem hohen Anteil an groben Geröllen, die nur eine schütterere Vegetationsdecke tragen bzw. (b) relativ sanft geneigte Schüttungen aus feineren Geröllen, Kiesen und groben Sanden (Mehrkornmische) zumeist 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 beschreiben. (Graphik nach Autorenvorlage W. Kohlhammer Verlag/Stefan Mailänder)

**Fig. 2:** Sampling plan. The working terms ‘cobble’ (a) and ‘gravel’ (b) mean (a) steeply sloped embankments with large proportions of coarse shingle and sparse vegetation cover, (b) gently sloped embankments with medium-sized gravel and coarse sands (wide grain-size range) with a dense vegetation cover of reeds (*Phragmites australis*) and other wetland plants. The restoration type ‘reeds’ refers to gravelly and sandy substrate which has been overgrown by natural and planted reeds. The intensity of use was denoted as ‘used’ or ‘unused’ to indicate a high or very low level of impact from recreational use.

mittl. Hochwasserlinie, MHW), zu 63 % aus semi-aquatischen (zwischen MHW- und MNW-Linie) und nur zu 7 % aus aquatischen Lebensräumen (unterhalb der mittl. Niedrigwasserlinie, MNW).

Nur bei 33 der 90 Maßnahmenplanungen spielten ausschließlich natur- und gewässerschutzfachliche Motive eine Rolle, bei allen anderen Maßnahmen traten weitere Nutzeffekte (z. B. Badestrandauffüllungen, Neu- oder Umbau von Schifffahrtsanlagen, Anlage von Uferpromenaden) hinzu. In 25 Fällen gehörten Verbesserungen und Ausweitungen von Freizeitnutzungen zu den explizit genannten Zielen.

### 3 Methoden

Im ersten Teil der Untersuchungen wurden anhand von Geländebegehungen im Spätwinter und Spätsommer 2007 die Biotoptypen, der Grad der Hinterlandanbindung und das Maß der eigendynamischen Entwicklung (80 der insgesamt 90 Renaturierungsflächen) sowie die Nutzungstypen und die Nutzungsintensität (56 Flächen) erfasst. Im zweiten, detaillierten Teil wurden im Sommer des Jahres 2007 18 ausgewählte Renaturierungs- und 9 naturnahe Referenzflächen auf Unterschiede bezüglich der Faktoren „Renaturierungstyp“ und „Nutzungsintensität“ untersucht (vgl. Abb. 2 oben).

Hierbei wurden auf einer repräsentativen Uferstrecke von 100 m Länge die Gefäßpflanzenflora erhoben, Vegetationsaufnahmen sowie Handaufsammlungen der Laufkäfer und Nutzungsanalysen durchgeführt. Den Biotoptypen wurde ein ökologischer Wert nach einer neunstufigen Skala von naturfern (1) bis zu naturnah (9) zugeordnet (vgl. KAULE 1991) und mit ihren Flächenanteilen innerhalb der Uferstrecke gewichtet. Daraus ergab sich ein Index des ökologischen Werts der Renaturierungsfläche (für Einzelheiten hierzu vgl. OSTENDORF et al. 2008).



## 4 Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Biotoptypen, Hinterlandanbindung und eigendynamische Entwicklung

Insgesamt wurden 60 Biotoptypen identifiziert. Über 50 % der renaturierten Fläche bestand aus naturfernen vegetationsfreien Flächen (vor allem bewegte Gerölle und Kiese, Abb. 3). Bei den vegetationsbedeckten Biotopen überwogen neben Uferschilf- und Rohrglanzgras-Röhrichten eher uferuntypische und ubiquitäre Typen wie Ruderalvegetation, Zierrasen, Trittrasen und *Salix*-Pflanzungen. Weitere naturnahe Biotope, wie z. B. Flut- und Strandrasen, spielten eine untergeordnete Rolle.

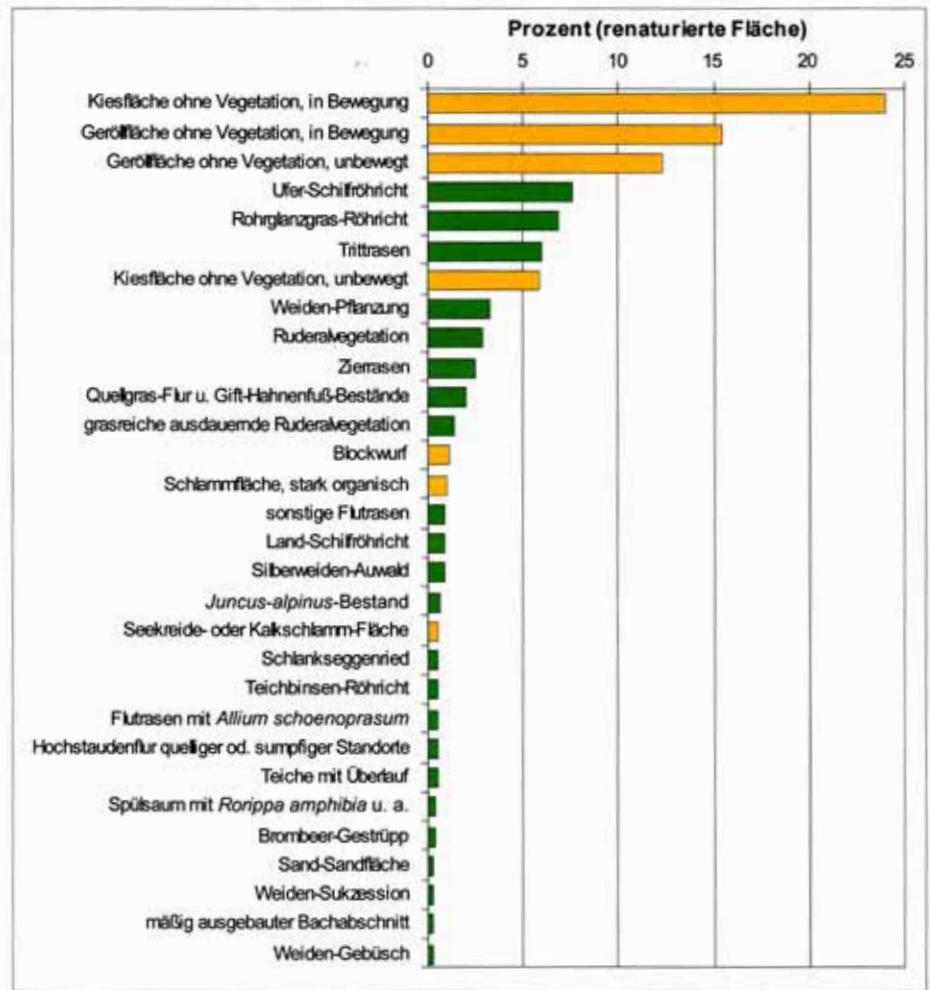
Mindestens 55 Renaturierungsflächen waren nicht naturnah mit dem Hinterland verbunden (Tab. 1, S. 92). In 15 Fällen, die 7,6 km bzw. 22 % der gesamten renaturierten Uferlänge einnahmen, waren die Renaturierungen durch Wohn- oder Industriebebauungen bzw. Bahn- und Straßentrassen vom Hinterland abgeschnitten.

