

Erarbeitung von Klassifizierungsschemata für die Bewertung der Durchgängigkeit von Fließgewässern für Fische und Sedimente

Rita Keuneke, Monika Donner, Christoph Linnenweber

Zusammenfassung

Die Bestandsaufnahme zur Wasserrahmenrichtlinie hat gezeigt, dass wegen der engen Bindung der biologischen Komponenten an die Hydromorphologie, ein großer Teil der erforderlichen Maßnahmen zur Erreichung des guten Zustands auf die Verbesserung der Hauptkomponenten Morphologie, Durchgängigkeit und Wasserhaushalt zielen muss (LAWA 2014).

Für jede dieser drei Komponenten werden spezifische Klassifizierungsregeln benötigt. Aus diesem Grund ist die Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH, Aachen, von der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) mit dem Länderfinanzierungsprogramm (LFP) Projekt „Bewertung der Durchgängigkeit von Fließgewässern für Fische und Sediment“ beauftragt worden. Es sollen Regeln zur Klassifikation der Durchgängigkeit von Fließgewässern bestimmt werden, die einerseits als Grundlage zur Bewertung der Durchgängigkeit für die Bewirtschaftungsplanung und andererseits das Ausfüllen der „reporting sheets“ für die Berichterstattung an die EU geeignet sind. Das Klassifikationsschema soll für drei verschiedene räumliche Einheiten (Standort, Wasserkörper und Gewässersystem) jeweils für die Durchgängigkeit hinsichtlich des Fischaufstiegs, Fischabstiegs und der Sedimentdurchgängigkeit erstellt werden und jeweils eine Einteilung in fünf Stufen aufweisen.

Stichworte: Durchgängigkeit, Wasserrahmenrichtlinie, Bewertung, Klassifikation, Fischaufstieg, Fischabstieg, Sediment

1 Zielsetzung

Im Rahmen dieses Vorhabens sollen fachlich fundierte Bewertungsmethoden und Klassifizierungsschemata für jeden der drei Durchgängigkeitsaspekte Fischaufstieg, Fischabstieg und Sedimentdurchgängigkeit entwickelt werden. Die Bewertungsmethoden müssen geeignet sein, für die Gewässerbewirtschaftung relevante Belastungen zu identifizieren und geeignete Verbesserungsmaßnahmen ableiten zu können. Aus den Bewertungsmethoden wird jeweils eine zweckmäßig differenzierte Klassifikation für das Reporting abgeleitet. Dabei sollen die räumlichen Ebenen Standort, Wasserkörper und Gewässersystem betrachtet werden.

Wesentliche Grundlage ist zunächst jeweils eine Systemanalyse, welche die wesentlichen Funktionen und Wirkzusammenhänge aufzeigen soll.

2 Das Ökosystem Gewässer

Fließgewässerökosysteme werden natürlicherweise durch ein komplexes Wirkungsgefüge abiotischer und biotischer Faktoren beeinflusst, die direkt, indirekt oder in Kombination das Strukturinventar und die Lebensraumqualitäten eines Gewässers beeinflussen.

Zu nennen sind hier vor allem die geologischen Bedingungen wie Höhenlage und Gefälle, die Beschaffenheit der anstehenden Gesteine sowie die klimatischen Bedingungen wie die Niederschlagsverhältnisse, welche die Wasserführung, das Abflussverhalten und die hydrochemi-

schen Eigenschaften des Wassers bestimmen und damit das Bild der Gewässerlandschaften prägen (DWA 2014) und die Gewässerbiologie beeinflussen.

Die Strukturen der Fließgewässer wurden im Laufe der Geschichte durch mittelbare Eingriffe (z.B. Gewässerausbau, Landnutzung, Abflussregulierungen) und unmittelbare Eingriffe (z.B. Baggerung, Querbauwerke) anthropogen überformt.

In der Konsequenz treten flächendeckend Phänomene, wie beispielsweise strukturverarmte Fließgewässer, Tiefenerosion mit einhergehender Entkopplung von Fluss und Aue, nicht gewässertypspezifische bewegliche durch Sand geprägte Gewässersohlen, vergreiste und funktionslos gewordene Flussbettstrukturen oder Kolmatierungen der Gewässersohle auf.

Die Beeinträchtigung der Hydromorphologie ist daher einer der maßgeblichen Gründe für die Verfehlung der Ziele der EG-WRRRL. Neben der Morphologie und dem Wasserhaushalt kommt der Durchgängigkeit für die Aquafauna und das Sediment eine wesentliche Rolle zu.

