

60. **Prioritätensetzung für die Gewässerentwicklung in einem kompensatorischen Ansatz („Strahlwirkung“)**

Thomas Grünebaum, Essen
Günther Friedrich, Krefeld
Werner Konold, Freiburg

1 **Einleitung**

Durch die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) von 2000 (EG 2000) wurde auch die deutsche Gewässerschutzpolitik neu ausgerichtet. Die WRRL sieht die Gewässer mit ihrem Einzugsgebiet als eine Einheit an und zieht stärker als bisher die ökologischen Funktionen der Gewässer als Lebensraum für Pflanzen und Tiere in den Fokus. Dabei werden die Ziele des Naturschutzes ausdrücklich einbezogen.

Entsprechend den Vorgaben der WRRL sollen bis 2015 für alle natürlichen Oberflächengewässer der gute ökologische und chemische Zustand und für die erheblich veränderten und künstlichen Wasserkörper das gute ökologische Potenzial und der gute chemische Zustand erreicht werden. Dabei sind Gewässerfauna und -flora die maßgeblichen Kriterien für die Beurteilung des Gewässerzustandes. Das Ergebnis der ersten Bestandsaufnahme zeigt, dass in Deutschland dieses Ziel voraussichtlich bei weniger als 5 % der Gewässer erreicht werden kann (LAWA 2004, BMU 2005), obwohl in der Vergangenheit sehr erhebliche Verbesserungen bezüglich der Beschaffenheit des Wassers erreicht wurden. Vorrangig bestehen die Defizite in der morphologischen Gewässerstruktur, wie die entsprechende Karte ausweist (LAWA 2002). Vor allem im Hinblick auf die erforderlichen Maßnahmen, ihre Konkretisierung und die Finanzierung bestehen Unsicherheiten und methodische Defizite. Dazu kommt, dass auch die Vorgaben der WRRL zur Mitberücksichtigung von Umwelt- und Ressourcenkosten, zur wirtschaftlichen Analyse und zur Kosteneffizienz noch weitgehend offen sind. Dabei ist die Berücksichtigung wirtschaftlicher Rahmenbedingungen für die Erreichung der anspruchsvollen Ziele der WRRL unerlässlich, und die Zielerreichung erfordert die Auswahl der kosteneffizientesten Instrumente und Maßnahmen. Es gilt folglich, in einem durchaus zeitkritischen Prozess das vorhandene Fachwissen, die bisherigen Erfahrungen und die Handlungsoptionen zu bündeln und in den Umsetzungsprozess einfließen zu lassen.

Ausgehend von bekannten Wirkmechanismen in Gewässern, aufgrund von Expertenbefragungen auf speziellen Workshops zum Thema und neuerer Untersuchungen im Einzugsgebiet der Ruhr (Stender 2005), hat der Deutsche Rat für Landespflege (DRL) in einem vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen sowie der Lennart-Bernadotte-Stiftung finanziell geförderten Projekt untersucht, inwieweit die in Fließgewässern wirksame „Strahlwirkung“ der Biozönosen geeignet ist, in Restriktionsbereichen ohne lückenlose Strukturverbesserung eines gesamten Gewässers oder auf größeren Abschnitten eine Aufwertung des ökologischen Zustands zu erreichen. Dies soll durch gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur erreicht werden, die über den Ort der eigentlichen Maßnahme hinaus ökologisch positive Wirkung erzielen. Gleich-

zeitig soll damit auch ein Beitrag zur Kosteneffizienz von Maßnahmen geleistet werden. Letztlich geht es auch darum, das aus der terrestrischen Ökologie und dem Naturschutz bekannte „Trittsteinkonzept“ auf seine Anwendbarkeit auf die Fließgewässer unter dem Gesichtspunkt Strahlwirkung zu überprüfen.

2 Strahlwirkung – Definition

Mit dem Begriff Strahlwirkung wird das Phänomen bezeichnet, dass anhand der Biozönosen ein guter ökologischer Zustand bzw. gutes ökologische Potenzial indiziert wird, obwohl in dem betreffenden Abschnitt vom Leitbild abweichende strukturelle Verhältnisse vorliegen. Die Indikation eines besseren Zustandes ergibt sich aus dem nachhaltigen Auftreten einzelner oder mehrerer biologischer Qualitätskomponenten bzw. funktionaler Indikatorgruppen, die aus benachbarten, direkt oder indirekt angebundenen Gewässerabschnitten in gutem oder sehr gutem Zustand in den betreffenden Fließgewässerabschnitt gelangt sind. Anstelle des guten ökologischen Zustands kann natürlich durch Strahlwirkung auch ein lediglich deutlich verbesserter Zustand indiziert werden.

Strahlwirkung ist nicht nur ein Phänomen, sie ist auch als Prozess zu verstehen, hervorgerufen durch aktive oder passive Migration von Tieren und Pflanzen mit überwiegend hohem Dispersionspotenzial aus dem Gewässer selbst oder seinem Umfeld, um möglichst dauerhaft den betreffenden Gewässerabschnitt zu besiedeln.

Die Einführung des Begriffs Strahlwirkung - als Phänomen oder als Prozess - soll einem besseren und tieferen Verständnis funktionaler Zusammenhänge in Gewässerökosystemen dienen. Im Rahmen der Gewässerbewirtschaftung kommt sicher der Nutzung der Strahlwirkung für die flächendeckende Verbesserung des ökologischen Zustands große Bedeutung, insbesondere durch gezielte, räumlich begrenzte Maßnahmen zur Ausdehnung und Vernetzung von Lebensräumen und durch die darauf ausgerichtete Gewässerunterhaltung,, zu. Zugleich ist die Betrachtung der Strahlwirkung als Beitrag zur Schärfung der Methoden des Monitorings und der Gewässerbewertung zu sehen. Dazu macht die Stellungnahme die folgenden Aussagen.

3 Wirkmechanismen und Wiederbesiedlungspotenzial

Strahlwirkung hängt im Wesentlichen von dem (Wieder-)Besiedlungspotenzial eines Gewässerabschnitts ab. Der Begriff Wiederbesiedlungspotenzial von Fließgewässern umfasst als Oberbegriff alle Faktoren, die zur (Wieder-)Besiedlung von durch natürliche Störungen/Ereignisse oder menschliche Einwirkungen verödeten Gewässerstrecken erforderlich sind. Diese Faktoren sind das biotische Potenzial, das Habitatpotenzial und das aquatische Potenzial.