Etwa 68 % der renaturierten Uferlänge zeigte keine nennenswerte Morphodynamik. Lediglich entlang von 6 % kam es zu Strandwallanlagerungen und nur knapp 3 % der Uferlänge war von geringer Klifferosion betroffen. Etwas umfangreicher war die Feststoffdynamik, i. E. Sandeinschwemmungen (15 Flächen), wobei das Feinmaterial zumindest teilweise aus anderen Bereichen der Auffüllungsfläche stammte, Anlandung von (Kalk-) Schlamm aus dem Sublitoral (16 Flächen) sowie Spülsaumanschwemmungen aus Wasserpflanzen und Fadenalgen, Ast- und Stammholz sowie aus Grobdetritus und Laub (21 Flächen).

### 4.2 Nutzungstypen

Die anlässlich des Gelände-Screenings im Sommer 2007 untersuchten 56 Renaturierungsflächen wurden entsprechend ihrer tatsächlichen Nutzung in 7 Kategorien unterteilt (Tab. 2, S. 92). Nur 14 dieser Flächen waren naturnah entwickelt. Die anderen 42 Flächen (72 % der untersuchten Uferlänge) waren mehr oder minder eng an Freizeitnutzungen gebunden, die zu einem Teil schon vorher in vergleichbarer Intensität vorhanden waren, in anderen Fällen durch die Renaturierung verbessert wurden. Letzteres gilt insbesondere für die Gruppen „Strandbäder“, „Campingplatzstrände“, „Privatstrände“ und „geregelt Freizeitareiche“.

Die intensive Freizeitnutzung führte zu typischen Belastungen der Ufervegetation durch



**Abb. 3:** Prozentuale Anteile der 30 wichtigsten Biotoptypen auf einer Auswahl von 80 Renaturierungsflächen (100 % = renaturierte Fläche; Erhebungen vom Spätwinter 2007), gelb = weitgehend vegetationslose, grün = vegetationsbedeckte Biotoptypen

**Fig. 3:** Percentage cover of the 30 most important habitat types of a sample of 80 restoration areas (100 % – total restored area), survey in late winter 2007, yellow bars – largely unvegetated habitats, green bars – vegetated habitats

- Abstellen von Fahrrädern, Anhängern, Booten, Surfbrettern u. a. Freizeit- und Campinggeräten,
- Nutzung des landwärtigen Gebüschsaums als Feldtoilette,
- Trittschäden an der Vegetation (vor allem Gehölzunterwuchs, Röhrichte, teilweise auch an der niederwüchsigen Strandvegetation),
- Störungen und Umlagerungen der Substratoberfläche durch Tritt und Entnahme von Material für Strandburgen o. ä.,
- geringfügige Deposition von Kunststoff- und Glasmüll.

Die Gruppe der „naturnahen Ufer“ war gekennzeichnet durch eine Dominanz naturnaher Biotope, während Nutzungen eine geringe Rolle spielten, in einigen Fällen aber durchaus die Naturnähe herabsetzten. In den „unregelmäßigen Freizeitbereichen“ traten sowohl Flächen auf, die bei geringen Nutzungen eine ho-

he Naturnähe aufwiesen, als auch umgekehrt solche, auf denen die hohe Nutzungsintensität zu einer Verdrängung naturnaher Biotope führte. In dieser Gruppe wurde auch der negative Zusammenhang zwischen „Nutzung“ und „Naturnähe“ sichtbar (OSTENDORP 2009b). Die anderen Nutzungstypen waren durchwegs durch eine intensive und flächenmäßig ausgedehnte Freizeitnutzung gekennzeichnet, während die Ausdehnung und die typische, ungestörte Ausprägung naturnaher Biotope deutlich eingeschränkt waren.

### 4.3 Gefäßpflanzenflora, Vegetation, Biotopwerte

Auf den etwa 100 m langen, repräsentativen Uferabschnitten der 18 Renaturierungs- und 9 Referenzflächen wurden insgesamt 44 verschiedene Biotoptypen anhand ihrer Vegetation kartiert (inkl. vegetationsfreie Einheiten). Die Biotop-



**Tabelle 1: Hinterlandanbindung einer Auswahl von 80 Renaturierungsflächen mit Angabe der betroffenen Uferlänge in km und in % der gesamten renaturierten Uferlänge (100 % = 34,52 km)**  
**Table 1: Connectivity to the hinterland in 80 selected restoration areas. Length of the shoreline concerned is given in km and as a percentage of the total restored shoreline (100 % = 34.52 km)**

	Anzahl	Uferstrecke
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, Spalierobst, Getreide, Hackfrucht u. a.) oder der intensiven Freizeitanwendung dienende 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 %)

