

Jürgen GEIST und Joachim PANDER

Leitlinien einer erfolgreichen Gewässerrestaurierung

Die Restaurierung von Gewässerökosystemen gewinnt im Kontext der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie und des Biodiversitätsschutzes zunehmend an Bedeutung. Erfolgreiche Projekte zeichnen sich durch ein planvolles Vorgehen aus, das sieben Schritte beinhaltet: Definition der Schutzziele, Bestimmung des Status quo, Identifikation von Defiziten, Priorisierung und Entscheidung zu Renaturierungsmaßnahmen, deren Durchführung, gefolgt von einer Evaluierung mit adaptivem Management und der Kommunikation beziehungsweise Veröffentlichung der Ergebnisse. Ein systematisch-evidenzbasiertes Vorgehen bildet die Basis für eine objektive Bewertung von Restaurierungsprojekten. Gerade auch aus Projekten, bei denen die angestrebten Ziele nicht oder nur teilweise erreicht werden, können wichtige Lehren gezogen werden.

Intakte Gewässerlebensräume sind für den Erhalt der Biodiversität von entscheidender Bedeutung. Gerade in dicht besiedelten Regionen wie Mitteleuropa wurden Gewässer nach menschlichen Bedürfnissen umgeformt. Sie entsprechen heute nur in wenigen Fällen dem natürlichen Zustand. Flusskorrekturen mit Laufverkürzungen und Entkoppelungen der Gewässer von ihren Auen sind hierfür markante Beispiele. Diese Lebensraumveränderungen resultieren im Rückgang aquatischer Biodiversität und im hohen Anteil vieler Gewässerlebewesen auf den Roten Listen. Insbesondere Spezialisten, Wanderfische und Arten, die an nährstoffarme Fließgewässer mit intakter Kiessohle angepasst sind, gelten als besonders gefährdet. Auch Arten wie die heimischen Großmuscheln, die einen komplexen Entwicklungszyklus mit einer parasitären Phase an einem Wirtsfisch besitzen, sind rückläufig.

Im europäischen Gewässerschutz sollen die Strukturen, Funktionen und Ökosystemdienstleistungen von Gewässern durch Restaurierungen verbessert werden. Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie verfolgt das Ziel, bis spätestens 2027 einen „guten ökologischen Zustand“ beziehungsweise ein „gutes ökologisches Potenzial“ der Gewässer zu erreichen. Im Zuge der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie werden besonders bedeutsame Arten und Habitate über ein Verschlechterungsverbot geschützt. Ziel ist auch hier ein „guter Erhaltungszustand“ der Arten und Lebensräume. Beide Richtlinien greifen damit eng ineinander.

In vielerlei Hinsicht konnten im Gewässerschutz bereits wichtige Fortschritte erzielt werden: Durch

verbesserte Kläranlagentechnik und Ringkanalisationen wurden punktuelle Nährstoffeinträge und damit Eutrophierungsprozesse reduziert. Die Wasserqualität konnte so erheblich verbessert werden. Durch Rauchgasentschwefelung und schwefelfreie Kraftstoffe gelang es, das Problem der Versauerung weitestgehend in den Griff zu bekommen. Große Herausforderungen liegen derzeit vor allem in der bei Fließgewässern defizitären Gewässerstruktur, veränderten Abflussregimen, der Habitatfragmentierung und Verschlammung. Auch der Klimawandel und invasive Arten, die vielerorts zu neuartigen Lebensgemeinschaften führen, stellen den Gewässerschutz vor große Herausforderungen.

Im Gewässerschutz gilt ein einfacher Grundsatz: Erhaltung geht vor Restaurierung. Meist ist es deutlich kosteneffizienter und wirkungsvoller, intakte Habitate zu schützen, als degradierte Habitate zu restaurieren. „Schutz“ beziehungsweise „Erhaltung“ sind dabei keinesfalls statisch gemeint. Denn gerade Fließgewässer als dynamische Systeme erfordern in der Regel einen Prozessschutz, zum Beispiel den Erhalt natürlicher Abflussregime. Eine Restaurierung oder Renaturierung bemüht sich hingegen um die Wiederherstellung bestimmter Bedingungen. Dazu zählen Maßnahmen wie Strukturverbesserungen, Laufverlängerungen, Wiedervernetzungen mit der Aue oder auch die Wiederherstellung der fischökologischen Durchgängigkeit (Abbildung 1).

