

Limnologie aktuell

Band 13

Fließgewässer-Renaturierung heute und morgen

EG-Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle

Herausgeber: Sonja Jähnig, Daniel Hering, Mario Sommerhäuser



Schweizerbart Science Publishers

Jähmig · Hering · Sommerhäuser (Hrsg.)

Fließgewässer-Renaturierung heute und morgen

Limnologie aktuell

Herausgegeben von
Heinz Brendelberger und Mario Sommerhäuser
in Zusammenarbeit mit der
Deutschen Gesellschaft für Limnologie

Band 13
Fließgewässer-Renaturierung heute und morgen
EG-Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle



Schweizerbart • Stuttgart 2011

Fließgewässer- Renaturierung heute und morgen

EG-Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen
und Effizienzkontrolle

Herausgegeben von
Sonja Jähmig
Daniel Hering
Mario Sommerhäuser

Mit 74 teils farbigen Abbildungen und 55 Tabellen



Schweizerbart • Stuttgart 2011

Fließgewässer-Renaturierung heute und morgen; herausgegeben von S.C. Jähnig, D. Hering und M. Sommerhäuser

Adressen der Herausgeber

SONJA C. JÄHNIG, Abteilung Limnologie und Naturschutzforschung, Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Clamecystraße 12, 63571 Gelnhausen. E-mail: sonja.jaehnig@senckenberg.de
DANIEL HERING, Universität Duisburg-Essen, Abteilung Angewandte Zoologie / Hydrobiologie, 45117 Essen. E-mail: daniel.hering@uni-due.de
MARIO SOMMERHÄUSER, Emschergenossenschaft, Kronprinzenstr. 24, 45128 Essen.
E-mail: sommerhaeuser.mario@eglv.de

Umschlagbild: Kiesbänke und Nebengerinne in einem renaturierten Abschnitt der Lahn bei Colbe (Foto: Armin Lorenz).

Für die Förderung der Drucklegung dieses Buches danken Verlag und Herausgeber der:

Bundesanstalt für Gewässerkunde



Deutschen Gesellschaft für Limnologie e.V.



Emschergenossenschaft



ISBN ebook (pdf) 978-3-510-65446-8

ISBN 978-3-510-53011-3

Information on this title: www.schweizerbart.de/9783510530113

© 2011 E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, Germany

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Verlag: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller),
Johannesstr. 3A, 70176 Stuttgart, Germany
www.schweizerbart.de
mail@schweizerbart.de

♻ Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier nach ISO 9706-1994

Satz: DTP + TEXT Eva Burri, Stuttgart
Druck: Druck- und Medienzentrum Gerlingen GmbH

Printed in Germany

Geleitwort

Alles braucht seine Zeit.

Als 1980 für die Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen eine „Richtlinie für naturnahen Ausbau und Unterhaltung“ erschien, war der Bau von Kläranlagen schon weit fortgeschritten. Auch die europäische Richtlinie von 1978 über die Qualität von Fischgewässern enthält nur eine lange Liste von Stoffen und physikalischen Parametern des Wassers. Dass Fische einen Lebensraum benötigen und nicht nur Sauerstoff zum Atmen, findet keine Erwähnung. Flüsse und Bäche wurden damals nach den überkommenen Regeln der maximalen Nutzung der Auen betrieben und nach rein technischen Gesichtspunkten ausgebaut und unterhalten. Zudem wurde immer stärker in die Hochwasserbetten hinein gebaut. Diese „Denaturierung“ wurde zwar von Ökologen und Naturschützern beklagt, aber der notwendige Druck dies zu verhindern baute sich nur langsam auf. Grund dafür war sicher auch das mangelhafte Verständnis ökologischer Zusammenhänge bei den Verantwortlichen und in der Öffentlichkeit. Saubere Gewässer waren schon lange ein politisches Ziel. Die Kosten dafür werden anteilmäßig auf alle Wassernutzer verteilt. Ganz anders sieht es bei der naturnahen Umgestaltung von Gewässern aus. Änderungen am Gewässerbett oder dessen Umfeld betreffen jeweils nur wenige Menschen, die sich in der Ausübung ihres Eigentumsrechtes behindert fühlen. Außerdem waren diese Änderungen noch viele Jahre durch das geltende Recht gedeckt. Hinzu kommt, dass Kläranlagen nach Inbetriebnahme unmittelbar einen sichtbaren Erfolg bringen. Naturnahe Umgestaltung bzw. Renaturierung sind jedoch langwierige Prozesse und benötigen in der Regel Jahre, bis das Ziel erreicht ist. Die ersten zaghaften Versuche, Fließgewässer wieder naturnäher zu gestalten oder sich gar selbst entwickeln zu lassen wurden oft Mangels ausreichender Kenntnisse falsch angegangen und das angestrebte Ziel meist nicht erreicht. Dazu kam ein lange währender, heftiger Streit darüber, was der erstrebte Endzustand sein soll.

Das „Leitbild“ der einzelnen Akteure war je nach Interessenlage völlig unterschiedlich. Erst mit der Einführung eines aktualistischen Ansatzes für die Renaturierung, welcher der heutige potenziell natürliche Zustand (hpnG) zugrunde liegt, kam die notwendige Ruhe in die weitere Diskussion. Umso erfreulicher ist es, dass sich die Renaturierung inhaltlich in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (von 2000) wiederfindet.

Der vorliegende Band zieht eine umfassende Bilanz der Ergebnisse zahlreicher Projekte zur Renaturierung von Fließgewässern. Dabei wurde eine Fülle von Erkenntnissen gewonnen, die nicht nur unser Verständnis der Ökologie fließender Gewässer erweitert haben. Sie können auch unmittelbare Hilfe bei der Planung und Durchführung künftiger Renaturierungsmaßnahmen sein. Insoweit sind sie in der Schriftenreihe „Limnologie aktuell“ genau am rechten Platz. Als einer der bisherigen, scheidenden Herausgeber freue ich mich daher ganz besonders, dass die neuen Herausgeber gerade dieses Thema als Einstieg gewählt haben.

Dem Band 13 von Limnologie aktuell wünsche ich eine große Zahl von Lesern, die daraus vielfältigen Nutzen für ihre Forschung und Praxis gewinnen können. Den beiden neuen Herausgebern, Prof. Dr. Heinz Brendelberger und Dr. Mario Sommerhäuser wünsche ich weiterhin eine glückliche Hand.

Günther Friedrich

Vorwort der Herausgeber

Als Herausgeber von „Limnologie aktuell“ freuen wir uns, den nunmehr 13. Band einer Buchreihe vorlegen zu können, die es sich zum Ziel gesetzt hat, aktuelle gewässerkundliche Themen aus Forschung und Praxis in einer umfassenden und anschaulichen Monografie aufzubereiten. Neben Werken zu den Flüssen Rhein, Donau, Weser, Spree oder zum Unteren Odertal erschienen in dieser Reihe Bücher zu angewandten Themen der Gewässerbewirtschaftung z.B. der Restaurierung stehender Gewässer, der Seeuferrenaturierung und zu Typologie, Bewertung und Management von Oberflächengewässern. In dieser Tradition steht auch der aktuelle Band mit dem Titel „Fließgewässerrenaturierung heute und morgen - Wasserrahmenrichtlinie, Maßnahmen und Effizienzkontrolle“.

„Renaturierung“ als Begriff wurde nach einer ersten enthusiastischen Phase in der ökologischen Umgestaltung naturfremd ausgebauter Fließgewässer in den frühen 80er Jahren bald nur noch ungern verwendet. Schnell war erkannt, dass viele gut gemeinte, aber nur an diffusen Zielvorstellungen eines idealtypischen Gewässers – meistens dem eines Gebirgsflusses – ausgerichtete Maßnahmen kein „zurück zu einem natürlichen Zustand“ (Re-Naturierung) bedeuteten. Planungen betrachteten nur kurze Strecken, auf denen gleichwohl alles „gebaut“ werden sollte: vom Kolk bis zur Rauchstrecke, vom Fischunterstand bis zur benachbarten Obstwiese; es wurde versucht, vielen und nicht immer gewässerökologischen Vorstellungen gerecht zu werden.

Erst mit dem Verständnis und der Akzeptanz von „potenziell natürlichem Gewässerzustand“ und „naturraumtypischem Leitbild“, welche in der Gewässertypisierung ihre Ausdifferenzierung erfuhren, kann wieder von einer gezielten Gewässerentwicklung „in Richtung Natur“ gesprochen werden. Deswegen kann der Terminus Renaturierung heute dort wieder Verwendung finden, wo ökologische Verbesserungsmaßnahmen grundsätzlich den typspezifischen Referenzzustand als Leitbild und Orientierungshilfe zugrunde legen, auch wenn dieses Entwicklungsziel in einer dicht besiedelten Landschaft mit vielfältig genutzten Wasserläufen nicht das unmittelbare Ergebnis sein wird. „Du steigst nie zweimal in denselben Fluss“ bedeutet hier, dass jedes Gewässer seine Kulturgeschichte hat, die keine vollständige Wiederherstellung von Natur erreichen lässt.

Mit dem „guten ökologischen Zustand“ als Zielzustand für die Oberflächengewässer Europas, der nur geringe Abweichungen vom anthropogen unbeeinflussten Zustand zulässt, hat im Jahr 2000 auch die EG-Wasserrahmenrichtlinie die Messlatte für Europas Gewässer hoch gelegt. Zehn Jahre nach Inkrafttreten dieser „Richtlinie für einen Ordnungsrahmen im Gewässerschutz“ werden vermehrt Renaturierungsmaßnahmen umgesetzt.

Band 13 von „Limnologie aktuell“ bewertet eine große Zahl von Maßnahmen in verschiedenen Regionen und zu unterschiedlichen Fließgewässertypen Deutschlands. Die Spanne des Natürlichkeitsgrades reicht vom Biosphärenreservat bis zum dicht besiedelten Ballungsraum. Viele Einzelmaßnahmen an erheblich veränderten Gewässern verdeutlichen auch, dass die Erreichbarkeit des guten ökologischen Zustandes/Potenzials nicht alleiniges Kriterium für die Durchführung oder das Unterlassen von Maßnahmen sein kann: Jede kleine Verbesserungsmaßnahme wie z.B. der Ersatz einer Spundwand durch eine bepflanzte Steinschüttung, kann lokal zur Verbesserung der Lebensraumqualität beitragen. Der gute ökologische Zustand ganzer Wasserkörper wird hingegen weitergehende Maßnahmen auf langen Gewässerstrecken und die Beachtung des Gewässerverbundes und Einzugsgebietes bzw. Planungsraumes verlangen.

In diesem Sinne hoffen wir, dass die vielen dargestellten Maßnahmen Mut zum Machbaren begründen und Hilfe beim Erkennen und Entwickeln des Notwendigen bieten.

Sehr herzlich bedanken wir uns bei den Begründern und langjährigen Herausgebern der Buchreihe, Herrn Prof. Dr. Günther Friedrich, Krefeld, und Herrn Prof. Dr. Ragnar Kinzelbach, Rostock, für das Vertrauen, das sie mit der Übertragung der Herausgeberschaft in uns setzen.

Dieser Band ist in Kooperation mit der Bundesanstalt für Gewässerkunde, der Emschergenossenschaft und der Deutschen Gesellschaft für Limnologie e. V. entstanden, denen dafür ebenfalls gedankt sei.

