

# Sedimentqualität – Ein Teilaspekt aus dem integrierten EU-Life Projekt „LiLa – Living Lahn“

Das integrierte EU Life Projekt „LiLa – Living Lahn“ vereint naturschutzfachliche, regulatorische und gesellschaftspolitische Fragestellungen rund um den Fluss Lahn. Auf Basis eines Sedimentkatasters soll ein, die übrigen im Projekt geplanten Maßnahmen begleitendes, Sedimentmanagementkonzept und -monitoring erstellt und durchgeführt werden.

Alexandra Brinke, Denise Spira und Ute Feiler

„LiLa“ steht für das integrierte EU Life Projekt „Living Lahn“ (LIFE 14 IPE/DE/022) und vereint unter dem Motto: „Ein Fluss – viele Interessen“, naturschutzfachliche, regulatorische und gesellschaftspolitische Fragestellungen rund um den Fluss Lahn. Hierbei steht die Lahn im Bereich der Bundesländer Hessen und Rheinland-Pfalz im Fokus.

Projektpartner im LiLa-Projekt sind das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz als koordinierende Behörde, weiterhin als assoziierte Partner das Regierungspräsidium Gießen, das Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland Pfalz, die Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord Rheinland Pfalz, die Bundesanstalt für Gewässerkunde und das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Koblenz (**Bild 1**).

Das übergeordnete Ziel des EU-Life Projektes ist die Revitalisierung des stark anthropogen überprägten Flusssystemes Lahn und ihrer Auen, die sich naturschutzfachlich gesehen in schlechtem Erhaltungszustand befindet. Eine Besonderheit der Lahn gegenüber anderen Wasserstraßen ist eine seit den 1970er-Jahren erfolgte Nutzungsänderung – weg von der Güterschifffahrt hin zu einer

ausschließlichen Freizeitnutzung. Diese spiegelt sich auch in der erfolgten Neukategorisierung der Lahn durch die Bundesregierung (Bundesverkehrswegeplan 2030) als Nebenwasserstraße wieder. Hieraus ergeben sich verschiedene neue Möglichkeiten zur Betrachtung der oben genannten Fragestellungen sowie die Umsetzung daraus resultierender Maßnahmen zur Schaffung einer zukunftsfähigen Lahn.

Für eine notwendige ökologische Aufwertung der Lahn werden im Sinne der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) [1] notwendige Maßnahmen, zum Beispiel zur Verbesserung der Gewässerstruktur und Renaturierungsmaßnahmen oder Maßnahmen zur Herstellung der linearen Durchgängigkeit, durch die Projektpartner Regierungspräsidium Gießen, das Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland Pfalz, die Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord Rheinland Pfalz und das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Koblenz länderübergreifend umgesetzt. Weiterhin wird federführend vom Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Koblenz ein sogenanntes Lahnkonzept als Entwicklungskonzept für die Lahn in der Zukunft erstellt.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde ist für die Analyse und die Bewertung des Sedimentzustandes in der Lahn zuständig. In diesem Teilbereich des Projektes soll auf Basis der Erstellung eines Sedimentkatasters zur Erfassung des Sediment-Ist-Zustandes ein, die übrigen im Projekt geplanten Maßnahmen begleitendes, Sedimentmanagementkonzept und -monitoring erstellt und durchgeführt werden.

## / Kompakt /

- Das übergeordnete Ziel des integrierten EU Life Projekt „LiLa – Living Lahn“ (LIFE 14 IPE/DE/022) ist die Revitalisierung des stark anthropogen überprägten Flusssystemes Lahn und ihrer Auen, die sich naturschutzfachlich gesehen in schlechtem Erhaltungszustand befindet.
- Auch die Sedimentqualität beeinflusst den Gewässerzustand. Aktuelle stoffliche Einträge aus diffusen oder Punktquellen oder auch historische Sedimentkontaminationen (z. B. historische Bergbauaktivitäten) können eine Rolle spielen.
- Mit einem Sedimentkataster wird der Ausgangszustand erfasst, das hieraus entwickelte Sedimentmanagementkonzept zielt auf Maßnahmen ab. Mit dem zugehörigen Sedimentmonitoring werden die Auswirkungen erfasst.