2.1 Systemanalyse zur Fischdurchgängigkeit

Querbauwerke behindern oder verhindern die stromaufwärts gerichtete Wanderung von Fischen und aquatischen Wirbellosen, wenn die durch sie bedingten hydraulischen Verhältnisse und die Gestaltung des Gewässerbetts die physiologischen Fähigkeiten der aufwanderwilligen Organismen überschreiten. Insbesondere folgende Parameter sind für die Passierbarkeit von Querbauwerken entscheidend:

- Die Fische müssen entsprechend ihrem normalen Verhalten in der fließenden Welle wandern können.
- Die maximale Fließgeschwindigkeit an jedem Gefällesprung und die Energie, die zur Überwindung eines Wanderhindernisses insgesamt erforderlich ist, dürfen artspezifische Grenzwerte nicht überschreiten.
- Wirbellose benötigen eine ausreichend strukturierte, durchgehende raue Sohle.

Die Aufwanderung wird auch beeinträchtigt, wenn eventuell bestehende Wanderkorridore nicht oder nur mit erheblichem Zeit- bzw. Energieverlust aufgefunden werden können. Die Auffindbarkeit von Wanderkorridoren kann durch konkurrierende Strömungen (z. B. durch Gewässerverzweigungen wie die Mündung des Unterwasserkanals einer Wasserkraftanlage) oder durch kleinräumige Sackgassenwirkungen in Folge falsch platzierter Einstiege in Fischaufstiegsanlagen eingeschränkt werden.

Diadrome Arten sind in besonderem Maße von Einschränkungen der Aufstiegsmöglichkeiten betroffen, da bereits ein einziges stromaufwärts gelegenes unpassierbares Querbauwerk zum Erlöschen der Populationen führen kann.

Die stromabwärts gerichtete Wanderung aquatischer Organismen wird durch Querbauwerke und Wasserkraftanlagen nicht vollständig unterbunden und ist im Gegensatz zur Aufwanderung grundsätzlich auch ohne die Installation spezieller Fischwege möglich. Somit stellt sich vor allem die Frage, ob bzw. in welchem Umfang abwandernde Exemplare geschädigt oder getötet werden.

Die Gefährdung der aquatischen Fauna hängt vor allem von der Wahrscheinlichkeit ab, mit der abwandernde Exemplare in sie gefährdende Anlagenteile gelangen. Verletzungsrisiken werden durch die Dimension und die Konstruktionsweise des Querbauwerks, von einer ggf. betriebe-

nen Wasserkraftanlage und der zugehörigen Turbine bzw. von in Betrieb befindlichen Wasserrädern bestimmt.

Die Schadensraten kumulieren für abwandernde Fische, die in vielfach gestauten Gewässern mit Wasserkraftnutzung weite Strecken zurücklegen, da sich die Überlebensraten an den einzelnen Einzelstandorten über die gesamte Staukette multiplizieren. Dadurch nimmt die Gesamtüberlebensrate entlang des Gewässers ab.

Bei der Fischdurchgängigkeit ist daher der gesamte Lebensraum, insbesondere der potamodromen und diadromen Arten zu betrachten. Im Fall der Lachse beispielsweise alle Habitate und Wanderwege zwischen den Laichgebieten in den Bächen und dem Hauptlebensraum Meer. Generell ist für einen genetischen Austausch auch auf Verbindungsgewässer zwischen Lebensräumen und Gewässersystemen zu achten.

2.2 Systemanalyse zur Sedimentdurchgängigkeit

Für die Beschreibung der Sedimentdurchgängigkeit ist unabhängig von der Betrachtungsebene der Sedimenthaushalt bzw. der -transport mit der Morphologie zu erfassen.

Der Sedimenttransport im Einzugsgebiet wird geprägt von Niederschlags-Abflussprozessen und dem Sedimenteintrag ins Gewässer infolge Oberflächenerosion. Im Fließgewässer selbst findet der Sedimenttransport je nach Korngröße als Schwebstoff-, Geschiebe- oder Schwimmfrachttransport statt. Hervorgerufen wird der Transport aus der Interaktion des Abflussgeschehens mit dem anstehenden Sediment und der Gewässermorphologie. Diese Interaktion spiegelt sich in dem Fließwiderstand der Gewässersohle (u.a. Erosionswiderstand), der Menge und Art des Feststofftransports und morphologischen Veränderung wieder (ATV-DVWK 2003). Auch Vegetationen im und am Gewässer und anthropogene Eingriffe beeinflussen die morphologische Entwicklung des Gewässers und des Vorlandes. Daher sind zunächst die Prozesse innerhalb ganzer Gewässersysteme zu betrachten, um alle potenziellen Ursachen von Belastungen erkennen zu können.