Kiel und Essen, im März 2011,

Heinz Brendelberger

Mario Sommerhäuser

Inhalt

Geleitwort	V
Vorwort.....	VII
PROBLEMSTELLUNG	
Jähmig, S.C., Sommerhäuser, M. & Hering, D.: Fließgewässer-Renaturierung heute: Zielsetzungen, Methodik und Effizienzkontrolle.....	1–6
FALLSTUDIEN ZUR RENATURIERUNG UND ERFOLGSKONTROLLE VON GEWÄSSER-TYPEN IN UNTERSCHIEDLICHEN LANDSCHAFTSRÄUMEN	
Lorenz, A.W. & Januschke, K.: Die Wirkung von Renaturierungsmaßnahmen auf die Makrozoobenthos-, Fisch- und Makrophytenzönose dreier organischer Tieflandgewässer in NRW.....	7–21
Antons, C.: Evaluation ausgewählter Revitalisierungsprojekte an Fließgewässern des Mittelgebirges	23–42
Jähmig, S.C., Lorenz, A.W., Brunzel, S. & Hering, D.: Renaturierung von Mittelgebirgsflüssen – Auswirkung auf verschiedene Organismengruppen: Makrozoobenthos, Auenvegetation, Laufkäfer	43–58
Pottgiesser, T. & Rehfeld-Klein, M.: Gewässerentwicklungskonzept für ein urbanes Gewässer zur Zielerreichung der Wasserrahmenrichtlinie – Das Pilotprojekt Panke in Berlin.....	59–81
Semrau, M., Junghardt, S. & Sommerhäuser, M.: Die Erfolgskontrolle renaturierter Schmutzwasserläufe – Monitoringkonzept, Erfahrungen und Messergebnisse aus dem Emscher- und Lippegebiet	83–101
Schade, U. & Jedicke, E.: Entwicklung und Implementierung eines Monitoringkonzepts zur Erfolgskontrolle von Fließgewässer-Revitalisierungen im Biosphärenreservat Rhön	103–122
ÖKOLOGISCHE VERBESSERUNGSMASSNAHMEN AN STRÖMEN UND KANÄLEN I. MODELLGESTÜTZTE VORHERSAGE DER LEBENSRAUMEIGNUNG FÜR PFLANZEN UND TIERE	
Horchler, J.P., Rosenzweig, S. & Schleuter, M.: Modellgestützte Vorhersage der Lebensraumeignung für Pflanzen und Tiere der Flussauen	125–128
ÖKOLOGISCHE VERBESSERUNGSMASSNAHMEN AN STRÖMEN UND KANÄLEN II. MASSNAHMEN ZUR SOHLSTABILISIERUNG UND ENTWICKLUNG VON FLACHWASSERZONEN UND IHR ÖKOLOGISCHER ERFOLG	
Anlauf, A.: Sohlstabilisierung Elbe	131–134
Hüsing, V. & Sommer, M.: Untersuchung zur ökologischen Wirksamkeit von Kompensationsmaßnahmen an der Mosel	135–139
Wahl, D., Sundermeier, A. & Wolters, B.: Röhrchententwicklung am Main bei Hasloch	141–145
Wieland, S.: Funktionskontrolle an Flachwasserzonen am Mittellandkanal	147–150

FARBTAFELN	151–158
<p>ÖKOLOGISCHE VERBESSERUNGSMASSNAHMEN AN STRÖMEN UND KANÄLEN III. ALTERNATIVE UFERSICHERUNGSARTEN UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF AQUA- TISCHE BIOZÖNOSEN</p>	
Liebenstein, H., Bauer, E.-M. & Schilling, K.: Versuchsstrecke zu technisch-biologischen Ufersicherungen – Versuchsstrecke Stolzenau an der Mittelweser	161–164
Liebenstein, H.: Auswirkungen verschiedener Ufersicherungsarten und Bauweisen auf die Lebensgemeinschaften der Ufer von Bundeswasserstraßen	165–168
Schöll, F.X.: Auswirkungen verschiedener Ufersicherungsarten und Baumaterialien auf aquatische Biozönosen.....	169–171
Sundermeier, A.: Alternative Ufersicherung an stark befahrenen Kanalstrecken am Beispiel der Versuchsstrecke Haimar am Mittellandkanal.....	173–176
<p>ÖKOLOGISCHE VERBESSERUNGSMASSNAHMEN AN STRÖMEN UND KANÄLEN IV. ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ DER OPTIMIERUNG VON BUHNEN UND GESTALTUNG VON PARALLELWERKEN</p>	
Rödiger, S., Schröder, U., Anlauf, A. & Kleinwächter, M.: Ökologische Optimierung von Buhnen in der Elbe.....	179–183
Schöll, F.X.: Ökologische Bewertung des hinterströmten Parallelwerks Walsum Stapp mittels Makrozoobenthos.....	185–187
<p>REGIONALE KONZEPTE – AUSWERTUNGEN ZUM RENATURIERUNGSBEDARF UND RE- NATURIERUNGSERFOLG AM BEISPIEL VERSCHIEDENER BUNDESLÄNDER</p>	
Brunke, M. & Lietz, J.: Regenerationsmaßnahmen und der ökologischer Zustand der Fließgewässer in Schleswig-Holstein	189–205
Arle, J. & Wagner, F.: Die Bedeutung der Gewässerstruktur für das Erreichen des guten ökologischen Zustands in den Fließgewässern des Freistaates Thüringen	207–233
Weber, A., Schomaker, C. & Wolter, C.: Das fischökologische Potential urbaner Wasserstraßen	235–249
Kail, J. & Wolter, C.: Die deutschen Maßnahmenprogramme zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Fließgewässern: Maßnahmen-Schwerpunkte, potenzielle ökologische Wirkung und Wissensdefizite	251–271
<p>BEWERTUNG UND HANDLUNGSEMPFEHLUNG</p>	
Hering, D., Jähmig, S.C. & Sommerhäuser, M.: Fließgewässer-Renaturierung morgen: Zusammenfassende Bewertung und Handlungsempfehlungen	273–279



Fließgewässer-Renaturierung heute: Zielsetzungen, Methodik und Effizienzkontrolle

Sonja C. Jähmig¹, Mario Sommerhäuser² und Daniel Hering³

¹ Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Abteilung Limnologie und Naturschutzforschung, Clamecystraße 12, 63571 Gelnhausen

Biodiversität und Klima Forschungszentrum (Bik-F), Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main

² Kooperationslabor Emschergenossenschaft / Lippeverband und Ruhrverband, Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen

³ Universität Duisburg-Essen, Abteilung Angewandte Zoologie / Hydrobiologie, 45117 Essen

Abstract. Recent European legislation, in particular the EU Water Framework Directive, demands for large-scale restoration of European water bodies with the aim of achieving “good ecological status”. In Germany, more than 80% of the rivers are presently not achieving this aim, mainly due to hydromorphological degradation. Restoration projects under the Water Framework Directive are not just aiming at providing conditions for near-natural biota: “good ecological status” requires the actual establishment of near-natural fish, invertebrate and aquatic flora assemblages. A large number of (mainly short) river stretches has recently been restored; however, the success of most of these projects has not been controlled and in many cases the success is questionable. Against this background, this special issue asks the following questions: (1) Which types of restoration measures have recently been performed in Germany? (2) How to best measure restoration success? (3) How successful were recent restoration projects? (4) How can restoration measures be prioritized within large geographical areas? (5) Which parameters support or impede restoration success?

Veränderungen der Struktur und Wasserqualität von Bächen und Flüssen sind Teil der Kulturgeschichte. Landwirtschaft und Siedlungen in den Auen wurden durch Entwässerungsmaßnahmen, Uferbefestigungen und Längsbauwerke ermöglicht, die Nutzung der Wasserkraft erforderte Querbauwerke, Staustrecken und Wasserausleitungen. Für lange Zeit dienten Bäche und Flüsse zum Abtransport von Abwässern und Abfällen aller Art, oft im Konflikt mit der Nutzung als Trink- und Brauchwasserspender.

Der Umgang mit den Fließgewässern veränderte sich seit Mitte der 1970er Jahre: zunehmend wurden die Gewässer als Lebens- und Erlebnisraum gesehen und nicht nur als „Wasserstraße“ oder „Vorfluter“. Während sich die Wasserqualität in der Folge der Investitionen in den Kläranlagenausbau erheblich verbesserte, waren zu Beginn des 21. Jahrhunderts nur noch zwei Prozent der Gewässer in Deutschland strukturell unverändert (LAWA 2002). Viele Gewässersysteme, vor allem im Tiefland, sind heute naturferne Abflusssysteme, gekennzeichnet durch eine massiv veränderte Hydrologie und Morphologie; sie können ihre Funktionen im Naturhaushalt nur eingeschränkt erfüllen und sind vorwiegend von anspruchslosen Tier- und Pflanzenarten besiedelt. Auch für den Wunsch des Menschen nach Naturerlebnis und Erholung sind sie nur eingeschränkt nutzbar, da sie zu monotonen, oft übersehenen und unbekanntem Landschaftselementen degradiert worden sind.

Etwa seit den 1980er Jahren wird versucht, Fließgewässer über die reine Verbesserung der Wasserqualität hinaus zu renaturieren, das heißt, sie ihrem natürlichen Zustand wieder anzunähern, um so Bedingungen für naturnahe Funktionen und Lebensgemeinschaften zu schaffen. Bis Ende des 20. Jahrhunderts basierten Renaturierungen in Deutschland häufig auf Programmen oder Verwaltungsvorschriften der Bundesländer, z. B. dem niedersächsischen „Fließgewässer-

Schutzprogramm“ oder den Initiativen zum Themenkreis „naturnahe Gewässerentwicklung“ in Nordrhein-Westfalen (z. B. Rasper et al. 1991a, b, MURL NRW 1999a, b). Darüber hinaus gab es seit den 1990er Jahren – unter anderem durch diese Programme angestoßen – eine Vielzahl von Einzelprojekten unterschiedlicher Träger wie Kommunen, Sondergesetzlicher Wasserverbände, Wasser- und Bodenverbände und Naturschutzorganisationen, häufig abzielend auf die Verbesserung hydromorphologischer Strukturen, wie z.B. die fast 1.400 bis zum Jahr 2005 durchgeführten Maßnahmen in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Hessen (Feld et al. 2007). Häufig waren dies Einzelmaßnahmen, z. B. das Schleifen einzelner Wehre, die Entfernung der Ufer- und Sohlbefestigung, der Wiederanschluss eines Gewässers an seine Aue oder eine ökologisch orientierte Gewässerunterhaltung.

Der Anspruch an Renaturierungen hat sich seither durch europäische Vorgaben weiter verändert. Neben der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie, die unter anderem auf den Schutz von Arten und Lebensräumen der Flussauen abzielt, ist es vor allem die im Jahre 2000 in Kraft getretene EG-Wasserrahmenrichtlinie, die eine umfassende Untersuchung und Sanierung von Gewässern vorschreibt, gerade auch aus ökologischer Sicht. Die Wasserrahmenrichtlinie formuliert das ambitionierte Ziel des guten ökologischen Zustands aller Gewässer (im Falle „erheblich veränderter Gewässer“ des guten ökologischen Potenzials) bis zum Jahr 2015, wobei Fristverlängerungen bis 2027 möglich sind. Der Anspruch von Renaturierungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Wasserrahmenrichtlinie unterscheidet sich fundamental von Maßnahmen in den 1980er und 1990er Jahren. Das Ziel ist klar definiert: die Erreichung des „guten ökologischen Zustandes“, der über Organismengruppen des Gewässers (im Fall kleinerer Fließgewässer sind dies Phyto-benthos, Makrophyten, Makrozoobenthos und Fische) gemessen wird. Es genügt demnach nicht, aus anthropozentrischer Sicht als geeignet angenommene *Bedingungen* für eine anspruchsvolle Lebensgemeinschaft zu schaffen; der langfristige Erfolg der Maßnahmen wird an der *Etablierung* dieser Lebensgemeinschaft gemessen.