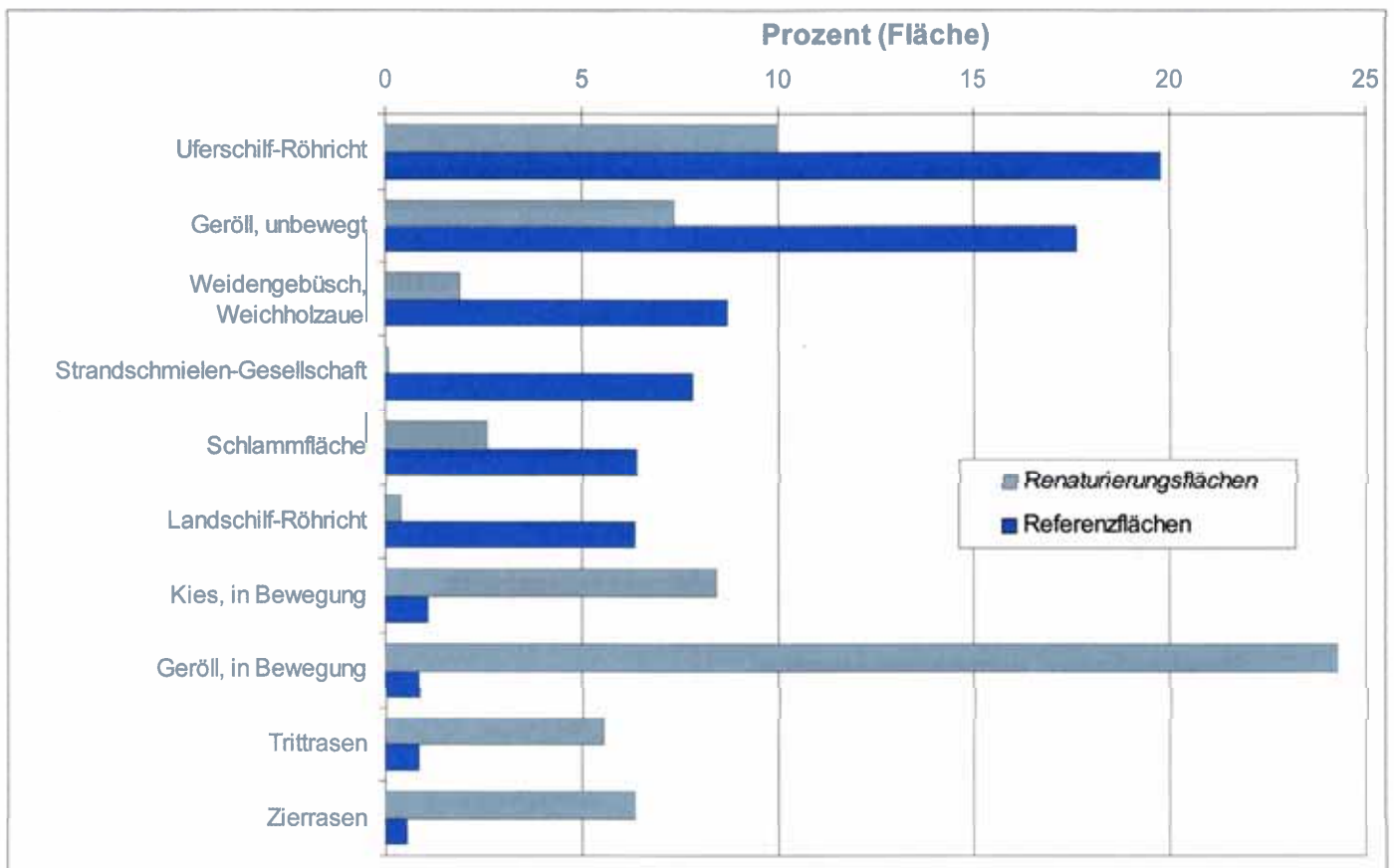
typen-Zusammensetzung der Kies- oder Geröllufer (Renaturierungstypen „Strandbad“, „Geröll“ und „Kies“) war deutlich von der auf den Referenzflächen verschieden (Abb. 4). In ersteren herrschte bewegtes Substrat vor (Geröll und Kies in Bewegung). Biotoptypen wie Ruderalgesellschaften, Tritt- und Zierrasen waren flächenmäßig stark vertreten. Auf den Kies-Referenzflächen wurde überwiegend unbewegtes Substrat mit einem Mosaik von standorttypischen Pflanzengesellschaften (Steifseggen-Ried, Uferschilf-Röhricht, Flutrasen sowie Strandschmielen-Gesellschaft) angetroffen. Letztere ist für den Bodensee charakteristisch und enthält neben anderen auch endemischen Arten wie Strand-Schmiele (*Deschampsia littoralis*) und Bodensee-Vergissmeinnicht (*Myosotis rehsteineri*). Einige Arten der Strandschmielen-Gesellschaft (Ufer-Hahnenfuß *Ranunculus reptans* und Bodensee-Vergissmeinnicht) konnten sich spontan auf einer Renaturierungsfläche des Typs „Kies/ungenutzt“ ansiedeln.

Auf den 27 Untersuchungsflächen wurden 257 Gefäßpflanzen-Arten festgestellt. Die Artenzahlen waren auf den Renaturierungsflächen teilweise höher als auf den Referenzflächen (Tab. 3), wofür die höhere Anzahl ruderaler Arten verantwortlich war. Lediglich beim Renaturierungstyp „Schilf“ war die Artenzahl niedriger als auf den zugehörigen Referenzflächen, was auf den hier gut entwickelten landwärtigen Gehölzstreifen mit den dafür typischen Arten zurückzuführen ist.

Insgesamt wurden 11 Arten nachgewiesen, die entweder in der Schweiz, Vorarlberg, Bayern oder Baden-Württemberg auf der Roten Liste der gefährdeten Gefäßpflanzen stehen. Die durchschnittliche Anzahl war beim Typ „Kies/ungenutzt“ mit 3,7 Arten etwa genau so hoch wie auf der Referenzfläche „Kies“ mit 3,8 Arten. Bei allen anderen Typen und der Referenzfläche „Schilf“ lag die

**Tabelle 2: Nutzungstypen von 56 Renaturierungsflächen mit einer Gesamt-Uferlänge von 22,98 km; angegeben sind 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).**  
**Table 2: Types of use of 56 restoration areas: Number of areas and percentage of restored shoreline length are given (100 % = 22.98 km total length of restored shoreline of the 56 areas concerned)**

Bezeichnung (Anzahl, Prozent Uferlänge)	Merkmale
<b>Naturnahes Ufer</b> (n = 14; 6,4 km = 28 %)	Stabilisierung eines erosionsgefährdeten Uferstreifens (Schutz, Erhalt, Förderung bereits vorhandene Ufervegetation) oder Überführung einer ursprünglich intensiv genutzten oder veränderten Fläche in eine naturnahe Fläche mit entsprechender Ufervegetation; erschwerte Zugänglichkeit, geringe Freizeitanwendung (Lagern, Grillfeuer)
<b>Ungeordneter Freizeitbereich</b> (n = 9; 4,3 km = 19 %)	Ohne Einschränkungen öffentlich zugänglich und zumindest von der lokalen, ortskundigen Bevölkerung intensiv für Freizeit Zwecke genutzt; meist nicht ausdrücklich als Erholungsflächen ausgewiesen, aber durch Parkplätze und Fuß- und Fahrradwege erschlossen; in der Saison Freizeitanwendung durch Spaziergänger, Lagern, Sonnenbaden, Grillfeuer, Strandpartys
<b>Geregelter Freizeitbereich</b> (n = 5; 1,9 km = 8 %)	Ausgedehnte Liegewiesen, häufig auch mit älterem Gehölzbestand; Vorschüttungen aus Rollkies, der einen angenehmen Zugang zum See erlaubt; durch Zufahrtsstraßen, ausgedehnte Parkplätze, sanitäre Anlagen und Restaurationsbetriebe erschlossen; intensive Freizeitanwendung durch Lagern, Sonnenbaden und Baden
<b>Privat-Strand</b> (n = 5; 1,5 km = 7 %)	Im Vorland von privaten Anwesen mit Wohnbebauung und für die Öffentlichkeit praktisch nicht zugänglich; extensive Nutzung zum Baden, Lagern und für Strandpartys; häufig Lagerung von Booten, Surfbrettern, Gartengeräten usw.; gelegentlich individuelle vorgartenähnliche Gestaltung
<b>Uferpromenade</b> (n = 11; 4,7 km = 20 %)	Vorschüttung vor einem öffentlichen Uferweg mit einem landschaftsgärtnerisch gestalteten Park im Hintergrund; Erholungsflächen für die Öffentlichkeit (Spaziergehen, Sitzen auf Bänken, Lagern auf den Rasenflächen und dem durch die Renaturierung geschaffenen Strand), Zelte, Grillfeuer und Strandpartys sind eher die Ausnahme; hohe Attraktivität durch nahe gelegene Infrastruktureinrichtungen
<b>Campingplatz-Strand</b> (n = 4; 2,1 km = 9 %)	Verbesserung des Seezugangs eines Campingplatzes durch Uferabflachung und Vorschüttung; in der Saison ausgesprochen intensive Nutzung als Liegefläche, Badestrand und Lagerfläche für Boote, Surfbretter u. a. Freizeitgeräte; abgesperrte Schilf-Ansiedlungsflächen werden im Allgemeinen respektiert; Gehölzbestände werden in die Freizeitfläche einbezogen
<b>Strandbad</b> (n = 8; 2,2 km = 9 %)	Ausweitung der Strandbadfläche bzw. eine Verbesserung des Seezugangs (Rollkies-Vorschüttungen) von öffentlich zugänglichen, entgeltpflichtigen Einrichtungen mit sehr guter Zugänglichkeit und umfassender Infrastruktur (ausgedehnten Liegewiesen, Gastronomie-, Sanitär- und Umkleibereiche); in der Saison ausgesprochen intensive Nutzung (Lagern und Sonnenbaden, Baden); Zugang zum Wasser teils über die gesamte Uferlänge, unterstützt durch schmale betonierte Zugangsrampen und Geländer, teils über Badestege