3.1 Biotisches Potenzial

Das biotische Potenzial beruht auf:

- Organismen, die an Ort und Stelle in Refugialräumen als Restpopulationen überlebt haben;
- Organismen, die im Ober- oder Unterstrom sowie in Nebengewässern stabile Bestände bilden und von dort aktiv oder passiv in den betrachteten Gewässerabschnitt gelangen können;
- Organismen, die über kurze oder weite Entfernung aus anderen Gewässern aktiv oder passiv (Ausbreitung, Verdriftung oder über den Lufttransport durch Vögel oder Wind) in die betrachtete Strecke gelangen können

Je nach Erreichbarkeit verödeter Strecken und den Standortansprüchen der verschiedenen Arten ist ihr Potenzial unterschiedlich hoch. Sehr hoch ist es z. B., wenn im Oberstrom des betrachteten Gewässerabschnittes die entsprechenden Arten stabile Bestände bilden und sie sich leicht aktiv oder passiv ausbreiten. Als sehr gering ist es einzuschätzen, wenn im weiten Umkreis die betreffende Art verschollen oder ausgestorben ist. Das biotische Potenzial der von Natur aus seltenen, vielfach aber hoch indikativen Arten kann nur schwer eingeschätzt werden.

3.2 Habitatpotenzial

Das Habitatpotenzial ergibt sich aus den morphologischen Strukturen des Gewässerbettes einschließlich der aquatischen Makrophyten. Dies sind:

- Die Beschaffenheit der Substrate und ihre Lagerungsbeständigkeit;
- eine geeignete (typspezifische) Strukturdiversität und
- die Ausprägung von Uferstrukturen und ihre Längsdurchgängigkeit.

Weiterhin sind als positive Elemente zu nennen:

- Das Fehlen von Wanderhindernissen insbesondere für Fische sowie
- das Anwachsenlassen bzw. Anheben der Sohle bei stark eingetieften Gewässern und die Verlängerung der Fließstrecke,
- Dekolmatierung und Reduzierung der Ablagerung von Feinsedimenten aus dem Einzugsgebiet zur Sicherung eines funktionsfähigen hyporheischen Interstitials.

Der heutige Zustand des Habitatpotenzials der meisten Bäche, kleinen und großen Flüsse trägt wesentlich zu den biologischen Defiziten und damit zu den schlechten Einstufungen gemäß WRRL bei. Dabei spielt die Kolmatierung der Gewässersohle eine bisher vielfach unterschätzte Rolle.

Sichergestellt werden muss auch, dass die Sohle zum Anhaften bzw. Festhalten von Tieren, aber auch Makrophyten und benthischen Algen geeignet ist sowie bei Hochwasser für das Makrozoobenthos und vor allem die Jungfische Schutz in strömungsarmen Kleinräumen besteht.

3.3 Aquatisches Potenzial

Das aquatische Potenzial besteht aus der physikalisch-chemischen Beschaffenheit des Wassers und seiner hydrologischen und hydraulischen Charakteristik. Generell

kann davon ausgegangen werden, dass in den allermeisten Fällen die Wasserbeschaffenheit der Fließgewässer in NRW ausreicht, den guten bis mäßigen Zustand nach der WRRL zu erreichen.

Das Wasserdargebot vieler Fließgewässer, nicht nur im Flachland, ist auf weiten Strecken infolge vorangegangener Entwässerungen des Umlandes sowie zahlreicher bestehender kleiner und großer Entnahmen, z. B. für landwirtschaftliche oder gewerbliche Zwecke, beeinträchtigt. So führen Störungen durch Aus- und Beileitungen nicht selten zum Trockenfallen bzw. zu übermäßiger Tiefenerosion.

4 Elemente der Strahlwirkung und deren Ausprägung in der Laufform eines Fließgewässers

4.1 Strahlursprung

Mit Strahlursprung wird der Ausgangsbereich einer Strahlwirkung bezeichnet. Hierbei handelt es sich um einen artenreichen und dem Gewässertyp entsprechend besiedelten Gewässerabschnitt, der Quellenfunktion für die jeweils betrachteten Organismen erfüllt (Bild 1). Ein Strahlursprung muss nicht zwangsläufig im Hauptlauf der Fließgewässer liegen. Gerade unterhalb von Querbauwerken oder anderen Unterbrechungen des Fließgewässerkontinuums wirken vielfach einmündende Nebengewässer, Altgewässer oder andere Gewässerbereiche wie B. Bühnenfelder als Strahlursprung. Dies ist für die planerische Berücksichtigung der Strahlwirkung und damit für die Zustandsverbesserung von Gewässern, z. B. unterhalb von Unterbrechungen des Längskontinuums, von besonderer Bedeutung.

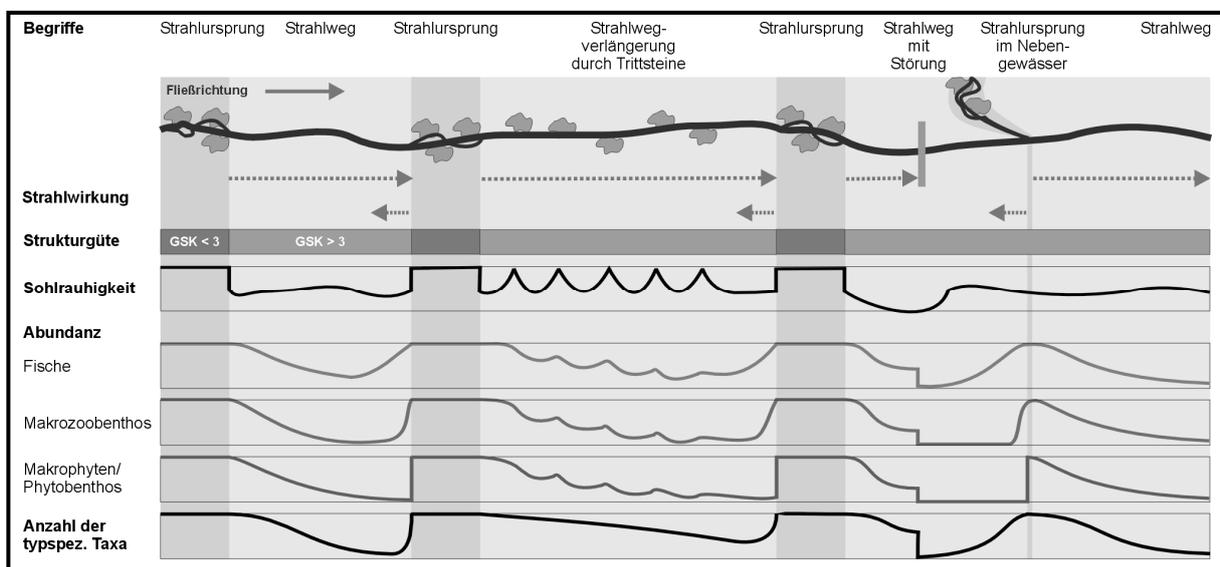


Bild 1: Elemente der Strahlwirkung und deren Ausprägung in der Laufform eines Fließgewässers