Von einem guten ökologischen Zustand der Gewässer sind fast alle europäischen Länder nach einer ersten Bestandsaufnahme weit entfernt (z. B. ICPDR 2005, ICPR 2005). In Deutschland werden etwa vier Fünftel der Fließgewässer den guten ökologischen Zustand in erster Linie aufgrund hydromorphologischer Beeinträchtigungen bis 2015 nicht erreichen; organische Verschmutzung, im 20. Jahrhundert der dominierende Belastungsfaktor, betrifft hingegen „nur“ noch gut ein Drittel der Gewässer (BMU 2005). Die umfassenden Bewirtschaftungspläne, die zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie aufgestellt wurden, legen daher einen Schwerpunkt auf die hydromorphologische Verbesserung der Gewässer.

Obwohl Renaturierungen im Zusammenhang mit der Wasserrahmenrichtlinie heute einen weitreichenden Anspruch haben, hat sich der Ansatz von Renaturierungsmaßnahmen in den letzten Jahrzehnten nicht grundlegend gewandelt. Es besteht weitgehende Übereinstimmung, dass es eine Hierarchie von Maßnahmen gibt: Am Anfang steht die Verbesserung der Wasserqualität als Grundvoraussetzung für ein naturnahes Gewässer, seine Funktionen und Lebensgemeinschaften; ist dies erfolgt, können Habitate und Strukturen aufgewertet werden, um die Bedingungen für eine naturnahe Lebensgemeinschaft und für die Funktionen eines naturnahen Gewässers weiter zu verbessern. Die Verbesserung der Wasserqualität beinhaltet im Idealfall die Erfassung und Beseitigung aller punktuellen Belastungsquellen in einem Einzugsgebiet und möglichst auch die Reduktion der Nährstoffbelastung aus diffusen Quellen. Hydromorphologische Maßnahmen zur Aufwertung der Strukturen gleichen hingegen einem Flickenteppich. Meist werden relativ kurze Flussabschnitte renaturiert und auch einzelne Maßnahmen unterscheiden sich in ihrem Umfang erheblich. Ein umfassender Ansatz wie bei der Abwasserreinigung ist nicht möglich, da fast alle hydromorphologische Maßnahmen zur Voraussetzung haben, dass ufernahe Flächen zur Verfügung stehen, was im Regelfall für längere Gewässerabschnitte nicht gegeben ist.

Der Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Wasserrahmenrichtlinie wird an der Etablierung naturnaher Lebensgemeinschaften gemessen; dies wird im Rahmen des

operativen Monitoring überprüft. Das in den Jahren 2006–2009 durchgeführte erste flächendeckende Monitoring hatte zunächst zum Ziel, die 2004 anhand von vorhandenen Daten durchgeführte Einschätzung zu überprüfen, den aktuellen ökologischen Zustand anhand der neuen Bewertungsverfahren einzuordnen und geeignete Maßnahmen abzuleiten; über den Erfolg der Maßnahmen, sofern sie schon durchgeführt wurden, liegen daher noch keine belastbaren Daten vor. Die Wirkung in anderem Zusammenhang durchgeführter Renaturierungsmaßnahmen wurde nur in Ausnahmefällen untersucht. In den USA wurden nur 10% von über 37.000 Projekten einer Erfolgskontrolle unterzogen (Bernhardt et al. 2005). Ähnliches gilt für Mitteleuropa (Bratrich 2004); in Nordrhein-Westfalen wurde die Wirkung von nur 6,4% der bis Mitte 2004 durchgeführten Maßnahmen überprüft (MUNLV 2005). Mehrere Studien deuten jedoch darauf hin, dass sich hydromorphologische Maßnahmen häufig nicht oder nur geringfügig auf die Besiedlung auswirken (z.B. Friberg et al. 1998, Muotka et al. 2002, Lepori et al. 2005b, Muotka & Syrjanen 2007, Jähnig et al. 2009b, Lorenz et al. 2009). Es besteht daher ein Wissensdefizit, in welchem Umfang Renaturierungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Zielsetzung der Wasserrahmenrichtlinie geeignet sind, die Gewässerqualität, im Besonderen die Situation der aquatischen Lebensgemeinschaften, zu verbessern.

Die Ursachen für den ausbleibenden Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen sind vielfältig: So können z.B. die Maßnahmen der Belastungssituation nicht gerecht werden oder mehrere gleichzeitig auftretende Belastungen können die Wirksamkeit einer Einzelmaßnahme herabsetzen. Häufig wird die Maßnahmen-Hierarchie nicht beachtet: ohne eine gute Wasserqualität haben hydromorphologische Maßnahmen kaum Wirkung auf die Lebensgemeinschaften. Eine besondere Bedeutung kommt dem Wiederbesiedlungspotenzial zu. Im Regelfall werden nur wenige 100 m lange, oft isoliert gelegene Gewässerabschnitte renaturiert, wobei diese Maßnahmen zur biozönotischen Aufwertung ganzer Wasserkörper beitragen sollen, die eine Länge zwischen 5–200 km aufweisen können. Eine solche, über den eigentlichen renaturierten Abschnitt hinausgehende Erfolgserwartung muss folgende Voraussetzungen berücksichtigen: (1) Die hydromorphologische Aufwertung einzelner Abschnitten eines Gewässersystems muss auch zur Etablierung einer naturnahen Lebensgemeinschaft in den renaturierten Abschnitten führen; (2) ausgehend von den renaturierten Abschnitten müssen die sich anschließenden, hydromorphologisch degradierten Abschnitte ebenfalls mit einer naturnahen Lebensgemeinschaft besiedelt werden. Die zweite These wird in dem Konzept der „Strahlwirkung“ aufgegriffen (DRL 2008, 2009). Nach diesem Konzept werden ausgehend von naturnahen, hydromorphologisch hochwertigen Abschnitten (sogenannten Strahlursprüngen) die sich anschließenden degradierten Abschnitte (sogenannte Strahlwege) biozönotisch aufgewertet. Es entspricht aus populationsökologischen Gesichtspunkten dem Konzept der Metapopulation, mit Kernpopulationen in Gebieten mit optimalen Lebensbedingungen und Satellitenpopulationen in weniger geeigneten benachbarten Lebensräumen, die in ungünstigen Phasen aussterben können, sich aber ausgehend von der Kernpopulation immer wieder neu etablieren.

Wird der Erfolg von Renaturierungen am „ökologischen Zustand“ gemessen, so sind Neubesiedlung und Etablierung von Populationen anspruchsvoller Arten entscheidende Erfolgskriterien. Grundsätzlich ist zwischen der Neubesiedlung renaturierter Strecken und der Besiedlung degradierter Strecken aus naturnahen Abschnitten zu unterscheiden. Präzise Modellierungen sind für beide Vorgänge derzeit nicht möglich; zu verschieden sind Ausbreitungsdistanzen und Ansprüche einzelner Arten, zudem besteht eine erhebliche Abhängigkeit von der lokalen Situation. Isolierte Renaturierungsstrecken, fernab von möglichen Besiedlungsquellen anspruchsvoller Arten, werden in den meisten Fällen nicht in einer kurzfristigen Verbesserung des ökologischen Zustandes resultieren. Im Idealfall sollten Gewässersysteme daher ausgehend von noch vorhandenen naturnahen Abschnitten entwickelt werden, von denen aus sich Umweltbedingungen und Organismen in ein Netz renaturierter Abschnitte ausbreiten können.

Bedingt durch die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie ist die Diskussion zum Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen stark auf den ökologischen Zustand gerichtet, während andere Aspekte

oft außer Acht gelassen werden. Viele Studien zeigen, dass andere Artengruppen (Auenvvegetation, Laufkäfer) und Funktionen wie aquatisch-terrestrische Interaktionen, Selbstreinigung und Denitrifizierung im Gewässer erheblich von Renaturierungen profitieren und sich schneller verbessern als die aquatische Ziel-Lebensgemeinschaften (Lepori et al. 2005a, Rohde et al. 2005, Kaushal et al. 2008, Aldridge et al. 2009, Jähniq et al. 2009a, Klocker et al. 2009, Tullis et al. 2009). Es fehlen etablierte Verfahren, um auch den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen zu bewerten und damit die gesamte Ökosystem-Dienstleistung, auch wenn eine Diskussion darüber begonnen hat (Palmer & Filoso 2009, BMU 2010). Andere Aspekte, zum Beispiel Erholungsnutzung oder Landschaftsästhetik, werden noch seltener berücksichtigt, obwohl sie in der subjektiven Erfolgseinschätzung des Renaturierungserfolgs eine große Rolle spielen (Jähniq et al. 2010).

Vor diesem Hintergrund hat der hier vorgelegte Band zum Ziel, Konzeption, Durchführung und Effizienz aktuell in Deutschland durchgeführter und geplanter Renaturierungen vorzustellen. Die erste Gruppe von Beiträgen beschäftigt sich mit einzelnen Maßnahmen: ausgewählten Projekten an Mittelgebirgsbächen (Antons 2011), Mittelgebirgsflüssen (Jähniq et al. 2011), Tieflandflüssen (Lorenz & Januschke 2011), Bundeswasserstraßen (Schöll et al. 2011), urbanen Gewässern (Pottgiesser & Rehfeld-Klein 2011, Semrau & Sommerhäuser 2011) sowie Gewässern in einem Biosphären-Reservat (Schade & Jedicke 2011). Somit entsteht ein Muster ganz verschiedener Maßnahmen, die aber oft mit ähnlich gelagerten Problemen zu kämpfen haben. Die zweite Gruppe stellt die Konzeption von Renaturierungsmaßnahmen für größere Gebiete vor: ein Bundesland im Tiefland (Brunke & Lietz 2011), ein Bundesland im Mittelgebirgsraum (Arle & Wagner 2011), urbane Wasserstraßen (Weber et al. 2011) und für das Gebiet der ganzen Bundesrepublik Deutschland (Kail & Wolters 2011).

Die folgenden Fragen stehen dabei im Mittelpunkt:

- Welche Maßnahmen wurden durchgeführt?
- Wie ist der Erfolg von Renaturierungen messbar, welche Auswirkungsbereiche werden bewertet (ökologisch, wasserwirtschaftlich, ökonomisch, gesellschaftlich)?
- Wie erfolgreich sind diese Renaturierungsmaßnahmen?
- Wie lassen sich Renaturierungsmaßnahmen großräumig konzipieren und priorisieren?
- Welche Randbedingungen beeinflussen den Erfolg von Renaturierungen?

Abschließend erfolgt eine kritische Würdigung verschiedener Renaturierungsmaßnahmen und ihrer räumlichen Konfigurationen sowie Empfehlungen für zukünftige Planungen.

Literatur

- ALDRIDGE, K.T., BROOKES, J.D. & GANF, G.G. (2009): Rehabilitation of Stream Ecosystem Functions through the Reintroduction of Coarse Particulate Organic Matter. – *Restoration Ecology* 17(1): 97–106.
- ANTONS, C. (2011): Evaluation ausgewählter Revitalisierungsprojekte an Fließgewässern des Mittelgebirges. – *Limnologie Aktuell* 13: 23–42.
- ARLE, J. & WAGNER, F. (2011): Die Bedeutung der Gewässerstruktur für das Erreichen des guten ökologischen Zustands in den Fließgewässern des Freistaates Thüringen. – *Limnologie Aktuell* 13: 207–233.
- BERNHARDT, E.S., PALMER, M.A., ALLAN, J.D., ALEXANDER, G., BARNAS, K., BROOKS, S., CARR, J., CLAYTON, S., DAHM, C., FOLLSTAD-SHAH, J., GALAT, D., GLOSS, S., GOODWIN, P., HART, D., HASSETT, B., JENKINSON, R., KATZ, S., KONDOLF, G.M., LAKE, P.S., LAVE, R., MEYER, J.L., O'DONNELL, T.K., PAGANO, L., POWELL, B. & SUDDUTH, E. (2005): Synthesizing U.S. river restoration efforts. – *Science* 308: 636–637.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt) (2010): Die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. – Hintergrundpapier zum 3. Nationalen Forum für Biodiversität am 27.05.2010 in Köln.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2005): Die Wasserrahmenrichtlinie – Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2004 in Deutschland. – Bonifatius, Paderborn.