**Abb. 4:** Mittlere prozentuale Anteile der 10 wichtigsten Biotoptypen auf 9 Referenzflächen und 18 Renaturierungsflächen (100 % = kartiertes Areal der Referenz- bzw. Renaturierungsflächen; Erhebungen vom Sommer 2007)

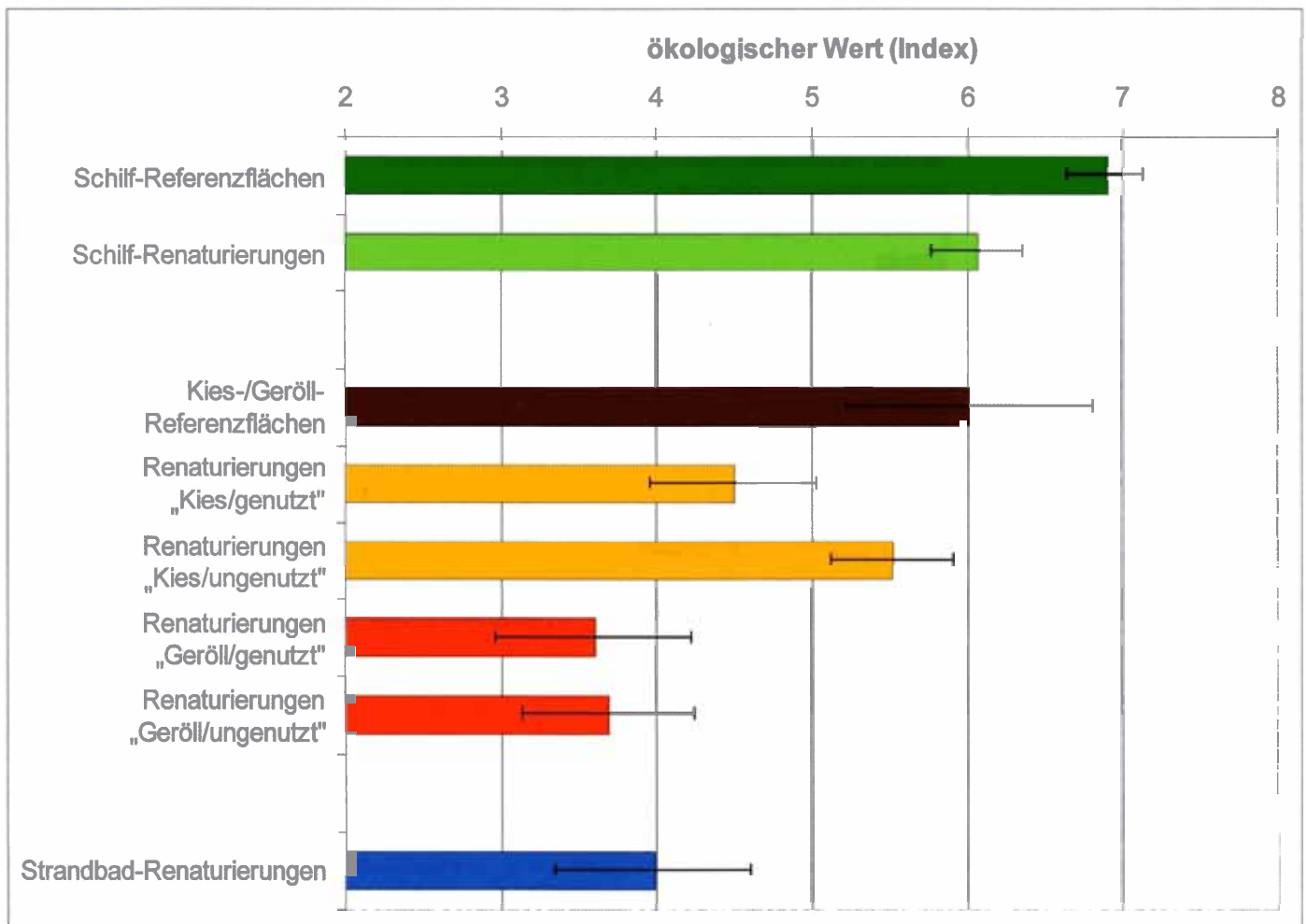
**Fig. 4:** Mean percentage cover of the 10 most important habitat types of 9 reference areas, and 18 restoration areas (100 % = surveyed area of the reference, and restoration areas, resp.), survey in summer 2007

**Tabelle 3:** Durchschnittliche Artenzahlen auf 18 Renaturierungs- und 9 Referenzflächen auf Uferabschnitten von 100 m Länge. Zugehörigkeit zu 9 pflanzensoziologischen Gruppen bzw. Gehölzen: Strandlingsgesellschaften (Littorelletea), Röhrichtgesellschaften (Phragmitetea), Flutrasen (Agrostietea), Grünlandgesellschaften (Molinio-Arrhenatheretea), Halbtrockenrasen (Festuco-Brometea), Zweizahngesellschaften (Bidentetea), Ruderalvegetation inkl. Trittrassen (Artemisietea, Chenopodietea, Agropyretea und Plantaginetea), Gehölze und Sonstige. Die zwei artenreichsten Renaturierungstypen bzw. Referenzflächen sind fett hervorgehoben.

**Table 3:** Mean number of species in 18 restored areas and 9 reference areas in shore sections of 100 m length in each area. Species are grouped in one of 9 phytosociological classes: dwarf shore vegetation (Littorelletea), reed communities (Phragmitetea), wet grassland (Agrostietea), mesophilic grassland Molinio-Arrhenatheretea, semiarid grassland (Festuco-Brometea), burmarigold communities (Bidentetea), ruderal vegetation (Artemisietea, Chenopodietea, Agropyretea, and Plantaginetea), woody plant communities, and miscellaneous. The two restoration types or reference types which are richest in species are in bold type.