Der Strahlursprung und der sich anschließende Strahlweg bilden eine Einheit und sind stets im Zusammenhang zu betrachten. Die erforderliche Beschaffenheit und Größe eines Gewässerabschnitts für seine Wirkung als Strahlursprung ist von seiner biologischen Ausstattung und von der Ausprägung aller anderen, typspezifischen

Merkmale abhängig. Deshalb sollte die erforderliche Mindestgröße ermittelt und der betreffende Gewässerabschnitt über die Maßnahmenplanung gesichert werden (vgl. auch Schattmann 2008). Es sollten daher auch unter dem Kriterium der Kosteneffizienz Maßnahmen zur Schaffung eines Strahlursprungs räumlich auf die für die Strahlwirkung ermittelten Erfordernisse abgestimmt werden. Vielfach wurde in der Vergangenheit bei Renaturierungsmaßnahmen diesem Aspekt nicht Rechnung getragen, so dass kaum oder keine positiven Wirkungen nachzuweisen waren (Smukalla & Friedrich (1994), Koenzen (2008), Niemann & Koenzen (2008)).

Es ist jedoch möglich, Vorhaben zur ökologischen Verbesserung und den dazu erforderlichen Mitteleinsatz dadurch zu optimieren, dass die Maßnahme im umzugestaltenden Abschnitt auf die erforderliche Mindestgröße zur Aktivierung der Strahlwirkung beschränkt bleiben kann, wenn ergänzend unterstützende Maßnahmen in angrenzenden Gewässerabschnitten (Strahlweg) umgesetzt werden. Das können z. B. die Wegnahme von Barrieren und das Hinzufügen von Trittsteinen auf dem Strahlweg im Fließgewässer sein. Die isolierte Betrachtung einzelner lokaler Maßnahmen in durch formale Kriterien gegebener örtlicher Eingrenzung wird den ökologischen Funktionen und Mechanismen in den Gewässern nicht gerecht. Allerdings kommt dem Faktor Zeit beim Wirkungsnachweis von Maßnahmen mit ökologischen Verbesserungen ausschlaggebende Bedeutung zu. Vielfach stellen sich Erfolge erst nach mehreren Generationen der Organismen und entsprechenden Sukzessionszeiten ein, d. h. der gewünschte Erfolg stellt sich erst nach mehreren Jahren ein. Dabei spielen „renaturierende Hochwasser“ eine große Rolle.

4.2 Trittsteine

Trittsteine können kleine Gewässerabschnitte mit typgerechten morphologischen Bedingungen oder verschiedene Strukturelemente mit guten Habitateigenschaften sein, z. B. eingebrachtes Totholz, lokale Gewässeraufweitungen oder Wiederansiedlungen von typgerechten Wasser- und Uferpflanzen (vgl. auch Koenzen (2008) und van de Weyer (2008)). Sie ermöglichen und erleichtern Gewässerorganismen die Migration, in dem sie kleinräumige Nahrungs- und Rastmöglichkeiten bieten. Trittsteine müssen dauerhaft angelegt sein. Über die notwendigen Abstände von Trittsteinen zueinander und zum Strahlursprung liegen bisher nur sehr wenige praktische Erkenntnisse vor. Hier besteht daher erheblicher Forschungs- und Untersuchungsbedarf.

4.3 Strahlweg

Der Strahlweg, vgl. Bild 1, ist die Gewässerstrecke, auf der Organismen vom Strahlursprung ausgehend im Wasser bewegt werden oder sich aktiv im oder außerhalb des Wassers bewegen. Es ist die Gewässerstrecke, die aufgrund struktureller Defizite kaum ortsfeste Besiedlung aufweist, durch die aber die Migration stattfindet. Über den Strahlweg können biologische Defizite ausgeglichen werden. Bei passiver Migration (organismische Drift) liegt der Strahlweg flussabwärts des Strahlursprungs. Bei aktiver Migration (Aufwärtsbewegung, Verbreitungs- oder Aufwärtsflug merolimni-

scher Arten, Fischwanderung) oder sonstiger Ausbreitung (über Luft, Fische, Vögel, Menschen) ist auch die Ausbildung eines Strahlwegs entgegen der Fließrichtung möglich.

Die Ausdehnung eines Strahlwegs ist bei der aktiven Migration vor allem abhängig von dem artspezifischen Wanderungsverhalten der Organismen. Bei aktiver wie auch bei passiver Verbreitung sind auch lokale Beeinträchtigungen des Fließgewässerkontinuums auf dem Strahlweg mit signifikanten Habitatdefiziten von ausschlaggebender Bedeutung. Dies können insbesondere sein:

- gestaute Bereiche mit Senkenfunktion für Substrate (und damit i. d. R. auch für Organismen, die sich über Verdriftung ausbreiten),
- Querbauwerke oder gravierende morphologische Veränderungen (z. B. Verrohrung, betonierte Sohle) mit Barrierenwirkung für Organismen,
- stoffliche Veränderungen durch Eintrag von toxischen Stoffen, Nährstoffen, Salzen, Feststoffen, u. a. durch Erosion von Ackerböden mit der Gefahr des zusätzlichen Eintrags von daran adsorbierten Stoffen,
- Kolmatierung der Gewässersohle, Veränderungen des Sauerstoffhaushalts im Wasserkörper oder im Interstitial, insbesondere unzureichender oder stark schwankender Sauerstoffgehalt,
- thermische Veränderungen z. B. durch Einleitungen von erwärmten Wässern, Abschnitte mit fehlender Beschattung, Einleitung von kalten Tiefenwässern aus Talsperren,
- gravierende wassermengenmäßige Veränderungen des Kontinuums wie Einleitungen, Entnahmen, Schwallbetrieb von wasserbaulichen Anlagen mit Veränderungen der Fließgeschwindigkeit und der Schleppkraft, des Strömungsmusters, des Gewässerquerschnitts und der Wassertiefe, soweit nicht „geschützte“ Bereiche für Eier und Jugendstadien von Tieren verfügbar sind,
- Lebensräume mit gestörter Artenzusammensetzung, die durch übermäßige Dichte räuberischer Arten geprägt sind.