- BRATRICH, C.M. (2004): Planung, Bewertung und Entscheidungsprozesse im Fließgewässer- Management: Kennzeichen erfolgreicher Revitalisierungsprojekte. – Dissertation, ETH Zürich.
- BRUNKE, M. & LIETZ, J. (2011): Regenerationsmaßnahmen und der ökologischer Zustand der Fließgewässer in Schleswig-Holstein. – *Limnologie Aktuell* 13: 189–205.
- DRL (Deutscher Rat für Landespflege) (2008): Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. – Schriftenreihe des DRL 81: 1–138.
- DRL (Deutscher Rat für Landespflege) (2009): Verbesserung der biologischen Vielfalt in Fließgewässern und ihren Auen. – Schriftenreihe des DRL 82: 1–160.
- FELD, C.K., HERING, D., JÄHNIG, S., LORENZ, A., ROLAUFFS, P., KAIL, J., HENTER, H.-P. & KOENZEN, U. (2007): Ökologische Fließgewässerrenaturierung – Erfahrungen zur Durchführung und Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands. – Abschlussbericht für das Umweltbundesamt.
- FRIBERG, N. & SVENDSEN, L.M. (1998): Long-term, habitat-specific response of a macroinvertebrate community to river restoration. *Aquatic Conservation. – Marine and Freshwater Ecosystems* 8(1): 87–99.
- ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River) (2005): Danube Basin Analysis (WFD Roof Report 2004). Wien. ICPDR Document IC/084. 18 March 2005.
- ICPR (International Commission for the Protection of the Rhine) (2005): Internationale Flussgebietseinheit Rhein: Merkmale, Überprüfung der Umweltauswirkungen menschlicher Tätigkeiten und wirtschaftliche Analyse der Wassernutzung – Teil A (übergeordneter Teil). – ICPR Document CC 02-05d. 18 March 2005.
- JÄHNIG, S.C., LORENZ, A.W., HERING, D., ANTONS, C., SUNDERMANN, A., JEDICKE, E. & HAASE, P. (2010a): River restoration success – a question of perception. – *Ecological Applications*: in press.
- JÄHNIG, S.C., BRUNZEL, S., GACEK, S., LORENZ, A.W. & HERING, D. (2009a): Effects of re-braiding measures on hydromorphology, floodplain vegetation, ground beetles and benthic invertebrates in mountain rivers. – *Journal of Applied Ecology* 46(2): 406–416.
- JÄHNIG, S.C., LORENZ, A.W. & HERING, D. (2009b): Restoration effort, habitat mosaics, and macroinvertebrates – does channel form determine community composition? *Aquatic Conservation. – Marine and Freshwater Ecosystems* 19(2): 157–169.
- JÄHNIG, S.C., LORENZ, A.W., BRUNZEL, S. & HERING, D. (2011): Renaturierung von Mittelgebirgsflüssen – Auswirkung auf verschiedene Organismengruppen: Makrozoobenthos, Auenvegetation, Laufkäfer. – *Limnologie Aktuell* 13: 43–58.
- KAIL, J. & WOLTER, C. (2011): Die deutschen Maßnahmenprogramme zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in Fließgewässern: Maßnahmen-Schwerpunkte, potenzielle ökologische Wirkung und Wissensdefizite. – *Limnologie Aktuell* 13: 251–271.
- KAUSHAL, S.S., GROFFMAN, P.M., MAYER, P.M., STRITZ, E. & GOLD, A.J. (2008): Effects of stream restoration on denitrification in an urbanising watershed. – *Ecological Applications* 18: 789–804.
- KLOCKER, C.A., KAUSHAL, S.S., GROFFMAN, P.M., MAYER, P.M. & MORGAN, R.P. (2009): Nitrogen uptake and denitrification in restored and unrestored streams in urban Maryland, USA. – *Aquatic Sciences* 71(4): 411–424.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2002): Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland – Gewässerstruktur in der Bundesrepublik Deutschland 2001. – Kulturbuch-Verlag, Berlin.
- LEPORI, F., PALM, D. & MALMQVIST, B. (2005a): Effects of stream restoration on ecosystem functioning: detritus retentiveness and decomposition. – *Journal of Applied Ecology* 42(2): 228–238.
- LEPORI, F., PALM, D., BRÄNNÄS, E. & MALMQVIST, B. (2005b): Does Restoration of structural heterogeneity in streams enhance fish and macroinvertebrate diversity? – *Ecological Applications* 15(6): 2060–2071.
- LORENZ, A. & JANUSCHKE, K. (2011): Die Wirkung von Renaturierungsmaßnahmen auf die Makrozoobenthos-, Fisch- und Makrophytenzönose dreier organischer Tieflandgewässer in NRW. – *Limnologie Aktuell* 13: 7–21.
- LORENZ, A., JÄHNIG, S. & HERING, D. (2009): Re-meandering German lowland streams: qualitative and quantitative effects of restoration measures on hydromorphology and macroinvertebrates. – *Environmental Management* 44(4): 745–754.
- MUNLV (Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen) (2005): Erfolgskontrolle von Maßnahmen zur Unterhaltung und zum naturnahen Ausbau von Gewässern. – Unveröffentlichter Bericht, Düsseldorf.

- MUOTKA, T. & SYRJANEN, J. (2007): Changes in habitat structure, benthic invertebrate diversity, trout populations and ecosystem processes in restored forest streams: a boreal perspective. – *Freshwater Biology* 52(4): 724–737.
- MUOTKA, T., PAAVOLA, R., HAAPALA, A., NOVIKMEC, M. & LAASONEN, P. (2002): Long-term recovery of stream habitat structure and benthic invertebrate communities from in-stream restoration. – *Biological Conservation* 105(2): 243–254.
- MURL (Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft) NRW (1999a): Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. – RdErl. d. MURL vom 6. April 1999 (MBI. NRW. S. 716)
- MURL (Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft) NRW (1999b): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen im Rahmen der “Initiative ökologische und nachhaltige Wasserwirtschaft in NRW”. – Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft vom 20. September 1999 (MBI. NRW S. 1175 – SMBl. NRW Nr. 772), zuletzt geändert durch RdErl. vom 4. Oktober 2004 (MBI. NRW. 969 S.)
- PALMER, M. A. & FILOSO, S. (2009): Restoration of Ecosystem Services for Environmental Markets. – *Science* 325: 575–576.
- POTTGIESSER, T. & REHFELD-KLEIN, M. (2011): Gewässerentwicklungskonzept für ein urbanes Gewässer zur Zielerreichung der Wasserrahmenrichtlinie – Das Pilotprojekt Panke in Berlin. – *Limnologie Aktuell* 13: 59–81.
- RASPER, M., SELLHEIM, P. & STEINHARDT, B. (1991a): Das Niedersächsische Fließgewässerschutzprogramm. Grundlagen für ein Schutzprogramm. – *Naturschutz und Landschaftspflege Niedersachsen* 25: 1–4.
- RASPER, M., SELLHEIM, P. & B. STEINHARDT (1991b): Das Niedersächsische Fließgewässerschutzsystem – Einzugsgebiete von Weser und Hunte. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* 25/3: 1–306.
- ROHDE, S., SCHÜTZ, M., KIENAST, F. & ENGLMAIER, P. (2005): River widening: an approach to restoring riparian habitats and plant species. – *River Research and Applications* 21(10): 1075–1094.
- SCHADE, U. & JEDICKE, E. (2011): Entwicklung und Implementierung eines Monitoringkonzepts für Fließgewässer-Revitalisierungen im Biosphärenreservat Rhön. – *Limnologie Aktuell* 13: 103–122.
- SCHÖLL, F. et al. (2010): Auswirkungen verschiedener Ufersicherungsarten und Baumaterialien auf aquatische Biozönosen. – *Limnologie Aktuell* 13: 169–171.
- SEMRAU, M., JUNGHARDT, S. & SOMMERHÄUSER, M. (2011): Die Erfolgskontrolle renaturierter Schmutzwasserläufe – Monitoringkonzept, Erfahrungen und Messergebnisse aus dem Emscher- u. Lippegebiet. – *Limnologie Aktuell* 13: 83–101.
- TULLOS, D.D., PENROSE, D.L., JENNINGS, G.D. & COPE, W.G. (2009): Analysis of functional traits in reconfigured channels: implications for the bioassessment and disturbance of river restoration. – *Journal of the North American Benthological Society* 28: 80–92.
- WEBER, A., SCHOMAKER, C. & WOLTER, C. (2010): Das fischökologische Potential urbaner Wasserstraßen. – *Limnologie Aktuell* 13: 235–249.



Die Wirkung von Renaturierungsmaßnahmen auf die Makrozoobenthos-, Fisch- und Makrophytenzönose dreier organischer Tieflandgewässer in NRW

Armin W. Lorenz und Kathrin Januschke

Universität Duisburg-Essen, Abteilung Angewandte Zoologie/Hydrobiologie, 45117 Essen,
E-mail: armin.lorenz@uni-due.de

Mit 5 Abbildungen und 5 Tabellen

Abstract. In recent years a large number of river restoration measures had been implemented targeting the good ecological quality which is requested by the Water Framework Directive. In the focus of the restoration measures are particularly lowland streams which are heavily affected by anthropogenic pressures. This study deals with three organic lowland streams and the effects of restoration measures on the colonization by macroinvertebrates, fishes and macrophytes. Organic lowland streams represent a special case within the group of lowland stream types because in the near-natural state organic material is the main habitat which is furthermore inhabited by a specialized biocoenosis. The three organism groups were investigated according to standardized methods in a space-for-time approach; i.e. the restored sites of each river were compared to an upstream not-restored section of the same river. For each river individually we compared the results of the relevant assessment systems as well as results of biological indices like the presence of type-specific species. Biological improvements as an effect of restoration measures were detectable. The ecological quality class of fishes and macrophytes improved in two streams whereas macroinvertebrates did not show an effect of the restoration measures. The analysis of biological indices revealed similar reactions. Several indices (e.g. number of taxa, number of type-specific taxa, number of growth forms) improved in fish and macrophytes while macroinvertebrate indices persisted. Especially the widening of the river channels increased macrophyte growth due to less shading. Furthermore shallow and slow flowing areas had been created which are used as habitats by fishes and macrophytes. All in all the restoration measures led to increased habitat diversity which in turn led to improvements in fish and macrophytes. Recolonization by macroinvertebrate species seems to take longer.