		Strandlingsgesellschaft	Röhricht-Gesellschaft	Flutrasen	Zweizahngesellschaft	Grünlandgesellschaft	Halbtrockenrasen	Ruderalvegetation	Gehölze	Sonstige	Gesamt
<b>Renaturierungstyp</b>											
Strandbad	(n = 3)	0,3	2,3	4,3	1,7	11,0	0	19,0	4,3	3,3	46,2
Geröll/genutzt	(n = 3)	0	2,3	4,7	0	9,7	0	14,3	7,3	1,0	39,3
Geröll/ungenutzt	(n = 3)	0	3,3	4,0	0	11,0	1,7	13,7	9,7	1,7	45,1
Kies/genutzt	(n = 3)	0,3	3,3	<b>6,0</b>	0,7	<b>12,3</b>	<b>2,3</b>	<b>18,0</b>	8,3	<b>4,3</b>	<b>55,5</b>
Kies/ungenutzt	(n = 3)	3,3	9,3	6,0	2,7	5,0	1,3	9,3	8,3	2,7	47,9
Schilf	(n = 3)	0,7	3,7	0,3	0	0	0	2,3	4,0	0,3	11,3
<b>Referenzflächen</b>											
Kies	(n = 6)	<b>4,8</b>	7,0	4,0	0,2	8,0	0,3	6,2	9,2	0,5	40,2
Schilf	(n = 3)	0	1,7	0,7	0	0,3	0	5,7	8,0	0,7	17,1





**Abb. 5:** Ökologischer Wert (Index) der Renaturierungstypen im Vergleich zu den Referenzflächen basierend auf der quantitativen Auswertung der Biotoptypen-Kartierung (Mittelwerte  $\pm$  einf. Standardabw. für  $n = 6$  Probenflächen der Kies-/Geröll-Referenzflächen und  $n = 3$  in allen anderen Gruppen)

**Fig. 5:** Mean ecological value (weighted index) of the restoration types versus reference areas based on the quantitative evaluation of habitat mapping (means  $\pm$  std. dev. for  $n = 6$  areas of 'pebble reference' and  $n = 3$  for all other groups)

mittlere Zahl der Rote-Liste-Arten deutlich niedriger (0 bis 1,3 Arten).

Der Index der ökologischen Wertigkeit der Biotoptypen war auf den Renaturierungsflächen deutlich niedriger als auf den Referenzflächen (Abb. 5). Besonders gering war er auf Flächen des Typs „Geröll/genutzt“ und „Geröll/ungenutzt“, am höchsten beim Typ „Kies/ungenutzt“. Lediglich bei „Schilf“-Renaturierungen war er ähnlich hoch wie bei den Referenzflächen. Aus floristisch-vegetationskundlicher Sicht können daher die Typen „Kies/ungenutzt“ und „Schilf“ als Beispiele für gelungene Renaturierungen gelten.

#### 4.4 Laufkäferfauna

Insgesamt wurden 74 Laufkäfer-Arten (2658 Exemplare) gefunden, darunter 17 Arten, die in den aktuellen Roten Listen von Baden-Württemberg, Bayern, der Bundesrepublik und/oder der Schweiz mindestens als „gefährdet“ aufgeführt sind (Tab. 4). Weitere 11 Arten

gelten als „schonungsbedürftig“. Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede der einzelnen Probenstellen hinsichtlich Artenzahl und Artenzusammensetzung (Abb. 6).

Renaturierte Ufer mit groben Geröllschüttungen wiesen sehr geringe Artenzahlen auf, unabhängig davon, wie stark sie genutzt wurden. Auch andere bodenlebende Arthropoden, die an strukturreichen Uferabschnitten häufig auftreten, wie z. B. andere Käfer-Gruppen, Ameisen, Wanzen, Asseln, Spinnen, Tausendfüßler, kamen hier allenfalls in sehr geringer Dichte vor. Ähnlich geringe Dichten wurden auch von SCHLUDE (1993) mit Boden-Fallen auf einer dieser Flächen ermittelt. Probenstellen des Typs „Geröll“ wiesen nur dann etwas höhere Artenzahlen auf, wenn kleinflächige Bereiche mit feinerem Substrat und/oder zusätzliche Vegetationsstrukturen (Röhrichte, Gebüsche) vorhanden waren. Renaturierte Ufer vom Typ „Kies/ungenutzt“ zeigten sehr hohe Artenzahlen, die in der gleichen Größenordnung lagen wie die der

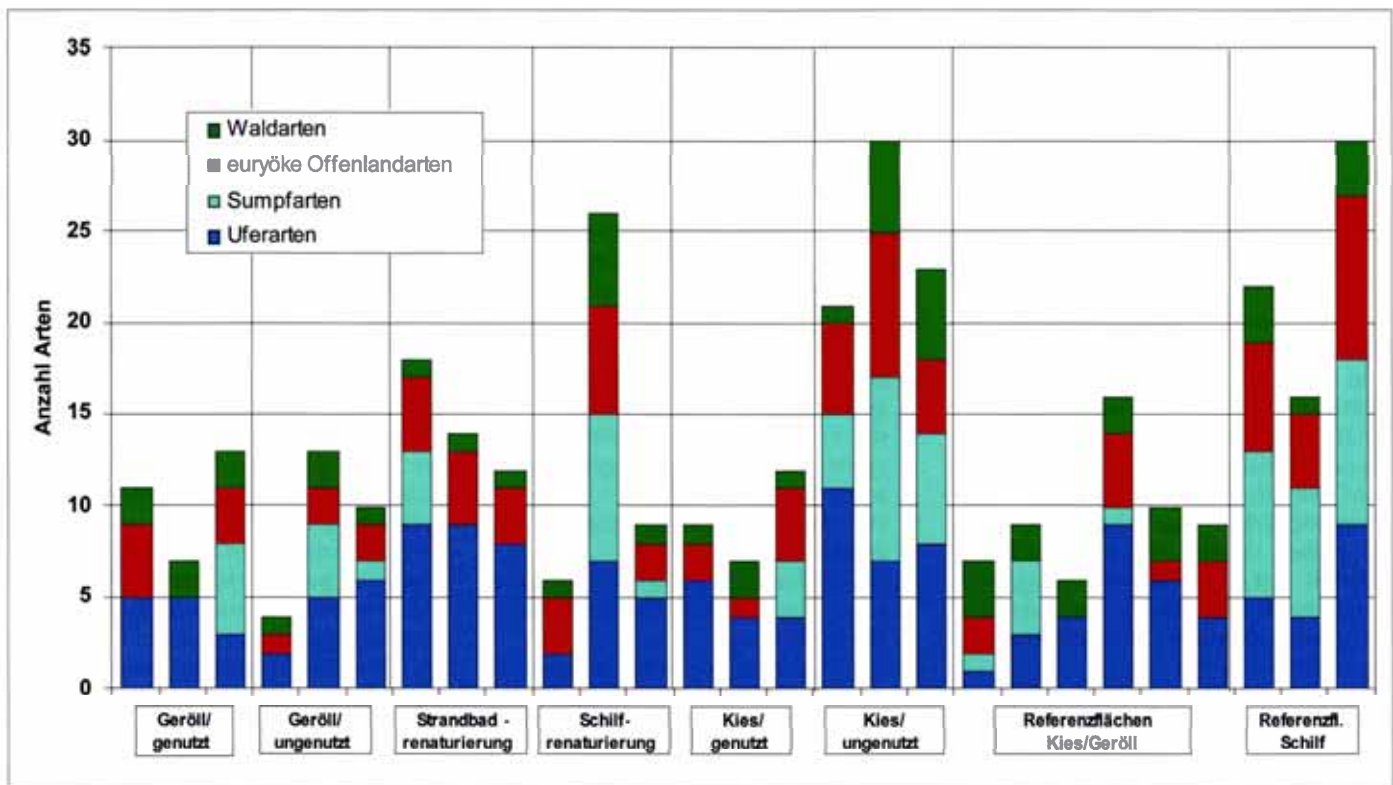
ungenutzten „Schilf“-Referenzflächen und zumindest einer der „Schilf“-Renaturierungsflächen. Die Artenzahlen der stark genutzten „Kies“-Renaturierungen lagen dagegen in der gleichen Größenordnung wie die der genutzten und ungenutzten „Geröll“-Renaturierungen. Unerwartet niedrig waren die Artenzahlen der zugehörigen „Kies“-Referenzflächen, die für Laufkäfer offenbar wenig geeignet sind. Hier scheint die Kalkschlamm-Verfüllung des Lückensystems die Besiedlungsmöglichkeiten für Carabiden zu erschweren, so dass gerade an hochwertigen Strandrasen-Standorten kaum Laufkäfer zu finden waren (vgl. hierzu BRÄUNICKE u. TRAUTNER 2002).