Hingegen sind zur Unterstützung der Strahlwirkung auf dem Strahlweg alle den artspezifischen Habitatansprüchen entsprechenden Bedingungen vorteilhaft und anzustreben.

Dazu gehören u. a.:

- Longitudinale aber auch laterale Konnektivität im Fließgewässerkontinuum, insbesondere für die Gewässersohle mit Durchgängigkeit des typspezifischen Substrats - auch des organischen Substrats als Falllaub und Totholz,
- vielfältige und weitgehend durchgehende Elemente der Uferstruktur wie Gehölze und Hochstauden für merolimnische Arten,
- Schaffung oder die Initiierung typspezifischer Diversität von Substraten und Kleinbiotopen
- Trittsteine.

Ergänzend sei noch darauf hingewiesen, dass die hier betrachtete Strahlwirkung durch invasive Neophyten und Neozoen überlagert werden kann.

5 Erfahrungen aus Monitoring- und Renaturierungsprojekten

Es wurde bereits eine Reihe von Renaturierungsprojekten mit wissenschaftlicher Begleitung durchgeführt, die die Prüfung einer möglichen Strahlwirkung zulassen, obwohl sie nicht ausdrücklich im Hinblick darauf angelegt waren.

Für das Makrozoobenthos liegen einige, aber nur lückenhafte Erkenntnisse dazu vor, z.B. Völker & Borchardt (2008), Lorenz (2008), Sommerhäuser & Hurck (2008). Untersuchungen an nordrhein-westfälischen Fließgewässern belegen, dass von naturnahen Fluss-Oberläufen weit reichende Strahlwirkungen auf die Unterläufe ebenso feststellbar sind wie der umgekehrte Effekt einer negativen Wirkung von stark degradierten Oberläufen auf die Unterläufe. Kurz nach Renaturierungsmaßnahmen ließ sich eine Zunahme der Artendiversität im unmittelbaren Umfeld feststellen, eine deutliche längszonale Wirkung stellte sich jedoch erst nach langen Zeiträumen ein (Lorenz 2008). Es gilt insbesondere auch für Gewässer in urban-industriellen Einzugsgebieten, dass bei hohem Waldanteil im Einzugsgebiet die Strahlwirkung wesentlich deutlicher ausgeprägt ist als bei vorherrschender Ackernutzung (Sommerhäuser & Hurck 2008). Weitere Untersuchungen an Fließgewässern der Mittelgebirge in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz ergaben, dass beim Makrozoobenthos unter optimalen Randbedingungen von einer Strahlwirkung zwischen 0,3 und 1,5 km ausgegangen werden kann. Schattmann 2008). Podraza (2008) gibt einen Wert von 1,65 km (75 %-Perzentil) für den gleichen Fließgewässertyp an. Bei beiden Autoren wurden gute bis sehr gute Verhältnisse hinsichtlich der Saprobie und gute bis sehr gute Verhältnisse bezüglich der allgemeinen Degradation vorausgesetzt.

Die Fischfauna der „entfesselten“ renaturierten Abschnitte der Lippe zeigte höhere Abundanzen sowie ein stärkeres Hervortreten anspruchsvoller Arten. Positive Wirkungen auf nicht verbesserte Abschnitte des Flusses ließen sich eindeutig für mehrere Fischarten nachweisen (Bunzel-Drüke et al. 2008). Die jeweilige longitudinale Ausprägung der Wirkung ist abhängig von der Fischart (Detering 2008). Als besonders wichtiger Faktor stellte sich die Anzahl naturnaher Streckenabschnitte als Trittschritte oder sogar als Strahlursprung im gesamten Untersuchungsgebiet dar. Die Zunahme von Artendiversität und -abundanz bei Fischen über längere Fließstrecken (mehrere Kilometer) ließ sich auch im Rahmen des Ems-Auenprogramms (Schütz 2008) nachweisen. Eine flussaufwärts gerichtete Strahlwirkung bei Fischen konnte auch an der Nidda in Hessen beobachtet werden (Popp & Lehr 2008). Ungünstige Gegebenheiten (Abwärme-Einleitungen, Zufluss aus stark degradierten Bächen) können negative Wirkungen verursachen (Bunzel-Drüke et al. 2008).

Umfangreiche Maßnahmen entlang der niedersächsischen Ise (Reduzierung der Gewässerunterhaltung, Flächenextensivierung, Anpflanzungen, Wehrrumbau etc.) zeigten positive Effekte der Strahlwirkung auf Libellen und den Fischotter (Lucker 2008).

Strahlwirkung kann nicht nur entlang eines Gewässers, sondern auch über die Wasserscheide hinweg über die Luft erfolgen, wie Sommerhäuser & Hurck (2008) an dem urban überprägten Dellwiger Bach nachweisen konnten. Dies zeigte sich auch in anderen urban-industriell geprägten Gebieten.

Für die Makrophyten liegen bislang wenige dokumentierte Erkenntnisse über die longitudinale Ausbreitung aus Renaturierungsstrecken vor. Da die Ausbreitung von Wasserpflanzen überwiegend vegetativ erfolgt, begünstigen Renaturierungsmaßnahmen wie das Anlegen von Altarmen, Altwässern oder Bühnenfeldern meist die Wiederansiedlung von Makrophyten. Generell kann davon ausgegangen werden, dass kleinräumige strukturelle Maßnahmen an Flüssen, aber auch das gezielte Ansiedeln von dem Gewässertyp entsprechenden Makrophyten einen Strahlursprung schaffen können, von denen letztendlich weit reichende Strahlwirkungen zu erwarten sind (van de Weyer 2008).

Zum Phytobenthos liegen zum Thema Strahlwirkung kaum Informationen vor. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die meisten Arten sich sehr leicht verbreiten und neben dem Vorhandensein von Festsubstraten für viele indikative Arten die Wasserbeschaffenheit ausschlaggebend ist.

6 Mögliche Überprägungen

Die Strahlwirkung in Fließgewässern unterliegt verschiedenen Formen der Überprägung durch Hydraulik, Klimawandel, Neobiota und Kettenwirkungen, die durch verschiedene Belastungen ausgelöst werden können.