Häufig fehlt jedoch der Nachweis, inwieweit die umgesetzten Maßnahmen im Hinblick auf die Restaurierungsziele erfolgreich sind. Dadurch mangelt es an belastbaren Erfahrungswerten und es



Abbildung 1 Typische Beispiele für Maßnahmen zur Restaurierung von Fließgewässern: (A) Substratrestaurierung zur Förderung kiesliebender Fischarten, (B) Strukturverbesserung zur Erhöhung der Habitatdiversität, (C) Wiederherstellung der fischökologischen Durchgängigkeit, beispielsweise durch Umgehungsgewässer, (D) Einbringen von Totholz als Unterstand und Juvenilhabitat für Fische (Fotos: TUM-Aquatische Systembiologie).

wird die wichtige Chance vergeben, bei der Maßnahmenumsetzung nachzusteuern. Erfolgreiche Schutz- und Restaurierungskonzepte zeichnen sich daher durch ein systematisches und evidenzbasiertes Vorgehen aus (Abbildung 2). Es beinhaltet folgende sieben Schritte:

1. Definieren der Schutz-/ Restaurierungsziele

Auch wenn sich dieser erste Punkt banal anhört, so gibt es nicht wenige Restaurierungsprojekte, die es versäumen, vor Maßnahmenbeginn ein konkretes Leitbild als Ziel für die Restaurierung zu definieren. Generell sollten lang- und kurzfristige Ziele unterschieden und eine Zieldefinition auf unterschiedlichen Ebenen vorgenommen werden. Sollen Populationen, Arten, Lebensgemeinschaften oder bestimmte Ökosystemfunktionen wiederhergestellt werden? Je klarer die Zieldefinition, umso leichter die Erfolgskontrolle. Eine Zieldefinition beschränkt sich in der Regel nicht auf biologisch-ökologische Ziele, sondern schließt technische und sozioökonomische Aspekte (zum Beispiel Freizeit- und Erholungswert) mit ein.

2. Bestimmung des „Status quo“

Nach der Festlegung der Schutz- und Restaurierungsziele ist es unerlässlich, den Vorherzustand (Referenzzustand) zu erheben, da sich nur so der Effekt der Maßnahme bewerten lässt. Aus Gründen der Vergleichbarkeit, idealerweise einem sogenannten „Before-After-Control-Impact-Design“

(BACI-Design) folgend, muss ein Monitoring so angelegt sein, dass eine ähnliche und repräsentative Anzahl von Stellen zu unterschiedlichen Zeitpunkten vor und nach der Maßnahmendurchführung miteinander verglichen werden. Die aufzunehmenden Variablen (zum Beispiel physikochemische Bedingungen, Artenspektren, Populationsdichten, demografische Strukturen) richten sich nach den vorher formulierten Schutz- und Restaurierungszielen. Gerade im Fall stark degradierter Systeme kann es sinnvoll sein, zusätzlich auch intakte Referenzgewässer, die dem Leitbild entsprechen, bei der Beprobung mit einzubeziehen.

3. Identifikation von Defiziten

Durch den Vergleich des Ist-Zustands mit dem Referenzzustand können die wesentlichen Defizite identifiziert werden, die durch die Restaurierungsmaßnahme behoben werden sollen. Akute und punktuelle Probleme, wie die Verschmutzung durch Punktquellen, lassen sich meist leichter erfassen und beheben als diffuse und chronische Probleme wie der Eintrag von Feinsediment und die Kolmation der Gewässersohle. Oftmals beschränkt sich die Problemanalyse auf die jeweils im Fokus stehende Gewässerstrecke. Weit sinnvoller ist es, intakte Referenzgewässer oder -strecken einzubeziehen. Sofern Projekte auf konkrete Zielarten fokussiert sind, empfiehlt es sich, die Defizite in den einzelnen Stufen des Lebenszyklus differenziert zu betrachten.