## Warum ist die Sedimentqualität wichtig für die Lahn?

Kohäsive Sedimente haben als integraler Bestandteil des Gewässersystems wichtige ökologische Schlüsselfunktionen: sie sind ein zentrales Element in Stoffkreisläufen und Lebensraum für benthische Organismen, die die Basis der aquatischen Nahrungskette bilden [2]. Diese basalen ökosystemischen Funktionen sind jedoch dadurch gefährdet, dass Feinsedimente als zeitweise oder dauerhafte Senke und abhängig von der Gewässersituation als Quelle von Nährstoffen jedoch auch von Schadstoffen in aquatischen Ökosystemen funktionieren. Die Konzentration von insbesondere

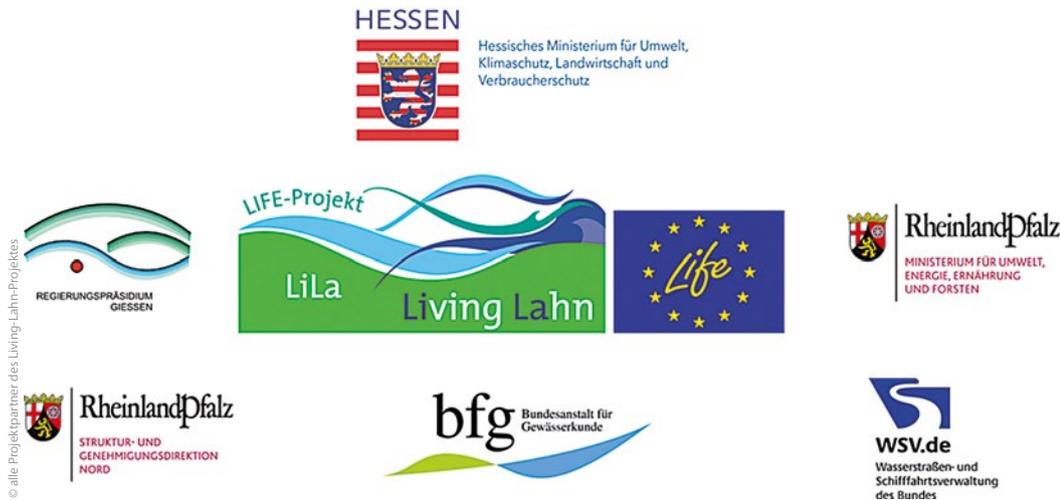


Bild 1: „LiLa – Living Lahn“ – Projektpartner

persistenten Schadstoffen an Schwebstoffen oder in Sedimenten ist daher häufig höher als die in der Wasserphase [3]. Die Remobilisierung (z. B. durch Hochwasserereignisse oder anthropogene Eingriffe in den Sedimenthaushalt) kontaminierter Sedimente kann zu Situationen führen, in denen zunächst festgebundene Stoffe bioverfügbar werden. Dadurch kann der Zustand des aquatischen Ökosystems durch direkte Aufnahme von Schadstoffen in Organismen und daraus resultierenden toxischen Wirkungen oder durch Biomagnifikation des Schadstoffs in der Nahrungskette negativ beeinflusst werden [4]. Die Vernachlässigung von kontaminierten Sedimenten bei der Bewertung von Ökosystemfunktionen kann daher zu einer Unterschätzung des ökotoxikologischen Risikos führen [5]. Eine oft historisch bedingte Schadstoffbelastung von Sedimenten sowie ein gestörter Sedimenthaushalt werden deshalb als Gründe angeführt, weshalb der gute chemische und ökologische Zustand eines Gewässers nach WRRL nicht erreicht wird [6]. Die in Deutschland etablierten Monitoringmethoden, die nach WRRL erforderlich sind (siehe Oberflächengewässerverordnung [7]), beziehen die Überwachung der Sedimentqualität bislang jedoch nur in Bezug auf wenige Schadstoffe ein. Diese sind bestimmte flussgebietspezifische Schadstoffe, die in die ökologische Zustandsbewertung einfließen und für die daher eine Umweltqualitätsnorm festgelegt wurde, sowie Stoffe für die eine langfristige Trendermittlung notwendig ist. Hieraus ergibt sich, dass die Sedimentqualität der Gewässer umfassender untersucht und berücksichtigt werden sollte.

Adressiert wird diese Herausforderung durch die Aufstellung von Sedimentmanagementplänen/-konzepten und deren Integration in das Flussgebietsmanagement. Beispiel hierzu sind das Flussgebietsmanagement der Internationalen Kommissionen zum Schutz der Elbe [6, 8] oder des Rheins [9].