Key words: Renaturierung, Bewertung, Indices, ökologische Verbesserung, Makroinvertebraten, Fische, Makrophyten

Zusammenfassung. Im Zuge der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie wurde in den letzten Jahren eine Vielzahl von Fließgewässerabschnitten renaturiert. Im Mittelpunkt der Maßnahmen stehen die Wiederherstellung der Naturnähe sowie die ökologische Funktionsfähigkeit mit dem Ziel, den geforderten guten ökologischen Zustand zu erreichen – besonders großer Handlungsbedarf besteht auf Grund der starken anthropogenen Nutzung bei Tieflandgewässern. In der hier vorgestellten Untersuchung werden die Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen an drei renaturierten Abschnitten organisch geprägter Tieflandgewässer analysiert und die Effekte auf Makrozoobenthos, Fische und Makrophyten verglichen. Alle drei Organismengruppen wurden nach standardisierten Verfahren an den renaturierten Abschnitten untersucht und mit jeweils einem einige hundert Meter oberhalb gelegenen nicht-renaturierten Abschnitt verglichen. Die Ergebnisse zeigen uneinheitliche Reaktionen der drei biologischen Qualitätskomponenten. Beim Makrozoobenthos ändert sich die ökologische Zustandsklasse nicht und die Auswertung weiterer bio-

logischer Indices zeigt lediglich eine Zunahme der Taxazahl und Abundanz, jedoch keine Verbesserungen hinsichtlich positiver Indikatorarten. Bei den Fischen und den Makrophyten verbessert sich die ökologische Zustandsklasse in der Mehrzahl der renaturierten Abschnitte. Im Zuge der Renaturierungsmaßnahmen neu geschaffene flache Bereiche mit geringer Strömung sowie Nebenarme und Stillwasserbereiche bieten diesen beiden Organismengruppen eine gute Besiedlungsgrundlage. Die Makrophyten profitieren im Besonderen von größeren Gewässerbreiten und der dadurch geringeren Beschattung des Gewässers. Eine deutlich erhöhte (Makrophyten-)Quantität führt zudem zu einer Diversifizierung von Strömungs- und Substrathabitaten, die sich positiv auf die Fischfauna auswirkt. Die Auswertung weiterer biologischer Indices spiegelt die biologischen Verbesserungen ebenfalls wider. Die deutliche Erhöhung der Individuenzahlen des Makrozoobenthos und der Fische als auch der Quantität der Makrophyten zeigen eine Habitatverbesserung sowie bessere Lebensbedingungen (Nahrung, Schutz, Reproduktion). Allerdings wird sichtbar, dass die Stärke der Effekte maßgeblich von dem vorhandenen Arteninventar im Einzugsgebiet beeinflusst wird. Unterschiede ergeben sich auch aus dem unterschiedlichen Ausbreitungspotenzial der Taxa.

Einleitung

Im Zuge der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie wurde und wird in den letzten Jahren eine Vielzahl von Fließgewässerabschnitten renaturiert. Im Mittelpunkt der Maßnahmen stehen die Wiederherstellung der Naturnähe sowie die ökologische Funktionsfähigkeit mit dem Ziel, den geforderten guten ökologischen Zustand zu erreichen. Diese Zielerreichung ist besonders im Tiefland von Deutschland in vielen Fließgewässern unwahrscheinlich (BMU 2005). Begradigungen und Tieferlegungen im letzten Jahrhundert zum Zwecke des Hochwasserschutzes und geregelten Abflusses haben die Gewässer stark beeinträchtigt und sowohl eine stark erniedrigte Substratvielfalt als auch homogene Strömungs- und Tiefenverhältnisse hervorgerufen. Damit verbunden waren auch die Loslösung der Gewässer von ihren Auen sowie anthropogene Belastungen auf Grund des Ackerbaus im Einzugsgebiet.

Einen Sonderfall hinsichtlich negativer Einflüsse stellen die organischen Tieflandgewässer dar. Zusammengefasst machen die organischen Bäche (BRD-Typ 11) und die organischen Flüsse (BRD-Typ 12) in Bezug auf ihr prozentuales Vorkommen jeweils nur ca. 3 % der Gewässertypenlängen in Deutschland und auch in NRW aus (LUA NRW 2002, Sommerhäuser & Pottgiesser 2005). Naturnahe Zustände dieser Typen sind darüber hinaus eine Rarität (Sommerhäuser & Schuhmacher 2003). Unverbaute und nicht begradigte Abschnitte, die keinem anthropogenen Druck unterliegen, sind äußerst selten. Durch den Ausbau haben die organischen Gewässer ihren Charakter eines langsam fließenden Gewässers in einer breiten, von mächtigen organischen Ablagerungen geprägten Aue weitgehend verloren. Die organische Auflage wurde häufig abgetragen bzw. die Gewässer tieften sich bis auf die darunter liegende mineralische Fraktion (hauptsächlich Sand) ein. Durch den fast vollständigen Verlust der organischen Habitate reduzierten sich die Biozönosen größtenteils auf Rumpfbiozönosen, die mit den vollständig veränderten Bedingungen zurechtkommen. Die wenigen Abschnitte naturnaher Bereiche oder renaturierter Bereiche sind Inseln in einem weitgehend flächendeckenden Agrarmeer. Renaturierungsmaßnahmen mit dem Anspruch der Verbesserung des ökologischen Zustandes der Gewässer scheinen somit im Vorhinein mit geringen Erfolgsaussichten gesegnet zu sein. Die Schwalm, die Niers und der Gartroper Mühlenbach sind keine Ausnahme in Hinsicht auf die genannten anthropogenen Veränderungen. Die Steckbriefe der Planungseinheiten (MUNLV 2009) zeigen deutlich den überwiegend mäßigen bis schlechten Zustand der Gewässer. Trotz der vermutlich geringen Erfolgsaussichten wurden an allen drei Gewässern große Renaturierungsmaßnahmen auf einer Länge von mehreren Kilometern durchgeführt. Ein natürlicheres Gewässerbett und eine deutlich verringerte Fließgeschwindigkeit waren Hauptziele der Maßnahmen mit der Implikation, dass diese deutlichen hydromorphologischen Verbesserungen auch ökologische Verbesserungen nach sich ziehen.

Ökologische Verbesserungen werden im Zuge der EU-WRRL maßgeblich durch biologische Qualitätskomponenten (Makrozoobenthos, Fische, Makrophyten und Phytobenthos) gemessen und bewertet. Die spärlich vorhandenen Untersuchungen zu den Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen in den letzten Jahrzehnten zeigten inhomogene Ergebnisse (Palmer et al. 2010), besonders in Hinsicht auf die Reaktion der verschiedenen biologischen Qualitätskomponenten. Deutliche Verbesserungen der Hydromorphologie zogen beim Makrozoobenthos nur selten ökologische Verbesserungen nach sich (Roni et al. 2006, Jähmig et al. 2009). Untersuchungen der Fischfauna ergaben teilweise eine erhöhte Diversität in renaturierten Abschnitten (Cederholm et al. 1997, Roni 2003, Roni et al. 2006), teilweise wurden aber auch keine Verbesserungen festgestellt (Hamilton 1989, Lepori 2005). Die Effekte der Maßnahmen auf die Makrophytenbesiedlung sind nur wenig untersucht (Pedersen et al. 2006) oder beziehen sich auf die Ufervegetation (Rohde et al. 2005). Diese Ergebnisse zeigen, dass in Hinsicht auf die Reaktion der einzelnen biologischen Qualitätskomponenten auf Renaturierungsmaßnahmen ein großer Forschungsbedarf besteht. Darüber hinaus besteht die Notwendigkeit, fallspezifische Analysen durchzuführen, da einzelne Gewässertypen spezifische Charakteristika besitzen, die die Reaktion der unterschiedlichen Organismengruppen verlangsamen oder beschleunigen können.

Anhand einer Detailbetrachtung von drei renaturierten Abschnitten organisch geprägter Tieflandgewässer soll der speziellen typspezifischen Biozönose dieses Gewässertyps Rechnung getragen werden. Nicht allein die Bewertung nach Wasserrahmenrichtlinie wird betrachtet, sondern die einzelnen Biozönosen in Hinsicht auf das Vorkommen typspezifischer Arten als auch die Reaktion weiterer biologischer Indices auf die Renaturierungsmaßnahmen werden analysiert. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf dem Vergleich der Reaktionen der einzelnen Qualitätskomponenten.

Material und Methoden

An drei Modellgewässern (Tab. 1) wurde jeweils ein renaturierter Abschnitt einem begradigten (nicht renaturierten) Abschnitt, der ca. 500 m oberhalb lag, gegenüber gestellt. Es gab keine Wanderbarrieren zwischen den beiden Abschnitten. Die begradigten Abschnitte entsprachen jeweils dem Zustand der renaturierten Abschnitte vor Durchführung der Maßnahme (sog. „space-for-time Untersuchungen“). Bei den Modellgewässern handelte es sich um organisch geprägte Tieflandgewässer, deren Renaturierungsstrecken 800 bis 2500 m betragen. Die Renaturierungen der Schwalm und der Niers wurden im Jahr 1995 bzw. 2000 durchgeführt. Die untersuchte Maßnahme am Gartroper Mühlenbach wurde im Jahr 2004 fertig gestellt und war eine Ausgleichsmaßnahme für bergbauliche Veränderungen in einem nahegelegenen Bachsystem.

Bei allen Modellgewässern handelte es sich um größere Maßnahmen mit Veränderungen der Gewässerstruktur sowie der Bereitstellung einer neuen bzw. der Förderung der vorhandenen Aue.

Makrozoobenthos

Die Beprobung des Makrozoobenthos erfolgte nach dem Multi-Habitat-Sampling (Meier et al. 2006), d.h. die vorkommenden Habitate wurden proportional zu ihrem Vorkommen an der Probestelle mit Hilfe eines Shovel-Samplers (25 x 25 cm, 500 µm Maschenweite) beprobt. Hierzu wurden zunächst alle Habitate in 5%-Stufen kartiert. Jedes 5%-Habitat entsprach einer Teilprobe; insgesamt bestand die Gesamtprobe aus 20 Teilproben, die gemeinsam ausgewertet wurden. Die Größe einer Teilprobe umfasste eine Fläche von 25 x 25 cm. Die mineralische Fraktion wurde noch im Gelände abgetrennt und verworfen. Das Probenmaterial wurde konserviert und

Tab. 1. Basisdaten der Untersuchungsgewässer; * nach Pottgiesser & Sommerhäuser (2008)

Gewässer	Gartroper Mühlenbach	Schwalm	Niers
Typ*	11 (organisch geprägter Tieflandbach)	12 (organisch geprägter Tieflandfluss)	12 (organisch geprägter Tieflandfluss)
EZG	ca. 9 km ²	ca. 319 km ²	ca. 386 km ²
Jahr der Renaturierung	2003/2004	1995	2000
Jahr der Beprobung	2008	2007	2007
Länge der Renaturierungsstrecke [m]	1400	2500	800
Primäres Ziel der Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> – Naturnahe Umgestaltung – Ökologische Aufwertung 	<ul style="list-style-type: none"> – Verbesserung der Gewässerstruktur – Erlebbarkeit der Auenlandschaft – Hochwasserschutz – Wiederherstellung der Durchgängigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> – Verbesserung Gewässerstruktur – Hochwasserschutz
Art der Maßnahme	<ul style="list-style-type: none"> – Retrassierung in das historische, mäandrierende Bachbett – Anlagen von Kleingewässern und Altarmen – Bereitstellung einer 50 m breiten Aue 	<ul style="list-style-type: none"> – Rücknahme von Verbaumaßnahmen – Neuer Gewässerverlauf und Verlängerung der Gewässerstrecke – Extensivierung der Nutzung im Bereich der Aue – Umbau von Abstürzen zu Sohlgleiten 	<ul style="list-style-type: none"> – Rücknahme von Verbaumaßnahmen – Neuer Gewässerverlauf und Verlängerung der Gewässerstrecke – Extensivierung der Nutzung im Bereich der Aue

im Labor nach Meier et al. (2006) aussortiert. Die Bestimmung der Organismen folgte den Kriterien der Operationellen Taxaliste (Haase et al. 2006). Der ökologische Zustand der Probestellen wurde mit Hilfe der Software ASTERICS/PERLODES Version 3.1.1 berechnet (Download unter www.fliessgewaesserbewertung.de).