Strandbäder wiesen trotz der starken Nutzung eine recht hohe Artenzahl auf. Eine Erklärungsmöglichkeit liegt darin, dass sie im Frühjahr, also zur Fortpflanzungs- und Larvalzeit der meist adult überwinterten Ufer-Carabiden, nicht geöffnet und dementsprechend weitgehend ungestört sind. Der Badebetrieb fällt in die Zeit, in der die bereits adulten

**Tabelle 4:** Übersicht über die Arten, die mindestens in einem Teil des Bearbeitungsgebiets in der Roten Liste geführt werden (ohne Kategorie „V“). RL-Gefährdungsstatus in der Bundesrepublik Deutschland nach TRAUTNER et al. (1998), in Baden-Württemberg nach TRAUTNER et al. (2005), in Bayern nach LORENZ (2003), in der Schweiz nach MARGGI (1992): 1 – vom Aussterben bedroht, 2 – stark gefährdet, 3 – gefährdet, V – Art der „Vorwarnliste“, Vs – in Deutschland regional gefährdet, R – extrem seltene Art oder Art mit geographischer Restriktion

**Table 4:** Overview of Red List species. All species which are listed in at least one regional or national Red List of threatened species (Germany cf. TRAUTNER et al. 1998; State of Baden-Wuerttemberg cf. TRAUTNER et al. 2005; State of Bavaria cf. LORENZ 2003; Switzerland cf. MARGGI 1992), 1 – critically endangered, 2 – strongly endangered, 3 – endangered, V – species listed in a list of species which are on the verge of being endangered, Vs – regionally endangered in Germany, R – rare species or species with restricted distribution areas

Art	RL BaWü	RL BY	RL D	RL CH	Vorkommen in dieser Untersuchung
<i>Badister peltatus</i>	2	2	2		Einzelexemplare in Strandbad- und Schilf-Renaturierungsflächen
<i>Bembidion assimile</i>	V	3	Vs		Einzelexemplare in ungenutzten Kies-Renaturierungsflächen
<i>Bembidion cruciatum bualei</i>	2	V	–		Einzelexemplare in ungenutzten Kies-Renaturierungsflächen
<i>Bembidion doris</i>	3	3	Vs	4	nur auf einer Renaturierungsfläche Typ „Kies/ungenutzt“
<i>Bembidion lunatum</i>	2		2	3	nur auf einer Renaturierungsfläche Typ „Kies/ungenutzt“
<i>Chlaenius tibialis</i>	3	3	3		nur auf einer Renaturierungsfläche Typ „Kies/ungenutzt“
<i>Demetrias imperialis</i>	3	2	Vs	3	nur in einer Schilf-Referenzfläche
<i>Dychirius laeviusculus</i>	2	2	2	3	nur in Schilf-Referenzflächen
<i>Elaphrus cupreus</i>				2	nur in Schilf-Referenzflächen
<i>Elaphrus riparius</i>				2	in Schilf-Renaturierungs- und Schilf-Referenzflächen
<i>Nebria livida</i>	2	2	3	1	in einer ungenutzten Kies-Renaturierungsfläche, sowie in Kies- und Schilf-Referenzflächen
<i>Nebria picicornis</i>	2	V			an 16 der 27 untersuchten Standorte, in allen Flächentypen
<i>Odacantha melanura</i>	3	2	Vs	3	in Schilf-Referenzbeständen
<i>Oodes helopioides</i>	V	V		3	verbreitet, vor allem in ungenutzten Kies-Renaturierungsflächen und Kies-Referenzflächen
<i>Panagaeus crux-major</i>	V	3	V		ein Einzeltier in einer Kies-Referenzfläche
<i>Patrobis australis</i>	3	R	2	2	weit verbreitet an kiesigen Ufern in allen Flächentypen
<i>Perileptus areolatus</i>	3		3	4	an kiesig-sandigen Uferstellen der Renaturierungs- und Referenzflächen im westlichen Bodensee-Gebiet
<i>Tachys micros</i>	2	3		4	verbreitet an sandigen Uferstellen der Renaturierungs- und Referenzflächen
<b>Summe: RL 1, 2 und 3</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	



**Abb. 6:** Laufkäfer-Artenzahlen an den einzelnen Probenstellen, aufgeschlüsselt nach Anspruchstypen (Methodik und Quellenhinweise vgl. OSTENDORP et al. 2008)

**Fig. 6:** Number of species of carabid beetles at the sampling sites of the reference and restoration areas, differentiated by habitat preferences according to literature data (see OSTENDORP et al. 2008 for method and references)

Tiere in gewissem Umfang ausweichen können. Dagegen werden die stark freizeitgenutzten „Kies“-Uferabschnitte schon wesentlich früher im Jahr zum Lagern, Picknicken usw. genutzt. Auch sehr kleinflächige Strukturen können sich auf die Artenzusammensetzung der Laufkäfer auswirken. So wurden in den Strandbädern aufgeschüttete Sandhaufen regelmäßig von Feinsubstratbewohnern wie *Lionychus quadrillum*, *Elaphropus parvulus* und *Elaphropus quadrisignatus* besiedelt.