In Bezug auf die Lahn ist festzustellen, dass deren Oberflächengewässerkörper nach der WRRL durchgängig für den ökologischen Zustand/das ökologische Potenzial einen unbefriedigenden bis schlechten Zustand aufweist. Die Untere Lahn weist darüber hinaus auch ein schlechtes chemisches Potenzial auf [10, 11, 12, 13]. Ursächlich für die unbefriedigende Situation an der Lahn sind, je nach Wasserkörper: mangelnde Durchgängigkeit, morphologische Defizite und stoffliche Belastungen (Bewirtschaftungspläne). Die man-

gelnde Durchgängigkeit und morphologische Defizite, insbesondere solche im Sinne der WRRL, werden von den oben genannten Projektpartnern auch im Rahmen von „LiLa“ berücksichtigt.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde konzentriert sich im Rahmen des integrierten EU-Life Projektes „LiLa-Living Lahn“ auf die Untersuchung des Einflusses der Sedimentqualität (Schadstoffbelastung und deren ökotoxikologischen Wirkungen) auf den Gewässerzustand. Ursache für solche Belastungen können neben aktuellen stofflichen Einträgen aus diffusen Quellen (z. B. Eintrag von kontaminierten Oberböden durch Erosion) oder Punktquellen (Kläranlagen) auch historische Sedimentkontaminationen (z. B. historische Bergbauaktivitäten) sein. Durch die Menge und Qualität der Sedimente berührt der Umgang mit ihnen die Anforderungen von Gewässerschutz, Wasserwirtschaft, Verkehr, Energie, Landwirtschaft, Fischerei und Freizeitnutzung. Daher trägt die Bundesanstalt für Gewässerkunde im Rahmen des Projektes „LiLa“ dazu bei, die Sedimentsituation der Lahn zu analysieren und zu bewerten.

## Vorhaben zur Erhebung der Sedimentqualität in der Lahn

Revitalisierungsmaßnahmen am und im Gewässer können Auswirkungen auf hydrologische und hydraulische Parameter nehmen, welche rückkoppelnd die Hydromorphologie eines Gewässers verändern. In diesem Zusammenhang können Feinsedimente remobilisiert werden, was wiederum die Bioverfügbarkeit sedimentassoziierter Schadstoffe erhöht und somit den chemischen und ökologischen Zustand des Gewässers negativ beeinflussen kann. Um einer Verschlechterung des chemischen und ökologischen Zustands durch Revitalisierungsmaßnahmen entgegenwirken zu können, ist eine Charakterisierung, Bewertung und Beobachtung von Sedimenten, vor und während der Durchführung von Revitalisierungsmaßnahmen, unabdingbar.

Voraussetzung für die Bewertung der Qualität von Lahnsedimenten ist die Erhebung des Ist-Zustandes der Lahnsedimente. Die hierbei gewonnenen Daten werden in einem Kataster der Sedimentqualität erfasst. Ein solches **Sedimentkataster** ermöglicht die Identifikation

von Bereichen in der Lahn, welche insbesondere im Hinblick auf eine gute Sedimentqualität, die Umsetzung weiterführender Maßnahmen zur Durchgängigkeit oder zur Verbesserung der Hydromorphologie erlauben. Darüber hinaus dient das Kataster auch der Erfassung von Belastungsschwerpunkten. In Abhängigkeit des Remobilisierungspotenzials dieser Sedimentdepots kann deren Festlegung oder Beseitigung zu einer Verbesserung des chemischen Zustandes beitragen.

Somit dient das Sedimentkataster auch der Entwicklung eines **Sedimentmanagementkonzeptes**, welches solche Maßnahmenoptionen zur Verbesserung der Sedimentqualität aufzeigen wird. Das geplante Sedimentmanagementkonzept soll einen Überblick über mögliche Handlungsoptionen beim Umgang mit (kontaminierten) Sedimenten geben und dient als Ergänzung des oben genannten Lahnkonzepts. Je nach zukünftiger Ausrichtung der Lahn werden bestimmte Maßnahmen, z.B. Renaturierungsmaßnahmen notwendig. Das Sedimentmanagementkonzept bietet dazu eine wichtige Grundlage als Entscheidungshilfe für den Umgang (Verbringung) mit den anfallenden Sedimenten (z. B. Einsatz der bei einer Maßnahme anfallenden Sedimente zur Bodenverbesserung an anderer Stelle).