Fische

Die Erfassung der Fischfauna erfolgte je nach Gewässergröße auf einer Länge von 300 bis 500m, beginnend am untersten Ende des Untersuchungsabschnitts (Dußling et al. 2005). Der Gartroper Mühlenbach wurde aufgrund seiner geringen Gewässerbreite und -tiefe wattend, die Niers und die Schwalm vom Boot aus befischt. Die Befischung wurde mit Gleichstrom mittels Standard-elektrofischereigeräten der Firma Bretschneider (EFGI 650 u. EFGI 1300) durchgeführt. Die Befischungsstrecken wurden in 100m-Abschnitte unterteilt. Um eine Doppelbefischung zu vermeiden, wurden die Fische innerhalb eines 100m Abschnitts dem Gewässer entnommen, in einer belüfteten Wanne zwischengelagert und nach Protokollierung der Art und der Länge wieder zurückgesetzt. Die Protokolle der einzelnen 100m Abschnitte jeder Probestelle wurden am Ende aufsummiert. Der ökologische Zustand der jeweiligen Probestellen wurde mit dem fischbasierten Bewertungssystem für Fließgewässer fiBS Version 8.06 (Download unter www.landwirtschaft-bw.info) berechnet.

Makrophyten

Für die Kartierung der Makrophyten wurden die jeweiligen Probestellen entgegen der Fließrichtung auf einem 100m-Abschnitt (kleine Gewässer: Gartroper Mühlenbach) bzw. 200m-Abschnitt (große Gewässer: Niers und Schwalm) begangen. Um die gesamte Breite des Fließgewässers zu erfassen, wurde das Gewässer im Zickzack durchwaten. Es wurden alle submersen und emersen höhere Pflanzen und Moose erfasst, die zumindest bei mittlerem Wasserstand im Gewässer wurzeln. Die Determination der Arten erfolgte weitestgehend vor Ort, nicht vor Ort bestimmbare Arten wie *Callitriche* sp., Algen und Moose wurden entnommen und später im Labor bestimmt. Moosproben wurden in einer aus Papier gefalteten Moostüte aufbewahrt. Die Pflanzenmenge jeder Art wurde nach der Schätzskaala von Kohler (1978) protokolliert. Zusätzlich wurden die Parameter Deckungsgrad nach Londo (1974), Vitalität und Soziabilität sowie Wuchsform aufgenommen.

Die ökologische Zustandsklasse wurde mit der aktuellen Fassung des Auswertungsprogramms PHYLIB Version 2.6 (Download unter <http://www.lfu.bayern.de>) und nach der Handlungsanweisung von Schaumburg et al. (2005a, b) berechnet. Des Weiteren wurden die Wuchsformen der vorkommenden Arten protokolliert und die Anzahl der Referenzarten nach dem LANUV-Verfahren (Van de Weyer 2001, LANUV NRW 2008) berechnet.

Auswertung

Bei der Auswertung der Qualitätskomponenten wird sowohl auf die Ergebnisse der offiziellen Bewertungssysteme als auch auf Ergebnisse einzelner biologischer Metrics eingegangen. Hierbei liegt das Hauptaugenmerk auf Metrics, die Veränderungen der Gewässermorphologie anzeigen. Beim Makrozoobenthos betrifft dies vor allem die Metrics des Moduls allgemeine Degradation, bei den Fischen die Metrics, welche die Altersstruktur sowie die Artenabundanz und Gildenverteilung anzeigen. Bei den Makrophyten werden Metrics betrachtet, die die Habitatdiversität indizieren, wie z.B. die Anzahl der Wuchsformen. Darüber hinaus zielt die Auswertung auf die Typspezifität der Biozöosen und die Biomasseproduktion der Abschnitte ab.

Ergebnisse/Bewertung

Die drei untersuchten biologischen Qualitätskomponenten reagieren unterschiedlich auf die Renaturierungsmaßnahmen (Tab. 2). Die ökologische Zustandsklasse ändert sich beim Makrozoobenthos in zwei Gewässern nicht, in der Niers ist sie im nicht-renaturierten Abschnitt um eine

Tab. 2. Ökologische Zustandsklassen der drei Qualitätskomponenten für die sechs Probestellen; * der für die Bewertung mit fiBS empfohlene Richtwert zur Mindestindividuenzahl wurde unterschritten.

	Gartroper Mühlenbach		Schwalm		Niers	
	nicht-renaturiert	renaturiert	nicht-renaturiert	renaturiert	nicht-renaturiert	renaturiert
Makrozoobenthos	Gut	Gut	Mäßig	Mäßig	Gut	Mäßig
Fische	Unbefriedigend*	Unbefriedigend	Unbefriedigend	Gut	Unbefriedigend	Mäßig
Makrophyten	----	Sehr gut	---	Mäßig	Gut	Gut

Klasse besser als im renaturierten. Bei den Fischen verbessern sich zwei Gewässer und bei den Makrophyten werden zwei Gewässer durch die Maßnahme bewertbar, d.h. es konnte eine für eine Bewertung nach Phylib ausreichende Menge an Pflanzen gefunden werden. Bei der Komponente Fische am Gartroper Mühlenbach wurde am nicht-renaturierten Abschnitt die empfohlene Mindestzahl für eine korrekte Bewertung unterschritten.

An allen renaturierten Abschnitten besteht nach wie vor Handlungsbedarf, da zumindest eine biologische Qualitätskomponente jeweils schlechter ist als gut.

Faunistik und biologische Kennzahlen

Makrozoobenthos

Das Modul allgemeine Degradation prägt das Ergebnis der ökologischen Zustandsklassen der untersuchten Abschnitte; saprobielle Belastungen wurden nicht vorgefunden (Tab. 3). Das Ergebnis des deutschen Fauna Index, der zur Hälfte das Ergebnis des Moduls allgemeine Degradation bestimmt, zeigt für den Gartroper Mühlenbach und die Niers keine Verbesserung. Im renaturierten Abschnitt der Schwalm findet man zwar eine Erhöhung der Qualitätsklasse, allerdings weist dieser einen immer noch unbefriedigenden Zustand auf. Auch an der Niers ist die Qualitätsklasse des Fauna Index unbefriedigend. Die anderen bewertungsrelevanten Indices der Schwalm und der Niers werden entweder mit gut oder sehr gut bewertet, wohingegen beim Gartroper Mühlenbach die anderen Metrics im Bereich mäßig liegen und der Fauna Index bei gut bzw. sehr gut.

Relevant für den Fauna Index ist insbesondere die Anzahl der positiv eingestuften Arten, die an den nicht-renaturierten Abschnitten jeweils höher ist als an den renaturierten Abschnitten (Abb. 1). Bei einem Vergleich der Gewässer untereinander fällt auf, dass die Anzahl dieser positiven Fauna Index Arten im Gartroper Mühlenbach deutlich höher ist als an der Schwalm und der Niers. Die Anzahl negativer Indikatorarten des Fauna Index nimmt nur im renaturierten Abschnitt der Schwalm ab, ist aber dort im Vergleich zu den anderen Gewässern immer noch sehr hoch. Die absolute Taxazahl ist in den renaturierten Bereichen des Gartroper Mühlenbachs

Tab. 3. Biologische Metrics der biologischen Qualitätskomponente Makrozoobenthos der sechs Probestellen.

Metric	Gartroper Mühlenbach		Schwalm		Niers	
	nicht-renaturiert	renaturiert	nicht-renaturiert	renaturiert	nicht-renaturiert	renaturiert
Saprobie	Gut (1,93)	Sehr gut (1,68)	Gut (2,18)	Gut (2,11)	Gut (2,17)	Gut (2,13)
Allgemeine Degradation	Gut (0,8)	Gut (0,61)	Mäßig (0,51)	Mäßig (0,52)	Gut (0,62)	Mäßig (0,6)
Score Fauna Index Typ 11/12	Sehr gut (1)	Gut (0,74)	Schlecht (0,12)	Unbefriedigend (0,22)	Unbefriedigend (0,36)	Unbefriedigend (0,36)
Score EPT [%] (Abundanz-Kl.)	Mäßig (0,52)	Mäßig (0,52)	Gut (0,78)	Gut (0,63)	Gut (0,75)	Sehr gut (0,82)
# Trichoptera-Taxa	Gut (6)	Mäßig (4)	Sehr gut (13)	Sehr gut (7)	Sehr gut (7)	Gut (6)

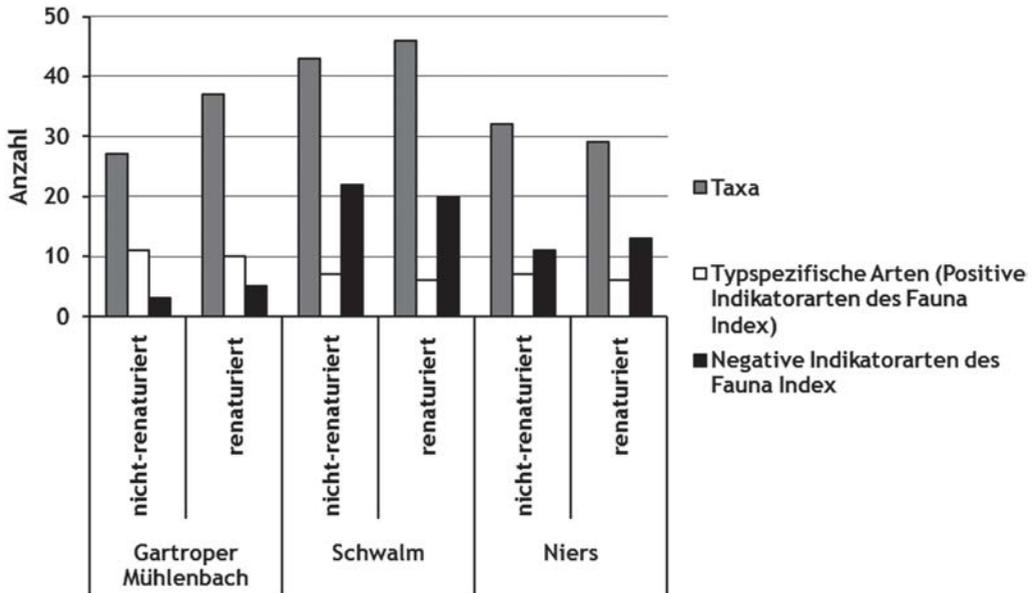


Abb. 1. Taxazahlen, Anzahl typspezifischer Arten und Anzahl negativer Indikatorarten des Makrozoobenthos.

als auch der Schwalm jeweils höher als im nicht-renaturierten Vergleichsabschnitt. Bei der Niers ist es umgekehrt. Alle drei renaturierten Abschnitte zeichnen sich jeweils durch deutlich höhere Abundanzen aus als die nicht-renaturierten Vergleichsabschnitte (Abb. 2).

Fische

Die Fischfauna des Gartroper Mühlenbachs ist stark verarmt und zeigt in den bewertungsrelevanten Indices keine Unterschiede zwischen den beiden Abschnitten (Tab. 4). Die Schwalm weist zumindest hinsichtlich des Metrics Altersstruktur eine deutliche Verbesserung im renaturierten Abschnitt auf. Der renaturierte Abschnitt der Niers verbessert sich im Vergleich zu dem nicht-renaturierten Abschnitt in den Metrics Artenabundanz und Gildenverteilung sowie Altersstruktur. Beide Metrics sind in Hinsicht auf die Qualitätsklasse nicht in einem guten oder sehr guten Zustand, aber jeweils besser als in dem nicht-renaturierten Abschnitt. Dies spiegelt die Reproduktion und eine deutlich höhere Abundanz der Leitarten in dem renaturierten Abschnitt wider.