Bezüglich des Klimawandels in Mitteleuropa wird prognostiziert, dass die Sommer trockener, die Winter dagegen niederschlagsreicher werden, allerdings mit stark ausgeprägter regionaler Differenzierung (Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle 2007). Für die Fließgewässer bedeutet dies Änderungen des Temperaturhaushalts und Änderungen der hydraulischen Gegebenheiten, d. h. Zunahme des Abflusses und größere Hochwassergefahr im Winter verbunden mit erhöhtem grobpartikulärem Eintrag. Zudem wird sich die Frequenz und Intensität von Niedrigwasser- und Trockenperioden erhöhen können, so dass derzeit permanente Gewässer im Sommer austrocknen können (Meyer 2008).

Gebietsfremde Arten (Neophyten und Neozoen) spielen heute schon eine große Rolle in den Fließgewässern. Seit 1980 ist die Anzahl der aquatischen Neophyten allein in NRW bis 2005 auf 17 Arten angestiegen (Hussner 2006). Die meisten aquatischen Neozoen gehören dem Makrozoobenthos an, 50 Arten wurden in deutschen Binnengewässern nachgewiesen; bei den Fischen zehn Arten (Gollasch & Nehring 2006).

Neobiota wirken sich sehr unterschiedlich aus. Oftmals leben die Einwanderer in durch anthropogene Veränderungen der Fließgewässer freigewordenen Nischen neben den alteingesessenen Arten. In anderen Fällen verdrängen sie einheimische Arten. Manche Neobiota fügen sich nach anfänglich extremem Ausbreiten in die Biözosen ein. In der Regel ist nicht vorhersehbar, ob und wie sich invasive Arten auf

Dauer ökologisch einnischen, es ist auch sehr schwer abzuschätzen, wie sich die Einflüsse des Klimawandels und die Neobiota auf die Gewässer langfristig auswirken werden. Es wird angenommen, dass sich vor allem der Anteil wärmeliebender Arten erhöhen wird und die Wasserstraßen als Hauptwanderwege dienen (Galil et al. 2007).

7 Empfehlungen für Maßnahmen

7.1 Quantitative Gesichtspunkte

Zur Abschätzung der Mindestlänge eines Strahlursprungs und der Länge eines Strahlwegs wurden im Sinne von Bemessungsempfehlungen vom Deutschen Rat für Landespflege folgende Quellen einbezogen:

- Einzeluntersuchungen von Gewässerstruktur und Gewässerzustand mittels biologischer Qualitätskomponenten, die hinsichtlich des räumlichen Zusammenhangs von möglichem Strahlursprung und Strahlweg ausgewertet wurden,
- grundsätzliche Überlegungen zu Funktionen und Mechanismen des Ökosystems Fließgewässer und
- ad hoc Befragung von Experten auf den Projektworkshops.

Aufgrund von Analogieschlüssen und Plausibilitätsüberlegungen wurde - um einen ersten Anhalt und eine Hilfe für Planungsprozesse anzubieten - die Abschätzung getrennt für die verschiedenen Gewässertypen vorgenommen.

Für die Mindestlänge des Strahlursprungs gilt, dass er hinsichtlich der Taxa und ihrer Abundanz wenigstens einen guten Zustand anhand der vorhandenen Indikatororganismen besitzt und hinsichtlich der Gewässerstruktur möglichst leitbildähnliche Merkmale besitzt. Die Länge des Strahlwegs reicht grundsätzlich vom Strahlursprung bis zum Ende der Strahlwirkung, der nächsten signifikanten Störung oder einer langsamen Abschwächung der Strahlwirkung (Bild 1), sofern der Fließgewässerabschnitt die gewässertypspezifischen Anforderungen erfüllt. In dem Fall sollten die Anhaltswerte in Tab.1 herangezogen werden.

Die Länge des Strahlwegs kann durch Trittsteine ausgedehnt werden. Wirkung und Ausgestaltung von Trittsteinen sollten aufgrund ihres hohen natürlichen Renaturierungspotenzials Gegenstand weiterer Untersuchungen werden.

Eine Strahlwirkung kann das Mehrfache der Ausdehnung eines Strahlursprungs betragen.

Tabelle 1: Anhaltswerte für erforderliche Mindestlänge des Strahlursprungs und zu erwartender Länge des Strahlwegs bei Fließgewässern des Tieflandes und des Mittelgebirges (eigene Schätzungen und Auswertung von ad hoc Experteneinschätzungen auf Workshops des DRL 2007).

		Mindestlänge Strahlursprung [km]	Zu erwartende Länge Strahlweg [km]	
			in Fließrichtung	entgegen der Fließrichtung
Typ 14 Sandgeprägte Tieflandbäche	Makrozoobenthos	1,5	2,5	2,0
	Makrophyten, Phytobenthos		5,0	-
	Fischfauna		7,5	4,0
Typ 15 Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse	Makrozoobenthos	2,5	3,5	1,5
	Makrophyten, Phytobenthos		4,0	-
	Fischfauna		12,5	3,5
Typ 19 Fließgewässer der Niederungen	Makrozoobenthos	1,0	1,5	1,5
	Makrophyten, Phytobenthos		1,0	-
	Fischfauna		5,5	3,5
Typ 5/7 Grobmaterial- reiche Mittelgebirgs- bäche	Makrozoobenthos	0,5	3,0	1,0
	Makrophyten, Phytobenthos		1,5	-
	Fischfauna		3,5	2,0
Typ 9/9.1 Fein- bis grob- materialreiche Mittelgebirgs- flüsse	Makrozoobenthos	1,5	4,0	1,5
	Makrophyten, Phytobenthos		2,0	-
	Fischfauna		20,0	5,0

Der Strahlursprung kann sich anstatt im Hauptlauf auch in einmündenden Nebengewässern, ggf. auch in Altgewässern oder Bühnenfeldern, befinden. So kann unterhalb massiver Einschränkungen der Durchgängigkeit (insbesondere Talsperren und große Stauseen) der Strahlursprung in einem unterhalb dieses Querbauwerks mündenden Nebengewässer liegen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Wirkung eines renaturierten Gewässerabschnitts als Strahlursprung oder Trittstein auch dann eintreten kann, wenn eine Renaturierungsmaßnahme nur einseitig auf einem Ufer vorgenommen werden kann oder sich auf ein Gewässerumfeld beschränkt.