Um den Einfluss der Umsetzung, der im Projekt geplanten weiterführenden, wasserwirtschaftlichen Maßnahmen, sofern durch diese ein Einfluss auf Feinsedimente z. B. durch Bauarbeiten im Gewässer vorauszusehen ist, zu überprüfen, wird darüber hinaus ein **Sedimentmonitoring** durchgeführt. Durch solche (Bau)Maßnahmen kann es durch eine veränderte Dynamik des Flusses zu Veränderungen der Belastungssituation kommen, die durch ein adaptives Monitoring erfasst werden können. Ein Sedimentqualitätsmonitoring soll als Ergänzung zu den laufenden Monitoringprogrammen der anliegenden Länder (Landesämter für Umwelt von Hessen und Rheinland-Pfalz) bezüglich der klassischen Wasserkenngrößen, erfolgen.

## Aktueller Stand der Erhebung der Sedimentqualität in der Lahn

Um den Ist-Zustand der Sedimentqualität der gesamten Lahn zu erfassen, wurden an verschiedenen Stellen Sedimentprobenahmen durchgeführt. Die entnommenen Sedimente wurden im Anschluss untersucht. Um eine ausgewogene, repräsentative Verteilung der Entnahmestellen zu erlangen, war eine sorgfältige Planung im Vorfeld erforderlich.

Zur Erstellung des **Sedimentkatasters** wurden anhand von Luftbildern potenzielle Probenahmestellen ausgewählt. Das beprobte Gebiet erstreckte sich über gesamte Lahn einschließlich deren Oberlauf, d.h. von der Quelle bis zur Mündung in den Rhein bei Lahnstein. Die Auswahl repräsentativer Stellen orientierte sich an folgenden Kriterien:

- Vorkommen von Emittenten sedimentrelevanter Schadstoffe wie Einleiter von Altlastenstandorten, Kläranlagen, Nebenflüsse/-bäche, sowie Gebiete mit Landwirtschaft oder urbane Bereiche
- Akkumulationsstellen für Feinsedimente wie (Yacht)Häfen, Altarme, Wehre, Bühnenfelder
- wiederkehrend durch Extremwetterereignisse stark veränderte Bereiche,

- im Rahmen von „LiLa“ durchgeführte Revitalisierungsmaßnahmen mit zu erwartenden Auswirkungen auf die Hydromorphologie.

In **Bild 2** sind die ausgewählten Probenahmestandorte an der Lahn dargestellt. Insgesamt wurden über drei Jahre (2016 – 2018) 56 Stellen entlang der Lahn hinsichtlich ihrer Sedimentqualität charakterisiert, davon 18 Stellen im Oberlauf von Feudingen bis Gießen und 38 Stellen im Längsverlauf von Gießen bis zur Mündung in den Rhein bei Lahnstein.

Die Entnahme von oberflächennahem Sediment (d. h. die oberste Sedimentschicht (0 – 20 cm) wurde beprobt), erfolgte je nach Standort und Wasserstand mit einer Edelstahlschaufel oder einem sogenannten Standard Van-Veen-Greifer, wie er üblicherweise für Sedimententnahmen im Gewässer eingesetzt wird. Die Proben wurden nach Entnahme vor Ort homogenisiert, abgefüllt und bis zur Untersuchung im Labor gekühlt gelagert.

Um eine holistische Bewertung der Sedimentqualität vorzunehmen erfolgte die Charakterisierung der Sedimentqualität durch die Erfassung der **Sedimentkontamination** mit sedimentrelevanten Stoffen (dies sind Stoffe die aufgrund ihrer chemischen Eigenschaften überwiegend partikulär gebunden auftreten) und durch die Erfassung von Effekten auf Biota als **direkte Toxizität** mittels **ökotoxikologischer Testverfahren** sowie der Überprüfung von **Veränderungen von meiobenthischen Lebensgemeinschaften**, die in Feinsedimenten dominieren. Diese kombinierte Erfassung der Sedimentqualität ist notwendig, da eine Erfassung des Umwelttrisikos für das Schutzziel aquatische Lebensgemeinschaft ausgehend von kontaminierten Sedimenten ausschließlich basierend auf einer chemischen Analytik unzureichend ist. Die Zahl der anthropogen emittierten Substanzen des täglichen Gebrauchs ist immens und mit klassischer chemischer Analytik kaum zu erfassen. Dies liegt daran, dass in Standardmessprogrammen ausschließlich bekannte Substanzen und das meist ohne Berücksichtigung ihrer, unter Umständen noch toxischeren Abbauprodukte, gemessen werden (können) [14]. Darüber hinaus bietet eine reine Erfassung von Sedimentkontaminanten keinen Aufschluss über deren Bioverfügbarkeit. Die Verfügbarkeit von sedimentgebundenen Stoffen für Gewässerorganismen hängt stark von den physikochemischen Eigenschaften des Sedimentes ab, welche sogar innerhalb eines lokal begrenzten Sedimentdepots variabel sein können. Generell ist eine modellhafte Ableitung der Bioverfügbarkeit sedimentgebundener Substanzen sehr stark unsicherheitsbehaftet [15].