Die absolute Artenzahl ist in allen drei untersuchten renaturierten Abschnitten höher als in den jeweiligen Vergleichsabschnitten (Abb. 3). Die Anzahl typspezifischer Arten und Leitarten der Referenz sind lediglich im renaturierten Abschnitt der Schwalm erhöht, bei der Niers um eine Art geringer. Beim Gartroper Mühlenbach ändert sich auch die Anzahl an Begleitarten nicht, wohingegen diese bei der Schwalm um eine Art ab- und bei der Niers um eine Art zunimmt. Die Abundanz ist in den renaturierten Abschnitten des Gartroper Mühlenbaches und der Schwalm höher als in den zugehörigen nicht-renaturierten Abschnitten (Abb. 4). Die Fische in der Niers weisen sowohl im nicht-renaturierten als auch im renaturierten Abschnitt eine wesentlich geringere Abundanz als die Abschnitte der anderen beiden Gewässer auf.

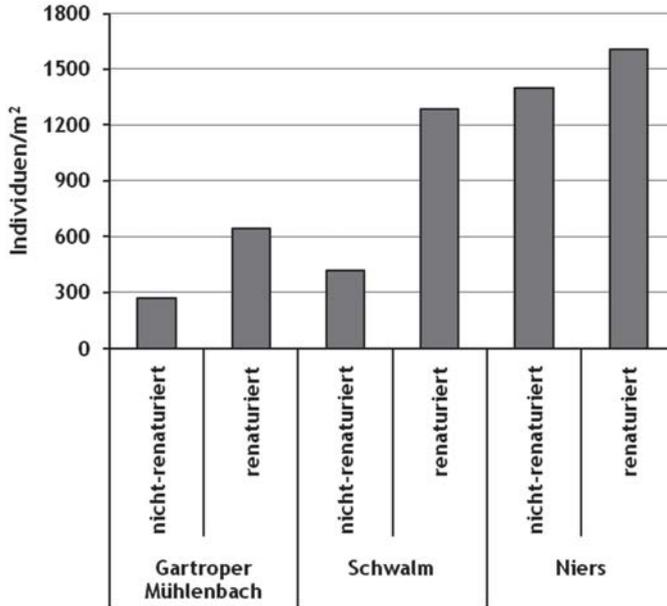


Abb. 2. Abundanzen des Makrozoobenthos (Ind./m²).

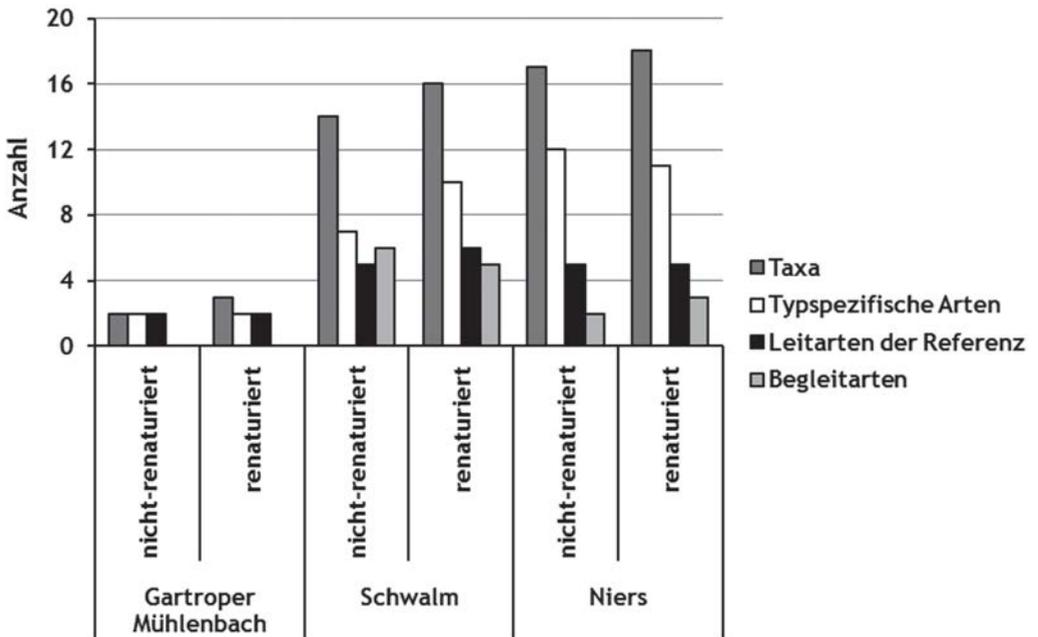


Abb. 3. Taxazahl, Anzahl typspezifischer Arten, Anzahl Leitarten und Anzahl Begleitarten der Fische.

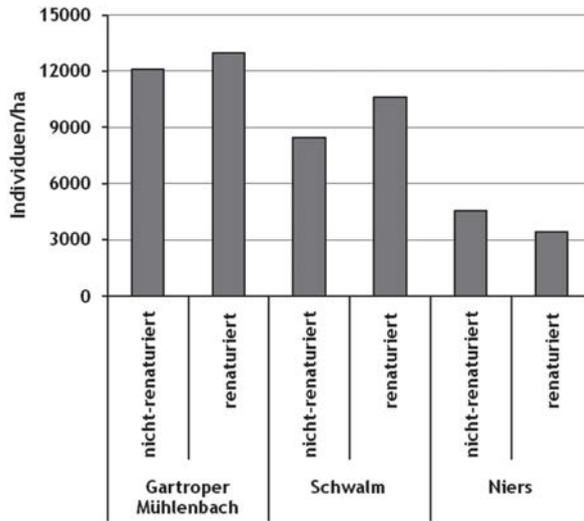


Abb. 4. Abundanzen der Fische (Ind./ha).

Makrophyten

Bei den Makrophyten zeigen fast alle untersuchten Metrics eine Verbesserung in den renaturierten Abschnitten im Vergleich zu den nicht-renaturierten (Tab. 5). Die Quantität der Makrophyten ist in allen drei renaturierten Abschnitten deutlich erhöht, jeweils begleitet von einer Steigerung der Taxazahl. Beim Gartroper Mühlenbach und der Schwalm sind die Unterschiede sehr deutlich, da in den nicht-renaturierten Abschnitten entweder keine (Gartroper Mühlenbach) oder nur eine Art (Schwalm) gefunden wurden. Im nicht-renaturierten Abschnitt der Niers wurden 11 Taxa vorgefunden, im renaturierten Abschnitt 13 (siehe Abb. 5). Nicht nur die Taxazahl, sondern auch die Quantität ist im renaturierten Abschnitt erhöht und es wurde zumindest eine typspezifische Art (nach Phylib-Verfahren) gefunden. Keine Unterschiede zeigt der Vergleich des nicht-renaturierten und renaturierten Abschnittes der Niers hinsichtlich der Leitarten (LANUV-Verfahren), der Anzahl submerser Arten und der Anzahl Wuchsformen, wobei diese Metrics im nicht-renaturierten Abschnitt schon vergleichsweise hohe Werte aufweisen. In den renaturierten Abschnitten des Gartroper Mühlenbachs und der Schwalm sind die Anzahl submerser Arten und die Anzahl Wuchsformen gegenüber den jeweiligen renaturierten Abschnitten deutlich erhöht.

Diskussion

Erfreulicherweise zeigen unsere Untersuchungen, dass eindeutig ökologische Verbesserungen nachweisbar sind. Dies betrifft in Bezug auf die Bewertung zwar nicht alle untersuchten Qualitätskomponenten, dennoch sind die Ergebnisse für die Zukunft viel versprechend. Ausgehend von dem sehr stark anthropogen überprägten Zustand der Gewässer ist allein die Tatsache, dass Verbesserungen detektiert werden konnten, sehr positiv zu bewerten.

Wenn man nur die ökologische Zustandsklasse (nach Perloides, fiBS und Phylib) in Betracht zieht, ist eine Verbesserung bei den Fischen und bei den Makrophyten erkennbar; die ökologi-

Tab. 4. Biologische Metrics der biologischen Qualitätskomponente Fische der sechs Probestellen. EQR (Ecological quality ratio) = von fiBS berechnetes Endergebnis der Bewertung, QK = Qualitätsklasse.

Metric	Gartroper Mühlenbach		Schwalm		Niers	
	nicht-renaturiert	renaturiert	nicht-renaturiert	renaturiert	nicht-renaturiert	renaturiert
EQR	0,14	0,14	0,13	0,40	0,20	0,30
QK Arten- und Gildeninventar	Unbefriedigend (1,67)	Unbefriedigend (1,67)	Gut (2,67)	Gut (3,33)	Gut (3,33)	Gut (3,33)
QK Artenabundanz und Gildenverteilung	Schlecht (1,31)	Schlecht (1,31)	Unbefriedigend (1,47)	Unbefriedigend (1,94)	Schlecht (1,27)	Unbefriedigend (1,67)
QK Altersstruktur	Schlecht (1,00)	Schlecht (1,00)	Schlecht (1,00)	Gut (2,71)	Unbefriedigend (1,67)	Mäßig (2,50)
QK Migration	Schlecht (1,00)					
QK Fischregion	Sehr gut (5,00)	Sehr gut (5,00)	Schlecht (1,00)	Sehr gut (5,00)	Schlecht (1,00)	Schlecht (1,00)
QK Dominante Arten	Schlecht (1,00)	Schlecht (2,00)				

Tab. 5. Biologische Metrics der biologischen Qualitätskomponente Makrophyten der sechs Probestellen; * Arten Gruppe A (Phylib-Verfahren).

Metric	Gartroper Mühlenbach		Schwalm		Niers	
	nicht-renaturiert	renaturiert	nicht-renaturiert	renaturiert	nicht-renaturiert	renaturiert
Referenzindex	---	0,71	---	0,36	0,43	0,57
Quantität	0	51	1	107	161	198
Anzahl typspezifischer Arten *	0	2	0	0	0	1

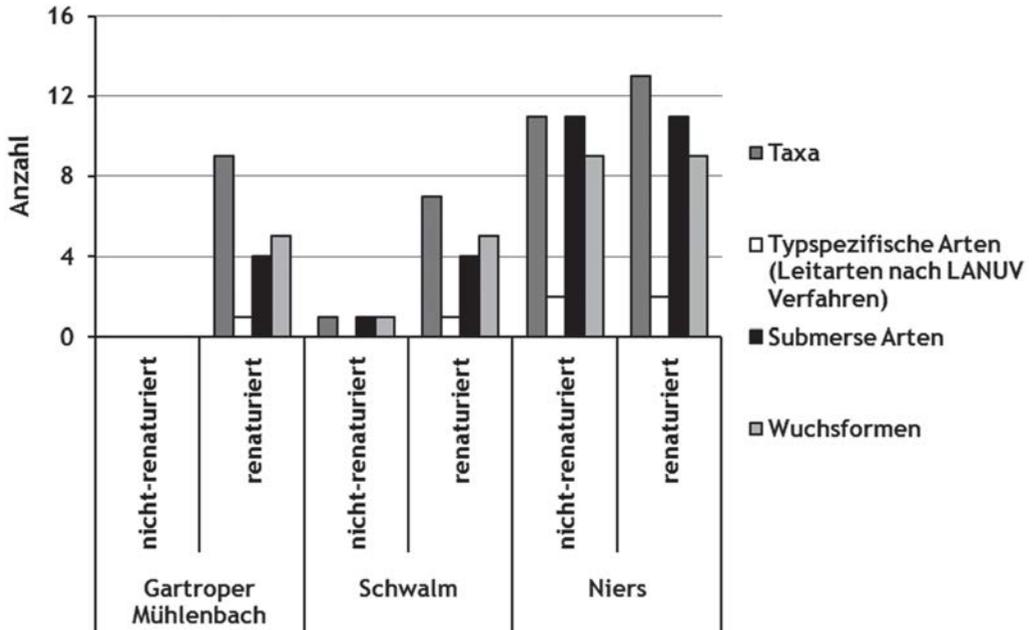


Abb. 5. Taxazahlen, Anzahl typspezifischer Arten (LANUV-Verfahren), Anzahl submerser Arten und Anzahl Wuchsformen der Makrophyten.