Schwerpunkt der Maßnahmen in einem Strahlweg muss die Herstellung der Durchgängigkeit für die Organismen sein, insbesondere an der Gewässersohle, dazu ausreichende Wasserqualität und Wasserführung. Außerdem müsste eine Unterstützung der Migrationsbewegungen durch typgerechte Uferstrukturen (Gehölze und andere Uferpflanzen) erfolgen, auch wenn sie auf ein Ufer beschränkt bleiben.

Über den Strahlweg können biologische Defizite ausgeglichen, zumindest gemildert werden, insbesondere wenn durch Trittsteine die Strahlwirkung und im günstigsten

Falle die Migration zwischen zwei Strahlursprüngen ermöglicht wird. Das Vorhandensein und die Erreichbarkeit von Gewässerabschnitten, die als Strahlursprung den Habitatansprüchen (wieder) genügen, ist für die Biotopvernetzung und die Verlängerung der Gewässerstrecken im guten ökologischen Zustand der Gewässer von entscheidender Bedeutung.

Die Funktion eines Gewässerabschnitts als Strahlursprung oder Strahlweg kann durch Gewässernutzungen beeinträchtigt werden. Signifikante Belastungen des Gewässers in diesen Bereichen sind somit auch vor diesem Hintergrund zu vermeiden bzw. zu minimieren.

Stoffliche Einleitungen sind besonders kritisch, da die Einhaltung chemisch-physikalischer Qualitätsziele sowohl für den Strahlursprung als auch für den Strahlweg eine Grundvoraussetzung ist. Maßstab für die Qualitätsziele ist die für die typspezifische Biozönose gerade noch verträgliche Konzentration der relevanten Stoffe (vgl. auch Wagner & Arle 2008). Permanente Einleitungen haben einen deutlich größeren Einfluss als gelegentliche oder periodische stoffliche Belastungen, da Fließgewässer in der Regel über eine gute Regenerationsfähigkeit (Wiederbesiedlungspotenzial) aus Rückzugsgebieten verfügen. Der erosive Eintrag von an der Bodenmatrix haftenden Feststoffen wurde bisher in seinen negativen Auswirkungen nicht hinreichend betrachtet.

Insgesamt führt die Berücksichtigung der Strahlwirkung dazu, dass Maßnahmen nicht auf den jeweils umzugestaltenden Gewässerabschnitt konzentriert werden dürfen. Stattdessen sind diese Abschnitte auf ihre Funktion als Strahlursprung im gesamten Gewässerverlauf neu zu entwickeln. Konkret bedeutet dies: Verfügbare Finanzmittel sind nicht für isolierte wasserbauliche Maßnahmen als Renaturierungsprojekte auszugeben; vielmehr sind künftige Maßnahmen als Strahlursprung immer im Zusammenhang mit dem anschließenden Strahlweg zu optimieren.

7.2 Operationalisierung

Die Operationalisierung der Strahlwirkung als Element der wasserwirtschaftlichen Planung zur Zielerreichung des guten Zustands baut auf einem kompensatorischen Ansatz auf. Dies bedeutet, dass Maßnahmen nicht zwingend am Ort des jeweiligen Zustandsdefizits ansetzen müssen, sondern – sofern Kosteneffizienzkriterien eine andere Priorisierung vorgeben – Maßnahmen identifiziert werden, die an anderer Stelle im Gewässersystem, im Strahlursprung, eine Wirkung auch auf den betrachteten defizitären Abschnitt entfalten. Hierdurch sind „harte“ Restriktionsbereiche eines Gewässers möglicherweise zugänglich für eine Verbesserung des ökologischen Zustands, indem ein wirksamer Strahlursprung in einem angrenzenden Bereich, außerhalb des Abschnittes mit Restriktionen, geschaffen oder verbessert wird. Dazu gehört im Restriktionsbereich die Schaffung von morphologischen Elementen zur Verbesserung des Strahlwegs, z.B. Trittsteine.

Hinsichtlich der Maßnahmen - und insbesondere der Kostenträgerschaft - sind bei einem solchen kompensatorischen Ansatz neue Wege und Instrumente erforderlich.

Eine Maßnahme in einem angrenzenden Gewässerabschnitt mit oder womöglich zur ausschließlichen Kompensation von Defiziten in einem Restriktionsbereich kann nicht zu Lasten der Gewässernutzer im angrenzenden Abschnitt realisiert werden. Vielmehr ist aus Gründen der Verursachergerechtigkeit ein entsprechender finanzieller Beitrag der Gewässernutzer im Restriktionsbereich zwingend erforderlich. Auch bei einer anteiligen oder weitgehenden Finanzierung der Maßnahmen aus öffentlichen Mitteln ist eine Mitbeteiligung der Verursacher anzustreben. Die bisherigen Instrumente zur Maßnahmenfinanzierung sind hierfür allerdings nicht geeignet. Eine Finanzierung aus öffentlichen Förderprogrammen oder eine Durchsetzung von Maßnahmen nach dem Freiwilligkeitsprinzip würden dazu führen, dass einerseits Effizienzkriterien nur untergeordnet einbezogen würden; zusätzlich würden Nutzer im Restriktionsbereich entgegen dem Verursacherprinzip von einer finanziellen Beteiligung ausgenommen - und dies trotz eindeutiger Verursachung für die bestehenden Zustandsdefizite.

7.3 Qualitative Gesichtspunkte

Strahlursprünge sind grundsätzlich Fließgewässerstrecken, die sich in sehr gutem oder gutem Zustand befinden. Darüber hinaus können Gewässer, die unter nationalen (Naturschutzrecht) oder supranationalen Regelungen (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, (EG 1992) und Vogelschutzrichtlinie (EG 1979)) geschützt sind, Bereiche potenzieller Strahlursprünge sein. Auch renaturierte Strecken können sich zu Strahlursprüngen entwickeln.

Das Phänomen der Strahlwirkung sollte zukünftig bei Maßnahmen im Gewässerschutz verstärkt Beachtung finden und bereits im Ansatz mitbedacht werden. Die Kenntnisse und Erfahrungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Wasserwirtschafts- und Umweltverwaltungen sollten dabei frühzeitig - trotz der aktuellen finanziellen Situation und der vielfältigen Aktivitäten zur Umstrukturierung der Aufbau- und Ablauforganisation im Vollzug – einbezogen werden.