Die Skalierung der Bewertungsverfahren für die EG-WRRL erfolgt anhand spezifischer Referenzen, die repräsentativ für den sehr guten ökologischen Zustand sind. Die typspezifische Differenzierung der Referenzen erfolgt vorrangig auf Basis der morphologischen und der fischbiologischen Typologien. Diese Typologien basieren auf dem heutigen potentiellen natürlichen Zustand.

Inwiefern Bauwerke auf die Hydromorphologie Einfluss nehmen und abiotische Parameter am Standort verändern, hängt maßgeblich von der Art des Bauwerks (Höhe des Bauwerks über der Gewässersohle in Relation zum Sohlgefälle) und dem morphologischen Gewässertyp ab. Je nach Bauwerkstyp kann sich im Oberwasser eine Rückstaustrücke (z.B. Wehre, Schwellen) oder eine Beschleunigungsstrecke (z.B. Absturz, Rampe) ausprägen. In beiden Fällen wird das natürliche Fließregime verändert und weist lokal gewässeruntypische Sediment- und Strukturverhältnisse auf. Die im Unterwasser auftretenden Fließwechsel, aber auch das Sedimentdefizit im Unterwasser von Bauwerken, können Erosionen hervorrufen. Folgende Veränderungen der Sedimentdurchgängigkeit können am Standort eines Querbauwerks auftreten:

- Veränderungen des Sedimenttransports durch Einschnürung, Aufweitung, Begradigung, Gefälleänderung

- Rückstau durch Schwellenhöhe: Sedimentation und Abnahme des Sedimenttransportvermögens
- Überdeckung der natürlichen Sohle mit unnatürlichem Substrat: Hemmung bzw. Unterbindung des Geschiebetransports
- Uferverbau, Böschungssicherungen: Hemmung oder Unterbindung der lateralen Sedimentdurchgängigkeit zwischen Fluss und Aue
- Unterbrechung oder Unterbindung der longitudinalen Sedimentdurchgängigkeit (z.B. Wehre, Durchlässe, Dämme)
- Bauwerkssteuerung: Schwall und Sunk führen zur Mobilisierung von Ufer- und Sohlsubstrat

3 Bestehende Methodenansätze zur Bewertung der Durchgängigkeit

3.1 Bewertung der Fischdurchgängigkeit in den Bundesländern

In den Bundesländern bestehen unterschiedliche Herangehensweisen zur Bewertung der Durchgängigkeit. In vielen Bundesländern ist bereits eine Priorisierung der Oberflächengewässer hinsichtlich der Dringlichkeit zur (Wieder-)Herstellung der Durchgängigkeit, vornehmlich für Fische, vorgenommen worden.

Einige Bundesländer haben außerdem eine Bewertung der Durchgängigkeit vorgenommen. Dies wird zum Teil anhand geometrischer Abmessungen durchgeführt oder auf Basis fischbiologischer Untersuchungen oder Experteneinschätzungen. In einigen Ländern weist diese Bewertung ein System mit drei Stufen auf, in anderen mit vier oder fünf. Die Bewertung bezieht sich in manchen Ländern auf die aufwärts gerichtete Durchgängigkeit, in anderen auf die aufwärts und abwärts gerichtete Durchgängigkeit für Fische.

In wenigen Ländern besteht ein sehr umfangreiches Bewertungssystem, das zu großen Teilen kompatibel mit dem von der LAWA angestrebten System von fünf Stufen und der Aufteilung zum einen in aufwärts und abwärts gerichtete Durchgängigkeit und Sedimentdurchgängigkeit und zum anderen in Standort, Wasserkörper und Gewässersystem ist.

3.2 Bewertung der Sedimentdurchgängigkeit

Um die Funktionsfähigkeit der Sedimentdurchgängigkeit zu bewerten, ist zunächst der potentiell natürliche Gewässerzustand aus hydromorphologischer Sicht zu beschreiben. Hierfür wird auf die morphologischen Gewässertypen von Briem (2003) zurückgegriffen.