An fast allen Uferabschnitten mit Röhrichten oder Weidengebüschen waren neben den Arten kiesiger und sandiger Ufer auch anspruchsvollere Sumpf-Arten zu finden (vgl. Abb. 6, S. 95). Dass die beiden arten- und individuenärmsten Probenstellen landseitig durch asphaltierte Fußwege und dahinter liegende Rasenflächen begrenzt waren, passt in dieses Bild.

#### 4.5 Naturschutzfachliche Bedeutung

Gerade semiaquatische Lebensräume, welche ungefähr 63 % der renaturierten Fläche einnehmen, sind von großem naturschutzfachlichem Interesse für die Ansiedlung von schutzwürdigen Gefäßpflanzen und für das Vorkommen von zum Teil hochgradig gefährdeten Laufkäferarten und anderen Bodenarthropoden. Unter den ca. 250 Laufkäferarten des Bodenseeuferes befinden sich etwa 25 % charakteristische Arten der dynamischen Flussaue (BRÄUNICKE u. TRAUTNER 2002).

Aus diesem Grund ist es nicht angemessen, Uferrenaturierungen allein unter limnologischen bzw. gewässerschutzfachlichen Gesichtspunkten zu betrachten. Die Renaturierungstypen „Schilf“ und „Kies/ungenutzt“ zeigen anhand der vorkommenden Biotoptypen, Gefäßpflanzenflora und Laufkäferfauna, dass eine ähnlich hohe naturschutzfachliche Wertigkeit erreicht werden kann, wie sie für natürliche Kies- oder Schilfufer charakteristisch ist. In den meisten Fällen wird allerdings die potenzielle naturschutzfachliche Bedeutung durch ein zu grobes, leicht umlagerungsfähiges Substrat mit einheitlichen Korngrößen sowie durch fehlende Hinterlandanbindung und intensive Freizeitnutzungen gemindert.

Viele Vorschüttungsflächen, vor allem solche mit Geröllsubstraten, sind auch nach vielen Jahren noch weitgehend vegetationsfrei. Die Ansiedlung von Pflanzen wird wahrscheinlich durch die Bewegung des unverfestigten Substrats infolge Brandung, starker Trittbelastung, Lagern usw. verhindert. Eine standorttypische Vegetation ent-

wickelt sich hauptsächlich auf Substraten mit breitem Korngrößenspektrum im Kies- und Sandbereich. Für die Laufkäfer stellen Gerölle ebenfalls ein ausgesprochen ungenügendes Substrat dar. Wesentlich vorteilhafter sind die „Kies“-Renaturierungen, die zudem oberhalb der MHW-Linie eine mehr oder minder dichte Vegetationsdecke aufweisen.

Nutzungseffekte treten nur bei den „Kies“-Renaturierungen deutlich hervor, während sie bei den „Geröll“-Renaturierungen durch die negativen Korngrößeneffekte überlagert werden. Generell sind auf den ungenutzten „Kies“-Renaturierungen mehr standorttypische Pflanzengesellschaften sowie höhere Individuendichten und eine größere Artenvielfalt der Laufkäferfauna anzutreffen als auf den genutzten Flächen. Im Einzelfall kommt es jedoch auf die Art und die Intensität der Freizeitnutzung an. Wir gehen davon aus, dass ein geringes Maß an Nutzungen ohne nachteilige Wirkungen ist und toleriert werden kann. Beim derzeitigen Stand sind allerdings rund zwei Drittel der Renaturierungsflächen am Bodenseeufer in den teilweise sehr intensiven Freizeitbetrieb eingebunden (OSTENDORF 2009b).

Kleinstrukturen und eine große Substratvielfalt wirken sich ebenso wie eine Hinterlandanbindung an naturnahe Vegetationsstrukturen positiv auf die Artenvielfalt der Laufkäfer aus. Ähnliches gilt auch für die submersen Substratstrukturen und ihre Wirkungen auf die Makrozoobenthos- und Fisch-Biozöosen (LUBW 2008).

## 5 Empfehlungen

Die naturschutzfachliche Bedeutung von Uferrenaturierungen am Bodensee kann nach unseren bisherigen Ergebnissen durch

- eine nicht zu steile, vielfältige Reliefgestaltung,
- die Einbringung mineralischer Substrate mit breitem Korngrößenspektrum,
- eine deutliche Reduzierung der Nutzungsintensität,
- die Zulassung einer eigendynamischen Entwicklung (Substrat, Relief, Vegetation) und
- die Anbindung der renaturierten Fläche an naturnahe Biotope im Hinterland

erheblich gesteigert werden. Diese Empfehlungen beziehen sich in erster Linie auf den Bodensee und vergleichbare große Seen mit nennenswerten Wasserstandsschwankungen vor allem im zirkumpalpinen Raum.

Bei der Gestaltung des Reliefs ist grundsätzlich eine geringe Uferneigung zu bevorzugen, um aus wasserbaulichen Gründen feinkörnige Substrate einbauen zu können. Dies bedeutete bisher meist eine Überschlüpfung naturnah erhaltener eulitoral und sublitoral Biotope, so dass bei zukünftigen Planungen darauf hingewirkt werden muss, auch die landwärtige Zone für eine Reliefabflachung bereitzustellen. Hinsichtlich der Substratwahl empfehlen wir für die Oberflächenabdeckung ein breites Korngrößenspektrum im Sand- und Kies-Bereich. Eine maschinelle Verdichtung des Materials beim Einbau dürfte sich wahrscheinlich als günstig für die Vegetationsentwicklung erweisen; verlässliche Erkenntnisse dazu stehen aber noch aus. Die Wahl der Korngröße sollte sich weniger an der wasserbaulichen Stabilität der Maßnahme ausrichten, sondern eine eigendynamische Entwicklung der Substrate und der Ufermorphologie einbeziehen, auch wenn eine solche Entwicklung planerisch nicht völlig vorherzusehen ist. Für die Gestaltung von Relief und Substrat sollte statt der bisherigen Uniformität eine gewisse Vielfalt gewählt werden, die im Lauf der Zeit durch Wellenangriff und Vegetationsentwicklung modifiziert werden kann.

Eine eigendynamische Entwicklung braucht nutzungsfreien Raum. Diese an sich selbstverständliche Tatsache wurde bei den bisherigen Renaturierungsplanungen nicht berücksichtigt. Stattdessen wurden die zentralen und landwärtigen Abschnitte vieler Renaturierungsflächen bereits bei der Planung oder hinterher durch geduldete Praxis in mehr oder minder intensiv genutzte Freizeitbereiche überführt. Hier sollten bei zukünftigen Maßnahmen minimale Standards umgesetzt werden, indem beispielsweise mindestens 75 % der Fläche nutzungsfrei und der natürlichen Entwicklung vorbehalten bleibt. Ein geringes Maß an Freizeitbelastung kann jedoch zugelassen werden, um durch begrenzte Störungen auch konkurrenzschwachen und seltenen Arten geeignete Habitate zur Verfügung zu stellen. Das Potenzial zur eigendynamischen Entwicklung sollte auch durch eine möglichst zurückhaltende Bepflanzung mit Röhrichten und/oder Gehölzen gestärkt werden. Weiterhin sollte – falls möglich schon bei der kommunalen Grünflächenplanung – auf eine Anbindung der renaturierten Flächen an naturnahe Biotope im Hinterland geachtet werden; in jedem Fall aber sollte der terrestrische Teil des Planungsgebiets für die Entwicklung solcher Biotope vorgehalten werden.