Auch synergistische oder antagonistische Reaktionen, die sogenannte Mischungstoxizität, zwischen den in Umweltproben immer vorliegenden Mischungen von Einzelsubstanzen lassen sich kaum vorhersagen. Um die beiden Faktoren, Mischungstoxizität und Bioverfügbarkeit, in die Bewertung der Sedimentqualität einzubeziehen, wurde die klassische Erfassung von Sedimentkontaminanten durch chemische Analyse, um die Erfassung der von den Sedimenten ausgehenden Toxizität erweitert. Erfasst wurde die Sedimenttoxizität mittels standardisierter, ökotoxikologischer Bioteste. Hierbei werden Testorganismen gegenüber einer Umweltprobe exponiert und adverse Effekte auf den Organismus während und nach der Exposition gemessen [16]. Der Einsatz von Biotesten hat gegenüber der Erfassung von Effekten auf Lebensgemeinschaften im Freiland den Vorteil, dass aufgrund der standardisierten Bedingungen im Labor, rein schadstoffbedingte Effekte von solchen, die



**Bild 2:** Probenahmestellen entlang der Lahn zur Charakterisierung der Sedimentqualität

durch andere Faktoren ausgelöst werden, klarer getrennt werden können. Um eine realistische Gefährdungsabschätzung für das Schutzziel „aquatische Lebensgemeinschaft“ durch Sedimentkontaminationen mittels standardisierter Laborteste geben zu können, wird in der Regel eine Gruppe verschiedener Bioteste, eine sogenannte Testbatterie, zur Bewertung einer Sedimentprobe eingesetzt. Dies soll ermöglichen Effekte auf Organismen verschiedener trophischer Ebenen zu erfassen sowie unterschiedliche Expositionsrouten oder Sensitivitäten zu berücksichtigen, um somit eine realistische Gefährdungsabschätzung für einen Großteil der aquatischen Lebensgemeinschaft zu liefern.

Im Rahmen der Baggergutbewertung wird für die Sedimentqualitätsbewertung entsprechend der Vorgaben der „Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut aus Bundeswasserstraßen im Binnenland“ [17] eine Standardtestbatterie mit Organismen aus drei trophischen Ebenen verwendet: limnische Grünalgen (DIN 38412-33) für die Primärproduzenten, Leuchtbakterien (DIN EN ISO 11348-2) für die Destruenten und Bachflohkrebse (DIN 38412-30) für die Konsumenten. Bei diesen Testsystemen handelt es sich um aquatische Bioteste. Das heißt, die Testorganismen stehen nicht in direktem Sedimentkontakt sondern werden gegenüber der wässrigen Phase des Sedimentes (Porenwasser) oder eines Eluates der Sedimente exponiert. Diese Testung von Porenwasser oder Eluat soll die Exposition der Organismen gegenüber den frei gelösten Stoffen, welche den gut verfügbaren Anteil der Sedimentkontamination darstellen, simulieren. Um weiter wichtige Aspekte mit Einfluss auf die Bioverfügbarkeit der Kontaminanten, wie z.B. direkte Interaktionen zwischen Testorganismus und Sediment aber auch die physikochemischen Sedimenteigenschaften, in die Bewertung

der Sedimentqualität zu integrieren, wurden im Rahmen von „LiLa“ sogenannte Sedimentkontaktteste in die Bewertung aufgenommen. Hierbei stehen die Testorganismen in direktem Sedimentkontakt und spiegeln somit die auch im Feld vorkommende Interaktion zwischen Organismus und Sediment, mit allen möglichen Auswirkungen auf eine mögliche Toxizität der Sedimentkontamination, wider [18, 19, 20]. Im Rahmen dieser Studie wurden drei unterschiedliche Sedimentkontaktteste eingesetzt:

- der Myriophyllumtest (ISO 16191) mit dem pflanzlichen Organismus Tausendblatt, *Myriophyllum aquaticum*
- der Nematodentest (ISO 10872) mit dem tierischen Organismus Fadenwurm, *Caenorhabditis elegans* und
- der Bakterienkontakttest (ISO 18187) mit *Arthrobacter globiformis*.