Grundlagen für die Bewertung der Sedimentdurchgängigkeit bilden vor allem die vorliegenden Bewertungen in den Bundesländern aus der Gewässerstrukturgütekartierung (LAWA 2000, 1999). Für die Entwicklung einer erweiterten Bewertungsmethodik für die Sedimentdurchgängigkeit wurden verschiedene Methoden gesichtet: Der Ansatz nach Valmorph, IKSE 2014 und Quick et al. 2014 zur Durchgängigkeit umfasst eine Bewertung der Querbauwerke (Art und Absturzhöhe) am Standort und auf Ebene des Gewässersystems. Die Verfahren nach Pottgiesser et al. 2009, Harvey et al 2008 und Belletti et al. 2015 erfassen die Substratausprägung, das terrestrische und aquatische Raumentwicklungspotential, z.T. auch physikalische Indices (z.B. Strömungsenergie), Variabilität der Fließdynamik, lokale Vegetationsindices. Gurnell et al. 2014 bewerten die Durchgängigkeit über die Auswirkungen von Bauwerken je Fließgewässertyp anhand einer prozentualen Beeinträchtigung im Sedimenttransport, dem Transport von organischem Material und der Abflussmenge. Das DVWK AB WW 1.5 2003 liefert eine Bewertungsgrundlage für die Auswirkung natürlicher und künstlicher Querstrukturen, indem nicht nur

Zustände, sondern auch Wirkzusammenhänge wie veränderte Strömungsverhältnisse, Sedimentbedingungen bis zur veränderten Lebensgemeinschaften beschrieben werden. Das Verfahren zur morphologischen Entwicklungsfähigkeit nach Hugo et al. 2012 bewertet die „natürliche“ Entwicklungsfähigkeit und das „restriktiven“ Entwicklungspotenzial.

Auch wenn sich die Methoden auf unterschiedlichen Fragestellungen beziehen, lässt sich für die Sedimentdurchgängigkeit festhalten, dass das Raumentwicklungspotential vom Gewässerbett, über Böschung / Ufer und Aue bis in das Vorland für alle Betrachtungsebene relevant ist. Um Zustände und Prozesse zu erfassen, ist eine grundlegende Bewertung der Abflussdynamik und des Sedimenttransports erforderlich. Ein wichtiger Ausgangspunkt für die Bewertung der Sedimentdurchgängigkeit wird der morphologische und hydrologische Referenzzustand sein.

Die für die Methodenwahl verfügbaren Datengrundlagen in den Ländern werden derzeit noch geprüft. Sollten für einen Parameter keine Daten vorliegen oder Daten nur lückenhaft vorhanden sein, kann auch die Nutzung von vereinfachten Berechnungsansätzen wie z.B. Bodenabtragungsgleichungen, Sedimenttransportansätze, Sedimentationsansätze für das Vorland, die Minimum-Stream-Power Theorie oder die Regimetheorie indirekt zur Bewertung Sedimentdurchgängigkeit genutzt werden.

4 Ausblick

Im nächsten Arbeitsschritt werden aufbauend auf den erarbeiteten Grundlagen die Zieldefinitionen für den sehr guten Zustand hergeleitet. Die Definitionen sind für den Fischaufstieg, den Abstieg und die Sedimente und jeweils für die verschiedenen räumlichen Ebenen „Standort“, „Wasserkörper“ und „Gewässersystem“ zu erarbeiten. Auf Grundlage bestehender und neuer Methoden wird ein Bewertungsverfahren zur Klassifizierung entwickelt.

Um die Anwendbarkeit der Klassifizierungsschemata zu prüfen, werden im Rahmen einer Defizitanalyse konkrete Fließgewässerabschnitte mithilfe der neuen Schemata bewertet. Hierbei wird aufgrund der vorhandenen Datenlage das fachlich Notwendige mit dem derzeit Möglichen abgeglichen. Es werden ggf. Vorschläge zur Vereinfachung der Schemata oder zur zusätzlichen Datenerhebung durch die Länder unterbreitet.

Ziel des Vorhabens ist es geeignete und solide Klassifizierungsregeln für die Durchgängigkeit aufzustellen, die von allen Ländern für die Bewertung und das Ausfüllen der „reporting sheets“ angewandt werden können.