Diese Maßnahmenempfehlungen beziehen sich im Wesentlichen auf zukünftige Renaturierungsvorhaben. Darüber



sollten die älteren Renaturierungen nicht vergessen werden. Hier können nachträglich Managementpläne entwickelt und umgesetzt werden, die die noch verbliebenen Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten – vor allem aber die Möglichkeiten der Nutzerlenkung – weitgehend ausschöpfen.

## 6 Summary

For the purposes of this study, 18 restored shore areas (4 types of construction or substrate, 2 intensity levels of recreational use) and 9 natural reference areas were selected at Lake Constance (Germany, Switzerland, Austria) in order to investigate the success of shore restoration works, taking habitat types, vascular plants, carabid beetles and types of recreational use as indicators. The construction types 'reed restoration' and 'gravel substrate/low user intensity' attained a level of conservation significance similar to that of the corresponding reference areas. In other types, significance was impaired by an overly coarse and mobile substrate (mainly cobbles agitated by wave action, kicking by recreationists etc.). For future restoration works we recommend: (i) a gently sloped, diverse relief, (ii) use of sand to pebble-sized substrates with a broad grain-size range, (iii) restriction of recreational use, (iv) allowance of independent dynamic development, and (v) improvement of interconnectivity to natural hinterland habitats. A flattening of the relief should (vi) be achieved at the expense of the landside area rather than the sublittoral zone.

## 7 Literatur

BRÄUNICKE, M. u. TRAUTNER, J. (2002): Die Laufkäfer der Bodenseeufer – Indikatoren für naturschutzfachliche Bedeutung und Entwicklungsziele. Bristol-Schriftenreihe 9: 1–116.

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

LORENZ, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Lauf- und Sandlaufkäfer (Coleoptera Carabidae s. l.) Bayerns. Schriftenr. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 166: 102–111.

LUBW/LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG/Hrsg. (2008): FIREBO – Fischfreundliche Renaturierung am Bodensee. Ein Freilandexperiment zur Substratabhängigkeit von Fischen und Wirbellosen. Karlsruhe. 55 S.

MARGGI, W. A. (1992): Faunistik der Sandlaufkäfer und Laufkäfer der Schweiz unter besonderer Berücksichtigung der „Roten Liste“ (Cicindelidae u. Carabidae). Teil 1/Text. Doc. Faun. Helv. 13. 477 S.

OSTENDORP, W. (2009a): Seeuferrenaturierung. In: HUPFER, M.; CALMANO, W.; KLAPPER, H. u.

WILKEN, R. D. (Hrsg.): Handbuch Angewandte Limnologie. 26. Erg. Lfg 7/09. Wiley. 64 S.

OSTENDORP, W. (2009b): Nutzung des Bodenseeufer. Teil 1 – Nutzungsanalyse von Renaturierungsflächen. Schr. Ver. Gesch. Bodensee. Bd. 127: 209–228.

OSTENDORP, W.; DIENST, M.; LÖDERBUSCH, W.; PEINTINGER, M. u. STRANG, I. (2008): Naturschutzfachliche Bedeutung von Uferrenaturierungen am Bodensee und Möglichkeiten ihrer Optimierung (RUN). Bericht der Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) e. V. 151 S. <http://www.bodensee-ufer.de>. Zuletzt aufgerufen im Januar 2010.

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

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

TRAUTNER, J.; MÜLLER-MOTZFELD, G. u. BRÄUNICKE, M. (1998): 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. u. WOLFSCHWENNINGER, K. (2005): Rote Liste und Artenverzeichnis der Laufkäfer Baden-Württembergs (Coleoptera: Carabidae). 3. Fassung, Stand Oktober 2005. Naturschutz-Praxis, Artenschutz 9: 1–32.

## Danksagung

Die Untersuchungen wurden aus Mitteln der Europäischen Union (EFRE-Kofinanzierung) im Rahmen des INTERREG-Programms „Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein“ (Az. 21-55/IIIA/139), durch Beiträge der Regierungspräsidien Freiburg und Tübingen, des Wasserwirtschaftsamts 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 kofinanziert.

**Dr. Wolfgang Ostendorf**  
• Korrespondierender Autor •  
**Arbeitsgruppe Bodenseeufer e. V. (AGBU)**  
Heroséstraße 18  
78467 Konstanz  
E-Mail:  
[wolfgang.ostendorf@bodensee-ufer.de](mailto:wolfgang.ostendorf@bodensee-ufer.de)



Der Autor studierte an den Universitäten Bochum, Kiel und Freiburg i. Br. Biologie (Limnologie, Geobotanik) und Chemie. Er promovierte 1988 über Schilfröhricht-Management am Bodensee und arbeitet seitdem an verschiedenen angewandten Fragestellungen der Seeuferökologie. Nach Stationen an der Universität Greifswald und der Universität für Bodenkultur Wien lehrt er heute als Privatdozent am Limnologischen Institut der Universität Konstanz.

**Dipl.-Biol. Michael Dienst**  
**Arbeitsgruppe Bodenseeufer e. V. (AGBU)**  
Heroséstraße 18  
78467 Konstanz  
E-Mail:  
[michael.dienst@bodensee-ufer.de](mailto:michael.dienst@bodensee-ufer.de)

**Dipl.-Biol. Wilfried Löderbusch**  
**Arbeitsgruppe für Angewandte Ökologie (AAÖ)**  
Bergstraße 23  
88677 Markdorf (Hepbach)  
E-Mail: [wloederbusch@t-online.de](mailto:wloederbusch@t-online.de)

**Dr. Markus Peintinger**  
**Arbeitsgruppe Bodenseeufer e. V. (AGBU)**  
Heroséstraße 18  
78467 Konstanz  
E-Mail:  
[markus.peintinger@bodensee-ufer.de](mailto:markus.peintinger@bodensee-ufer.de)

**Dipl.-Biol. Irene Strang**  
**Arbeitsgruppe Bodenseeufer e. V. (AGBU)**  
Heroséstraße 18  
78467 Konstanz  
E-Mail:  
[irene.strang@bodensee-ufer.de](mailto:irene.strang@bodensee-ufer.de)

Anzeige

Möchten Sie wissen, warum der Kormoran nicht an allem schuld ist, und wie dieser faszinierende Vogel wirklich lebt? Wir schicken Ihnen kostenlose Informationen zum Vogel des Jahres 2010.

**SCHWARZER PETER!**

[www.lbv.de](http://www.lbv.de)  
**LBV**

Eisvogelweg 1 • 91161 Hilpoltstein • Tel. 09174-4775-0