Im Hinblick auf die Bewertung eines möglichen Einflusses der Sedimentkontamination bzw. des Einflusses partikulär gebundener Schadstoffe auf den chemischen Zustand bzw. den ökologischen Zustand/das ökologische Potenzial der Lahn wurden verschiedene organische und anorganische Schadstoffe mit bekannter Sedimentrelevanz auf ihre Konzentration in Lahnsedimenten untersucht. Analysiert wurden die Sedimente hinsichtlich ausgewählter sedimentrelevanter Schadstoffe und die für deren Bewertung grundlegenden physikochemischen Eigenschaften (**Tabelle 1**) durch verschiedene etablierte chemische Analysemethoden [19].

Eine Bewertung der Sedimentkontamination wird in der Regel auf Einzelstoffe bezogen vorgenommen. Dies kann durch Vergleich einer gemessenen Konzentration mit einem Grenzwert, wie z. B. die nach WRRL [1] in der OGewV [7] festgelegten UQN für Schwebstoffe, erfolgen. Da in der deutschen Gesetzgebung darüber hinaus

**Tabelle 1:** Sedimentparameter zur Bewertung der Sedimentqualität

Allgemeine Sedimentparameter	Organische Verbindungen	Metall(oid)e
Korngrößenverteilung	Mineralölkohlenwasserstoffe	Arsen
Trockenrückstand	PAK	Blei
TOC	PCB	Cadmium
$N_{ges}, S_{ges}$ im Feststoff	Organochlorpestizide	Chrom
pH-Wert	Organozinnverbindungen	Kupfer
Leitfähigkeit	PCDD/PCDF	Nickel
Temperatur	dl PCB	Quecksilber
Redoxpotential	PBDE	Zink
	Octyl- und Nonylphenole	

© BfG

aktuell keine Qualitätsziele für Sedimente definiert sind, existieren Ansätze zur Definition von Qualitätszielen auf Einzugsgebiets-ebene, wie z. B. die im Sedimentmanagementkonzept der IKSE [8] oder IKSR [9].

Für die Erstellung eines Sedimentmanagementkonzeptes wurde zunächst eine Liste von Schadstoffen erstellt, für die nationale und internationale Rechtsgrundlagen in Bezug zu sedimentrelevanten Schutzgütern (z. B. Boden) bestehen. Hieraus wurden jene Stoffe ausgewählt, die als persistent, toxisch, bioakkumulierbar und adsorptiv gelten und damit als Sedimentkontaminaten relevant sind. Eingeengt und in Beziehung zum Einzugsgebiet (z. B. der Elbe im Fall der IKSE) gesetzt, wurde diese Liste durch Auswahl jener Stoffe, deren erhöhtes Vorkommen bereits auf Grundlage einer Ist-Zustandskartierung bekannt war (z. B. IKSE [14]).

Die Auswahl der an der Lahn gemessenen Sedimentschadstoffe orientierte sich an der Auswahl der IKSE [14] und der IKSR [9]. Neben einer Bewertung der Sedimentkontamination im Abgleich zu Qualitätszielen für Einzelschadstoffe, kann diese auch durch Abgleich der Kontamination mit einer Referenzstelle im Einzugsgebiet durchgeführt werden. Eine Referenzstelle kann hier z. B., im Sinn der Baggergutbewertung [17], eine Stelle flussabwärts der zu bewertenden Stelle sein, an der das Sediment nach Remobilisierung wieder sedimentieren würde. Sind die Sedimente flussaufwärts höher belastet als die Referenzstelle würde hier eine Verschlechterung der Schadstoffsituation eintreten und dies wäre negativ zu bewerten. Als Referenzstelle kann auch eine Stelle an unbelasteten Zuflüssen sein, deren Kontamination als geogene Hintergrundbelastung angenommen werden kann. Im Fall der Lahn wurden Referenzstellen zur Bestimmung der Hintergrundkonzentration von Sedimentschadstoffen im Quellgebiet der Lahn bzw. ihrer Zuflüsse identifiziert und erfasst. Aufgrund von großen Unterschieden in der Textur der Sedimente an möglichen Referenzstellen und den Sedimenten der Lahn selbst, war ein Vergleich von Kontamination und ökotoxikologischen Effekten jedoch nicht möglich. Von einer Bewertung der Sedimente in der Lahn in Bezug auf die Hintergrundkonzentration an Referenzstellen musste daher abgesehen werden.