Literatur

- Belletti, B., Rinaldi, M., Buijse, A. D., Gurnell, A. M., Mosselman, E. (2015). A review of assessment methods for river hydromorphology. In: *Environ Earth Sciende*, 2015 - 73, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014, pp. 2079–2100.
- Briem, E. (2003). *Gewässerlandschaften der Bundesrepublik Deutschland*.
- DVWK AB WW-1.5 (2003). *Wehre und Staue an kleinen und mittelgroßen Fließgewässern - Grundlagen zu Strömung, Sedimenttransport und ökologischen Funktionen*, ATV-DVWK-Arbeitsgruppe WW-1.5 "Wasserbau und Flusslandschaft", Januar 2003

- DWA (Hrsg.) (2014). Merkblatt DWA-M 509 „Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung“, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., 335 Seiten.
- Gurnell, A.M., Bussetini, M., Camenen, B., González Del Tánago, M., Grabowski, R. C., Hendriks, D., Henshaw, A., Latapie, A., Rinaldi, M., Surian, N. (2014). A hierarchical multi-scale framework and indicators of hydromorphological processes and forms. Deliverable 2.1, Part 1, of REFORM (REstoring rivers FOR effective catchment Man-agement), a Collaborative project (large-scale integrating project) funded by the European Commission within the 7th Framework Programme under Grant Agreement 282656.
- Harvey, G. L., Gurnell, A. M., Clifford, N. J. (2008). Characterisation of river reaches: The influence of rock type. In: *Catena* 76, pp. 78–88.
- Herpertz, D., Schäfer, B., Esser, B. (2011). Ökologische Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen - Neue Wege nicht nur für Fische. *Wasser und Abfall* 3/2011: S. 10-13.
- Hugo, R., Kinsinger, R., Assmann, R. (2012). Ermittlung der morphologischen Entwicklungsfähigkeit der Fließgewässer Hessens, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Juni 2012.
- IKSE (2014). Sedimentmanagementkonzept der IKSE. Vorschläge für eine gute Sedimentmanagementpraxis im Elbegebiet zur Erreichung überregionaler Handlungsziele.
- LAWA (1999). Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Übersichtsverfahren. München.
- LAWA (2000). Gewässerstrukturgütebewertung in der Bundesrepublik Deutschland. Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer, Schwerin.
- LAWA (2014). Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.): "Klassifizierung des Wasserhaushalts von Einzugsgebieten und Wasserkörpern – Verfahrensempfehlung – a) Handlungsempfehlung". Dresden.
- Linnenweber, C. (2010). Die Bedeutung der Hydromorphologie, 13. Gewässermorphologisches Kolloquium, 27./28.10.2010, Koblenz
- Linnenweber, C. (2015). Ökologische Durchgängigkeit der Fließgewässer – Entwicklung von Bewertungsmethoden bei der LAWA. 4. Kolloquium – Forschung und Entwicklung zur Qualitätssicherung von Maßnahmen an Bundeswasserstraßen, 9./10.7.2014, Koblenz
- Pottgiesser, T., Kail, J., Mischke, U., Wolter, C., Rehfeld-Klein, M., Köhler, A., van de Weyer, K. (2009): Das gute ökologische Potenzial von Wasserstraßen- Methodisches Vorgehen eines maßnahmenorientierten Ansatzes. In: *Korrespondenz Wasserwirtschaft*, 2009 (2), Nr. 9.
- Quick, I., Jährling, K.-H., Vollmer, S., Anlanger, C., Fricke, D. (2014): Hydromorphologische Indikatoren als Zeiger für den Status des Sedimenthaushaltes der Elbe zwischen der deutsch-tschechischen Grenze und Geesthacht. In: *Fachbeiträge zum Sedimentmanagementkonzept Elbe. Schriftenreihe Mitteilungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde*, Koblenz. 30: S.75-140.

Anschrift der Verfasser

Dipl.-Ing. Rita Keuneke
Ingenieurbüro Floecksmühle GmbH
Bachstraße 62-64, D-52066 Aachen
rita.keuneke@floecksmuehle-fwt.de

Dr. Monika Donner
DHI-WASY GmbH, Niederlassung Syke
Max-Planck-Straße 6, D-28857 Syke
mod@dhi-wasy.de

Dipl.-Ing. Christoph Linnenweber
Obmann des LAWA-EK Hydromorphologie
Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Straße 7, D-55116 Mainz
christoph.linnenweber@ifu.rlp.de