Die bisher vorliegenden Erkenntnisse zur Strahlwirkung sind noch sehr lückenhaft und bedürfen unbedingt einer weiteren Vertiefung in der Grundlagen- und anwendungsorientierten Forschung, um somit eine fundierte Weiterentwicklung des fachlichen Regelwerks zu unterstützen.

Das Phänomen der Strahlwirkung muss aus fachlicher Sicht zudem im Gewässer- und Umweltmonitoring berücksichtigt werden, begleitet von langfristigen systematischen wissenschaftlichen Untersuchungen im laufenden wasserwirtschaftlichen Vollzug sowie durch eine gezielte Auswahl von Maßnahmen am Gewässer und deren Einordnung nach den vorgenannten Kriterien. Hierbei ist insbesondere auf die Bewertung von Strahlursprung und Strahlweg im Fließgewässerkontinuum und die gewässertypbezogene Einordnung zu achten. Die Ergebnisse können für weitere zu planende Maßnahmen genutzt werden.

Gewässerentwicklung im ökologischen Sinn und im Sinne der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie kann keine sektorale Planungsaufgabe sein. Vielmehr ist sie in die

Planungsprozesse der Raumordnung, der Landespflege und des Städtebaus einzubinden. Hierdurch entstehen Synergien bei der Natur- und Umweltentwicklung, die auch hinsichtlich der damit zu erwartenden finanziellen Freiräume positiv zu bewerten sind. Mit einzubeziehen ist die Förderung und Lenkung der Entwicklungen in Landwirtschaft, Gewerbe, Industrie und Infrastruktur, die neben ihrer primären Zielrichtung eine positive Umweltentwicklung stärken können. Herausragende Verantwortung kommt dabei der Politik und Administration auf Europa-, Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene zu.

Durch die Anpassung des Förder-, Steuer- und Abgabensystems, soweit der öffentliche Bereich nicht selbst Planungsträger ist, können entsprechende Werkzeuge entwickelt werden.

Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur, wie sie als so genannte Renaturierungsmaßnahmen für Gewässer bisher geplant, gefördert und umgesetzt wurden, bedürfen einer neuen Orientierung an den Zielvorgaben eines verbesserten ökologischen Zustands der Wasserkörper und der Gewässersysteme in ihrer Gesamtheit. Erreicht werden kann dies durch die Ausrichtung der Förderungs- und Lenkungsinstrumente (finanzielle Förderung, fachliche und administrative Begleitung, Monitoring etc.) an diesen Zielen. Eine reine Angebotsplanung, wie sie bisher über das Freiwilligkeitsprinzip angestrebt wurde, ist auf Dauer nicht zielführend. In der Vergangenheit wurde oftmals bereits bei der Maßnahmenkonzeption eine Vorauswahl im Hinblick auf die Durchsetzbarkeit, d. h. der Wahrscheinlichkeit der Akzeptanz bei dem betroffenen Maßnahmenträger, vorgenommen. Der staatliche bzw. öffentliche Bereich war vielfach bevorzugter oder auch einziger Adressat entsprechender Maßnahmen (z. B. Gewässerrenaturierungsmaßnahmen auf öffentlichen oder durch den öffentlichen Bereich zu erwerbenden Flächen). Renaturierungsmaßnahmen wurden isoliert im Gewässersystem durchgeführt, wobei die erwünschte Wirkung häufig aufgrund der fehlenden Anbindung an andere Ökosysteme ausblieb. Nachweisbar wurde dieser Umstand auch mit den neueren Verfahren zur Zustandsbewertung der Gewässer anhand biologischer Qualitätskomponenten. Erforderlich ist auch die Einbindung von Gewässerabschnitten, die im strengen Sinne nicht zum Planungsraum gehören, aber für die Gewässerentwicklung bedeutsam sind.

So sollten zukünftige Maßnahmen nicht nur den Renaturierungsbereich fördern, sondern gezielt auf die Einbindung dieses Gewässerabschnittes als Strahlursprung in das ganze Gewässersystem einwirken. Ein Strahlursprung kann entwickelt oder verbessert werden, indem insbesondere die (Wieder-)Herstellung von typgerechten hydromorphologischen Bedingungen in einem Gewässerabschnitt erfolgt, wie die Entfernung von Gewässerverbauungen im Sohlen- und Uferbereich, die Anbindung des Gewässers an den terrestrischen Bereich durch Sohlanhebung oder Herstellung einer (Sekundär-)Aue einschließlich ihrer temporären und permanenten Auengewässer. Die eigendynamische Entwicklung ist erfahrungsgemäß der Schlüssel für eine naturnahe Gewässerentwicklung. Dazu bedarf es vor allem der Bereitstellung von Entwicklungsflächen im Gewässerumfeld (vgl. auch Halle 2008), oftmals verbunden mit Einschränkung bisheriger Nutzungen sowohl für Siedlungs-, Industrie- und Gewerbeflächen als auch Bereiche der Infrastruktur und auch auf ackerbaulichen Hoch-

leistungsstandorten. Dabei kommt der Umwidmung von Flächen, dem Flächentausch und dem Flächenrecycling eine besonders große Bedeutung zu.

Anzustreben ist weder die Vollständigkeit aller typgerechten strukturellen Merkmale, noch ist die Ausdehnung der Maßnahme auf den gesamten verfügbaren Gewässerraum zwingend notwendig. Stattdessen möchte der DRL anregen, mit der Kenntnis über funktionale Zusammenhänge des Fließgewässerökosystems und nach dem Maximalprinzip der Ökonomie anzustreben:

- Bemessung der Größe eines Renaturierungsabschnittes anhand ökologischer Kriterien als Strahlursprung;
- Priorisierung struktureller Maßnahmen im Renaturierungsabschnitt anhand funktionaler Zusammenhänge für den Gewässerzustand;
- Bewertung der Anbindung des renaturierten Gewässerabschnittes an benachbarte (nicht renaturierte) Gewässerabschnitte im Hinblick auf deren Wirkung als Strahlweg.

Die konsequente Anwendung des Konzeptes der Strahlwirkung stellt einen Beitrag zum kosteneffizienten Einsatz der vorhandenen finanziellen Mittel für die notwendigen sinnvollen und zielgerichteten Maßnahmen der Gewässerentwicklung dar.