Durch einen Vergleich zwischen untersuchten chemischen Parametern und ökotoxikologischen Effekten soll eine Brücke zwischen Ursache, hier die chemischer Belastung, und Wirkung, in diesem Fall adverse Effekte auf die aquatischen Organismen, geschlagen werden. Gestützt wird diese Bewertung durch die Messung von Veränderungen der meiobenthischen Lebensgemeinschaft in Feinsedimenten. Mit besonderem Fokus auf Fadenwürmer, Nematoden, soll festgestellt werden, ob die Artenzusammensetzung dieser Gruppe durch Einfluss von Schadstoffen gestört ist. Fadenwürmer sind eine der arten- und individuenreichsten Gruppen der Welt und auch in Feinsedimenten oft die dominante Organismengruppe. Diese Bewertung basiert, wie für den Vergleich von Lebensgemeinschaften üblich, auf einem Index, hier dem Nema[%]SPEAR [21]. Das Maß der Veränderung ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen schadstofftoleranten und schadstoffsensitiven Nematodenarten. Nehmen die schadstoffsensitiven Arten an einem Standort relativ ab, so ist ein adverser Einfluss durch Schadstoffe zu erwarten.

Wichtig ist zu erwähnen, dass der Brückenschlag zwischen chemischer Belastung und Effekten auf Biota sehr schwierig ist. Wie bereits eingangs erwähnt, umfasst die Messung chemischer Parameter nur eine Auswahl von Schadstoffen und gibt keinen Aufschluss über deren Zusammenspiel. Die mittels Biotesten oder Index gewonnenen Erkenntnisse müssen daher nicht zwangsläufig Rückschlüsse auf eine gegenüber anderen Standorten höhere gemessene Kontamination bieten. Alle Ergebnisse müssen vielmehr als unterschiedliche Beweislinien gebündelt und in einer übergreifenden Risikoabschätzung interpretiert werden.

## Ausblick

Die gewonnenen Daten – erfasst in einem Sedimentkataster – werden zurzeit begutachtet und ausgewertet und dienen als Basis für die Erarbeitung eines Sedimentmanagementkonzeptes, sowie für ein maßnahmenbegleitendes Monitoring der Sedimentqualität. Ein genaues integratives Konzept zur Bewertung der Sediment-

qualität unter Einbeziehung von Sedimentkontamination, direkter Toxizität sowie der Veränderungen von Lebensgemeinschaften wird aktuell erarbeitet.