sche Zustandsklasse des Makrozoobenthos verbessert sich in keiner der Untersuchungen. Die Qualitätskomponenten reagieren somit unterschiedlich auf die verbesserten Habitatbedingungen. Während das Makrozoobenthos weiterhin einen degradierten Zustand anzeigt, reagieren die Makrophyten besonders auf die größeren Gewässerbreiten, die die Beschattung herabsetzt und somit das Pflanzenwachstum fördert. Die Abschnitte an der Schwalm und dem Gartroper Mühlenbach sind durch die Maßnahmen erstmals „bewertbar“ geworden, da die Pflanzenmenge zugenommen hat bzw. sich Makrophyten angesiedelt haben. Außerdem werden die neu geschaffenen flachen Bereiche mit geringer Strömung sowohl von den Makrophyten als auch (vor allem) von den Jugendstadien der Fische als Habitat besiedelt. Diese beiden Faktoren führen somit zu einer Verbesserung der Zustandsklasse bei beiden Komponenten. Die fBS-Bewertung spiegelt diese Entwicklung teilweise wider, wobei jedoch an der Niers nicht der gute Zustand erreicht wird, sich aber zumindest die ökologische Zustandsklasse um eine Stufe verbessert. Defizite in den Parametern des Bewertungssystems zur Migration, Fischregion und dominante Arten wirken sich jedoch negativ auf die Gesamtbewertung aus. Eine Verbesserung des ökologischen Zustandes wird bei der Niers und der Schwalm auch deutlich, wenn man die Ergebnisse mit der Bestandsaufnahme des MUNLV (2009) vergleicht. Die Fischfauna der Niers wird dort mit unbefriedigend bewertet und für die Schwalm variieren die Angaben zwischen mäßig und schlecht je nach betrachtetem Wasserkörper. Somit ist die Verbesserung z.B. in dem renaturierten Abschnitt der Schwalm von unbefriedigend auf gut sehr positiv zu sehen. Für den Gartroper Mühlenbach gibt es keine Bestandsaufnahme der Fischfauna durch das MUNLV. Bezogen auf die Makrophyten zeigen die renaturierten Abschnitte verglichen mit den Ergebnissen des MUNLV (2009) für die mittlere und untere Niers (immer mäßig) als auch für die Schwalm (unbefriedigend oder nicht bewertet) deutlich, dass die Renaturierungsmaßnahmen erfolgreich sind.

Biozönotische Veränderungen

Die deutliche Diskrepanz zwischen den Ergebnissen des Makrozoobenthos und den anderen beiden Qualitätskomponenten ist sowohl in Hinsicht auf die ökologische Zustandklasse als auch in Hinsicht auf die Reaktion verschiedener biologischer Metrics zu erkennen. Da jedes der drei Gewässer einen eigenen Charakter hat, der durch die Historie und das Einzugsgebiet geprägt ist, sind Einzelfallbetrachtungen notwendig, um diese Ergebnisse einzuordnen.

Makrozoobenthos

Beim Gartroper Mühlenbach deutet eine hohe Anzahl an Gütezeigern auf ein insgesamt gut vorhandenes Grundarteninventar im Gewässer hin. Die Anzahl an negativ eingestuften Arten des Fauna Index ist ganz im Gegensatz zur Niers und der Schwalm gering. Dort sind diese negativen Taxa um fast den Faktor drei höher als die positiv eingestuften Taxa. Die Anzahl positiv eingestufte Taxa ist generell geringer als beim Gartroper Mühlenbach und diese typspezifischen Defizite wirken sich entscheidend auf die Bewertung aus. Unterschiede zwischen den renaturierten und den nicht-renaturierten Abschnitten sind gering. Da das typspezifische Grundarteninventar defizitär ist, hilft auch kein hoher Prozentanteil der EPT-Taxa, um das Ergebnis des Bewertungssystems zu verbessern. Der hohe Anteil an negativen Indikatortaxa deutet auf eine sehr starke anthropogene Typüberprägung hin. Der ursprünglich organische Charakter hat sich grundlegend verändert hin zu einem kies- bzw. sandgeprägtem, schnell fließendem Gewässer. Dies führt zu einer deutlichen Veränderung der Biozönose an Schwalm und Niers. Der Gartroper Mühlenbach hat trotz anthropogener Überformung in großen Abschnitten seinen Charakter und sein Grundarteninventar größtenteils erhalten. Dies dürfte in erheblichem Maße auch auf die im Vergleich zu den beiden Typ 12 Gewässern geringere Einzugsgebietsgröße zurückzuführen sein. Die ökologische Zustandklasse der Schwalm und der Niers ist laut MUNLV (2009) an allen Probestellen oberhalb der Renaturierungsmaßnahmen mit mäßig oder schlechter eingestuft. Gründe für diese Bewertung sind besonders in der Strukturgröße des Einzugsgebietes zu sehen. Bei der Niers sind ca. zwei Drittel des Einzugsgebietes den Strukturgrößeklassen 6 und 7 zuzurechnen (MUNLV 2009). Dies gibt schon einen Hinweis auf ein geringes Besiedlungspotenzial und somit die nur geringe Möglichkeit der biozönotischen Verbesserung durch in die Renaturierungsstrecken eindringende, positiv indizierte Arten. Die Qualitätskomponente Makrozoobenthos wird somit je nach Gewässersystem sehr lange brauchen, um positiv auf Renaturierungsmaßnahmen zu reagieren. Das Grundarteninventar des Einzugsgebietes ist maßgebend für die Wiederbesiedlung von renaturierten Abschnitten. Hierbei ist zu beachten, dass die Wanderfähigkeit des Makrozoobenthos deutlich geringer ist als zum Beispiel die der Fische, so dass eine zeitlich stark verzögerte Reaktion des Makrozoobenthos in Hinsicht auf die Etablierung positiver Fauna Index Arten zu erwarten ist.

Fische

Die Artenzahl der Fische ist in allen renaturierten Abschnitten höher als im jeweils zugehörigen nicht-renaturierten Abschnitt. Die Anzahl typspezifischer Arten liegt lediglich im renaturierten Abschnitt der Schwalm höher. Des Weiteren verbessern sich die Abundanz sowie die Altersstruktur in den renaturierten Abschnitten der Schwalm und der Niers. Die Fischdichte nimmt zumindest im Gartroper Mühlenbach und der Schwalm zu. Besonders die Verbesserung der Altersstruktur zeigt, dass die renaturierten Abschnitte von den Fischen angenommen werden und dort Reproduktion stattfindet. Der Grund ist in einer stark erhöhten Anzahl verschiedener Habitate und Fließgeschwindigkeiten in den renaturierten Abschnitten zu sehen, welche nicht nur von einer erhöhten Anzahl unterschiedlicher Fischarten, sondern auch von den verschiedenen Altersstadien der einzelnen Fischarten genutzt werden.

Insgesamt gesehen deutet sich für die Fischzönosen der Schwalm und der Niers in den renaturierten Abschnitten eine positive Entwicklung an. Von 8 (Schwalm) bzw. 6 (Niers) Leitarten der Referenz kommen bereits 6 (Schwalm) bzw. 5 (Niers) vor. Auch die Anzahl typspezifischer Arten ist in beiden Gewässern relativ hoch (Schwalm 10 von 16; Niers 11 von 15). Die deutlichen morphologischen Verbesserungen lassen somit hoffen, dass sich die Alterstruktur neben dem bereits z.B. bei der Niers mit gut bewerteten Arten- und Gildeninventar im Laufe der Zeit weiter verbessert.

Beim Gartroper Mühlenbach sind im Arteninventar eindeutige Limitationen vorhanden, da z.B. nur 2 von 6 Leitarten der Referenz vorkommen und auch nur 2 von 13 typspezifischen Arten gefangen wurden. Wanderbarrieren im Unterlauf durch einen Düker unter dem Wesel-Datteln-Kanal machen wenig Hoffnung auf Besserung.

Makrophyten

Die renaturierten Abschnitte der drei Gewässer haben eine deutlich höhere Gewässerbreite und geringere Wassertiefe (Januschke et al. 2009), wodurch das Pflanzenwachstum in Verbindung mit geringerer Beschattung gefördert wird. Gleichzeitig besitzen die neu geschaffenen Habitate mit geringerer Strömung und stellenweise Stillwassercharakter eine höhere Retentionsfunktion für eingeschwemmte Pflanzenteile, wodurch die Ansiedlung von Makrophyten gefördert wird. Die Betrachtung der Makrophyten-Metrics zeigt diese Verbesserungen in den renaturierten Abschnitten im Vergleich zu den nicht-renaturierten deutlich. Neben einer sichtbar erhöhten Quantität, gesteigerten Taxazahlen und Wuchsformen ist auch die Anzahl typspezifischer Arten höher oder es sind zumindest welche vorhanden. Die Makrophyten zeigen somit, dass sich die renaturierten Abschnitte in der Entwicklung zurück zu einem naturnäheren Zustand befinden. Das Vorkommen der Makrophyten hat über den Eigenwert hinaus weitere positive Effekte. Makrophyten sind in langsam fließenden Tieflandgewässern „Renaturierungsmultiplikatoren“. Ihre Anwesenheit bewirkt kleinräumig eine starke Diversifizierung der Habitate. Sie beruhigen die Strömung, lenken diese aber auch gleichzeitig, wodurch wiederum Sedimentation und Abtragung gesteuert werden. Damit erzeugen sie sowohl für Fische als auch für das Makrozoobenthos eine Vielzahl an Habitaten, die gleichzeitig als Nahrungsquelle, Schutz und Aufenthaltsort dienen. Besonders in den Hartsubstratarmen Tieflandgewässern können somit Makrophyten eine Schlüsselrolle und -funktion bei der Renaturierung von Abschnitten einnehmen, die weitere Qualitätskomponenten sehr positiv beeinflussen kann.

Zusammenfassung

Die exemplarische Untersuchung von großen Renaturierungsmaßnahmen an drei organisch geprägten Tieflandgewässern zeigt uneinheitliche Reaktionen der drei biologischen Qualitätskomponenten Makrozoobenthos, Fische und Makrophyten. Als Vergleich diente jeweils ein einige hundert Meter oberhalb gelegener nicht-renaturierter Abschnitt. Die ökologische Zustandsklasse des Makrozoobenthos ändert sich nicht und die Auswertung weiterer biologischer Indices zeigt lediglich eine Zunahme der Taxazahl und Abundanz, jedoch keine Verbesserungen hinsichtlich positiver Indikatorarten. Bei den Fischen und den Makrophyten verbessert sich die ökologische Zustandsklasse in der Mehrzahl der renaturierten Abschnitte. Im Zuge der Renaturierungsmaßnahmen neu geschaffene, flache Bereiche mit geringer Strömung sowie Nebenarme und Stillwasserbereiche bieten diesen beiden Organismengruppen eine gute Besiedlungsgrundlage. Die Makrophyten profitieren im Besonderen von größeren Gewässerbreiten und der dadurch geringeren Beschattung des Gewässers. Eine deutlich erhöhte Quantität führt zudem zu einer Diver-