8 Zusammenfassung

Es wird über ein Projekt berichtet, das der Deutsche Rat für Landespflege (DRL) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW im Jahr 2007 durchgeführt hat. Der Begriff „Strahlwirkung“ wird eingeführt und erläutert als ein Element der Wasserwirtschaft, um mit dessen Hilfe unter Kostenoptimierung eine Verbesserung des ökologischen Zustands zu erreichen, auch wenn nur auf kurzen Strecken oder punktuell morphologische Verbesserungsmaßnahmen möglich sind. Dazu sind neben ganzheitlicher Planung auch neue Finanzierungsmodelle nötig, um Gewässerabschnitte, die sich außerhalb des engeren Planungsraums aber in ökologisch gutem Zustand befinden, als Strahlursprung für ökologisch defizitäre Bereiche wirksam werden zu lassen.

Literatur

- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2005) (Hg.): Die Wasserrahmenrichtlinie – Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2004 in Deutschland. Berlin.
- Bunzel-Drüke, M.; Zimball, O. & Schütz, C. (2008): Untersuchungen zum Einfluss naturnah umgestalteter Gewässerabschnitte auf die Fischfauna ausgebauter Bereiche. In: DRL 2008.
- Detering, U. (2008): Renaturierungsprojekte an der Lippe – Ergebnisse und Einschätzungen aus den Erfolgskontrollen. In: DRL 2008.
- Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle (Hg.) (2007): Vierter Sachstandsbericht (AR4) Klimaänderung 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger. Bern/Wien/Berlin. S. 28. BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) 2005
- DRL (Deutscher Rat für Landespflege) (2008): Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung. In: Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege Nr. 81, 138 S., Bonn.

- EG (1979): Richtlinie 79/409/EWG des Rates vom 2. April 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Vogelschutzrichtlinie). ABl. L 103 vom 25.4.1979.
- EG (1992): Richtlinie 92/43/EWG vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie), ABl. L 206 v. 22.7.1992.
- EG (RAT DER EUROPÄISCHEN UNION) (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie WRRL). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327 vom 22.12.2000.
- GOLLASCH, S. & NEHRING, S. (2006): National checklist for aquatic alien species in Germany. - Aquatic Invasions, Volume 1, Issue 4. S. 245-269.
- HUSSNER, A. (2006): Die aquatischen Neophyten in NRW. - Decheniana 159. S. 39-50.
- Koenzen, U (2008): Erfolgskontrolle von Maßnahmen zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern - Hinweise für gezielte Maßnahmen zur Kompensation von Strukturdefiziten unter Berücksichtigung der Strahlwirkung. In: DRL 2008.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (Hrsg.) (2002): Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland, Gewässerstruktur in der Bundesrepublik Deutschland 2001, 28 S.1 Karte, Hannover.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (Hrsg.) (2004): Workshop LAWA-EUF Bonn III „Bestandsaufnahme nach WRRL: Vorgehensweise und Ergebnisse“ am 26./27. April in Siegburg.
- Lorenz, A. (2008): Fließgewässerrenaturierung im Tiefland - Wiederbesiedlung und potenzielle Strahlwirkung am Beispiel des Makrozoobenthos. In: DRL 2008.
- Lucker, Th. (2008): Wirkungen von Renaturierungsmaßnahmen am Beispiel des Ise-Projekts. In: DRL 2008.
- Meyer, E. (2008): Wiederbesiedlung sommertrockener Gewässer - Hinweise zu Mechanismen und Potenzialen der Strahlwirkung. In: DRL 2008.
- Niemann, A. & Koenzen, U. (2008): Unterstützung der Strahlwirkung bei Maßnahmen an Fließgewässern im Zusammenhang mit der Regenwasserbehandlung. In: DRL 2008.
- Podraza, P. (2008): Strahlwirkung in Fließgewässern - erste Herleitungen aus vorliegenden Untersuchungen und Empfehlungen zur Methodik weitergehender Auswertungen. In: DRL 2008.
- Popp, H. & Lehr, G. (2008): Erfolgswertung von Renaturierungsprojekten in Hessen. In: DRL 2008.
- Schattman, A. (2008): Einschätzungen zu den Anforderungen an Strahlquellen. In: DRL 2008.
- Schütz, C. (2008): Strahlwirkung von strukturell intakten Fließgewässerabschnitten im Hinblick auf die Fischfauna. In: DRL 2008.
- Smukalla, R. & Friedrich, G. (1994): Ökologische Effizienz von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern.- Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Materialien Nr. 7, 462 S. Essen.
- Sommerhäuser, M. & Hurck, R. (2008): Aufbau des Arteninventars in isolierten, renaturierten Gewässerabschnitten im städtischen Bereich. In: DRL 2008.
- Stender, K. (2005): Untersuchungen zur Strahlwirkung von Renaturierungsmaßnahmen. - Ergebnisse eines Praxistrainings in der Entsorgungs- und Wasserwirtschaft vom 14.2. bis 30.09. 2005 beim Ruhrverband Essen, Manuskript.
- Völker, J. & Borchardt, D. (2007): Hydromorphologische Bedingungen und deren Wechselwirkungen mit der Makrozoobenthosbesiedlung. Ergebnisse und Schlussfolgerungen für die Umsetzung der WRRL in Bezug auf die Monitoringplanung und im Hinblick auf lokale, regionale und überregionale Umweltziele. Abschlussbericht. Im Auftrag des Hess. Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG). Center for Environmental Systems Research (CESR), Abt. Integriertes Gewässermanagement, Universität Kassel.
- Wagner, F. & Arle, J. (2008): Korrelationen zwischen ökologischem Zustand und Gewässerstruktur und Hinweise auf eine mögliche Strahlwirkung. In: DRL 2008.
- Weyer, K. (2008): Makrophyten in Fließgewässern des Tieflandes – Mögliche Maßnahmen zur Initiierung der Strahlwirkung. In: DRL (2008).

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. rer. nat. Günther Friedrich
Jakob-Hüskes-Straße 35
47839 Krefeld
E-Mail: friedrich-krefeld@t-online.de

Dr.-Ing. Thomas Grünebaum
Ruhrverband
Kronprinzenstraße 37
45128 Essen
E-Mail: tgr@ruhrverband.de

Prof. Dr. Werner Konold
Institut für Landespflege
Albert-Ludwig-Universität Freiburg
Tennenbacher Straße 4
79106 Freiburg
E-Mail: werner.konold@landespflege.uni-freiburg.de

Deutscher Rat für Landespflege DRL
Konstantinstraße 110
53179 Bonn
E-Mail: DRL-Bonn@tonline.de