## Literatur

- [1] WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie - WRRL) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Oktober 2000 (ABl. L 327).
- [2] European Sediment Research Network (2004), Contaminated Sediments in European River Basins. Wim Salomons, Jos Brils, SedNet, (Hrsg.) Utrecht, Niederlande.
- [3] Ahlf W, Flemming H-C, Götz R, Hupfer M, Leuchs H, Lorch D, Petersen W, Remde A, Traunspurger W (2001): Sedimente als Lebensraum. In: Calmano W (Hrsg.), Untersuchung und Bewertung von Sedimenten: Ökotoxikologische und chemische Testmethoden. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 7 – 65.
- [4] Chapman PM (1990): The sediment quality triad approach to determining pollution-induced degradation. *Science of The Total Environment* 97–98, 815 – 825.
- [5] Heininger P, Pelzer J, Claus E, Pfitzner S (2003): Results of Long-term Sediment Quality Studies on the River Elbe. *Acta hydrochimica et hydrobiologica* 31, 356 – 367.
- [6] Heininger P, Keller I, Quick I, Schwartz R, Vollmer S (2015): Sediment Management on River-Basinscale: The River Elbe. In: Heininger P, Cullmann J (Editors), *Sediment Matters*. Springer International Publishing, Cham, pp. 201 – 247.
- [7] OGWV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Juni 2016.
- [8] IKSE (2014): Sedimentmanagementkonzept der IKSE-Vorschläge für eine gute Sedimentmanagementpraxis im Elbegebiet zur Erreichung überregionaler Handlungsziele. Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (Hrsg.), Magdeburg.
- [9] IKSR (2009): Sedimentmanagementplan Rhein- Abschlussbericht. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (Hrsg.), Koblenz.
- [10] HMUELV (2009): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen-Bewirtschaftungsplan 2009-2015. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), Wiesbaden.
- [11] HMUKLV (2015): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen-Bewirtschaftungsplan 2015-2021. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), Wiesbaden.
- [12] IKSR (2009): International koordinierter Bewirtschaftungsplan 2009 für die internationale Flussgebietseinheit Rhein (Teil A = übergeordneter Teil). Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (Hrsg.), Koblenz.
- [13] IKSR (2015): International koordinierter Bewirtschaftungsplan 2015 für die internationale Flussgebietseinheit Rhein (Teil A = übergeordneter Teil). Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (Hrsg.), Koblenz.
- [14] Brack, Werner; Ait-Aissa, Selim, Burgess, Robert M.; Busch, Wibke; Creusot, Nicolas; Di Paolo, Carolina; Escher, Beate I.; Mark Hewitt, L.; Hilscherova, Klara; Hollender, Juliane; Hollert, Henner; Jonker, Willem; Kool, Jeroen; Lamoree, Marja; Muschket, Matthias; Neumann, Steffen; Rostkowski, Pawel; Ruttkies, Christoph; Schollee, Jennifer; Schymanski, Emma L.; Schulze, Tobias; Seiler, Thomas-Benjamin; Tindall, Andrew J.; De Aragão Umbuzeiro, Gisela; Vrana, Branislav; Krauss, Martin (2016): Effect-directed analysis supporting monitoring of aquatic environments — An in-depth overview. *Science of The Total Environment* 544, 1073 – 1118.
- [15] Ahlf W, Hansen PD, Lorch D, Tippmann P, Traunspurger W, Weßler A (2001): Ökotoxikologische Testmethoden. In: Calmano W (Hrsg.), *Untersuchung und Bewertung von Sedimenten: Ökotoxikologische und chemische Testmethoden*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 149 – 266.
- [16] Krebs F. (1992): On the necessity of ecotoxicological assessments of aquatic sediments. *Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen* 36: 165 – 169.
- [17] HABAB-WSV (2017): Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut aus Bundeswasserstrassen im Binnenland, BMVI/BfG/GDWS, Bonn 2017.
- [18] Diepens NJ, Arts GHP, Brock TCM, Smidt H, Van Den Brink PJ, Van Den Heuvel-Greve MJ, Koelmans AA (2014): Sediment Toxicity Testing of Organic Chemicals in the Context of Prospective Risk Assessment: A Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 44, 255 – 302.
- [19] Feiler U, Hoss S, Ahlf W, Gilberg D, Hammers-Wirtz M, Hollert H, Meller M, Neumann-Hensel H, Ottermanns R, Seiler TB, Spira D, Heininger P (2013): Sediment contact tests as a tool for the assessment of sediment quality in German waters. *Environmental Toxicology and Chemistry* 32, 144 – 55.
- [20] Höss S, Ahlf W, Fahnenstich C, Gilberg D, Hollert H, Melbye K, Meller M, Hammers-Wirtz M, Heininger P, Neumann-Hensel H, Ottermanns R, Ratte HT, Seiler TB, Spira D, Weber J, Feiler U (2010): Variability of sediment-contact tests in freshwater sediments with low-level anthropogenic contamination – Determination of toxicity thresholds. *Environmental Pollution* 158, 2999 – 3010.
- [21] Höss S, Heininger P, Claus E, Möhlenkamp C, Brinke M, Traunspurger W (2017): Validating the NemaSPEAR[%]-index for assessing sediment quality regarding chemical-induced effects on benthic communities in rivers. *Ecological Indicators* 73, 52 – 60.

## Autoren

**Dr. Alexandra Brinke**

**Dipl.-Ing. Denise Spira**

**Dr. Ute Feiler**

Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat Biochemie,  
Ökotoxikologie (G3)

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

E-Mail: alexandra.brinke@bafg.de

E-Mail: spira@bafg.de

E-Mail: Feiler@bafg.de



SpringerProfessional.de

### Sedimentqualität



Detering, M.; Bolsenkötter, L.; Küppes, J.: Kosteneffizienter Umgang mit Sediment unter neuen Regelwerken. In: *Wasserwirtschaft*, Ausgabe 5/2019. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019.  
[www.springerprofessional.de/link/16693080](http://www.springerprofessional.de/link/16693080)

Habersack, H.; et al.: Internationale Aktivitäten in Zusammenhang mit Sedimentforschung und -management auf globaler, europäischer, regionaler und Einzugsgebietsebene. In: *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, Ausgabe 3-4/2019.  
Wien: Springer, 2019.  
[www.springerprofessional.de/link/16447754](http://www.springerprofessional.de/link/16447754)