4. Priorisierung und Entscheidung zu Maßnahmen

Gerade vor dem Hintergrund begrenzter Finanzierungsmöglichkeiten sollte stets eine Priorisierung möglicher Maßnahmen erfolgen, die auf Basis des vorhandenen Fachwissens (Literaturrecherche) erfolgt und bei der die Interessen der verschiedenen Akteure, Entscheidungsträger und Mittelgeber berücksichtigt werden. In diesem Stadium sollten zudem mögliche Zielkonflikte (zum Beispiel mehrere schützenswerte Arten mit unterschiedlichen Habitatansprüchen) identifiziert und bei der Priorisierung berücksichtigt werden. Neben der Planung der Zeitskala (Aktionsplan) ist es unerlässlich, klare Verantwortlichkeiten zu benennen, Risiken zu identifizieren und auf veränderte Rahmenbedingungen mit Alternativplanungen zu reagieren.

5. Durchführung der Maßnahmen

Der eigentlichen Maßnahmendurchführung wird meist die größte Bedeutung beigemessen und nicht wenige Restaurierungsprojekte beschränken sich nur darauf, ohne die unerlässlichen Schritte vor und nach der Maßnahme zu beachten. Bei der Maßnahmendurchführung gilt stets der Grund-

satz der Risikovermeidung und Risikostreuung. Bestimmte Maßnahmen, wie die Substratlockerung in Fließgewässern zur Laichplatzsanierung für kieslaichende Fischarten (Abbildung 1 A), können auch negative Effekte, zum Beispiel auf die unterhalb liegenden Bereiche, haben. Sinnvoll ist es, die Maßnahme zunächst zu erproben und in ihrer Wirkung zu untersuchen, bevor sie in größeren Bereichen des Gewässers zur Anwendung kommt.

6. Evaluierung und adaptives Management

Auf eine Evaluierung des Projektes kann in der Regel nur dann verzichtet werden, wenn entsprechende Maßnahmen im gleichen Gewässertyp bereits erfolgreich erprobt sind. Dies trifft derzeit jedoch nur auf sehr wenige Maßnahmen zu. Entscheidend für eine Evaluierung ist der Bezug auf die in Schritt 1 definierten Schutz- und Restaurierungsziele und der Vergleich mit dem Vorherzustand und/oder dem Referenzzustand (Schritt 2). In jedem Fall muss sich die Evaluierung an den Lebenszyklen der beteiligten Zielarten orientieren und eine mögliche Saisonalität mit einbeziehen. Neben biologisch-ökologischen Aspekten sollten auch bei der Evaluierung technische und sozioökonomische Faktoren (zum Beispiel Kosten-Nutzen-Effizienz, Annahme durch die Bevölkerung) berücksichtigt werden. Auf Basis der Evaluierung kann im Rahmen eines adaptiven Managements (Abbildung 2) nachjustiert werden, um den Erfolg der Maßnahme zu steigern. So kann beispielsweise nach einer Evaluierung mehrerer kleinräumig erprobter Alternativmaßnahmen die wirkungsvollste Restaurierungsoption für die großräumige Umsetzung identifiziert und angewendet werden.

7. Kommunikation, Austausch und Publikation

Je nach Projektart und -umfang bieten sich verschiedene Möglichkeiten zur Veröffentlichung und Diskussion der Ergebnisse an: Für die Wissenschaft steht meist die Publikation in internationalen Zeitschriften im Fokus, bei der die Ergebnisse vor Veröffentlichung in einem peer review-Prozess international begutachtet werden. Daneben gibt es eine Vielzahl deutschsprachiger Fachzeitschriften, die Veröffentlichung im Internet, als Projektbroschüre, die Vorstellung auf Tagungen und Workshops und vieles mehr. Die Kommunikation der Ergebnisse, gleich auf welchem Weg, ist dabei vor allem für zukünftige Projekte von entscheidender Bedeutung. Auch wenn verständlicherweise die Tendenz vorherrscht, Erfolge höher zu werten als Misserfolge, so sind beide Ergebnisse gleichermaßen bedeutend, um Restaurierungen in Zukunft effektiver zu

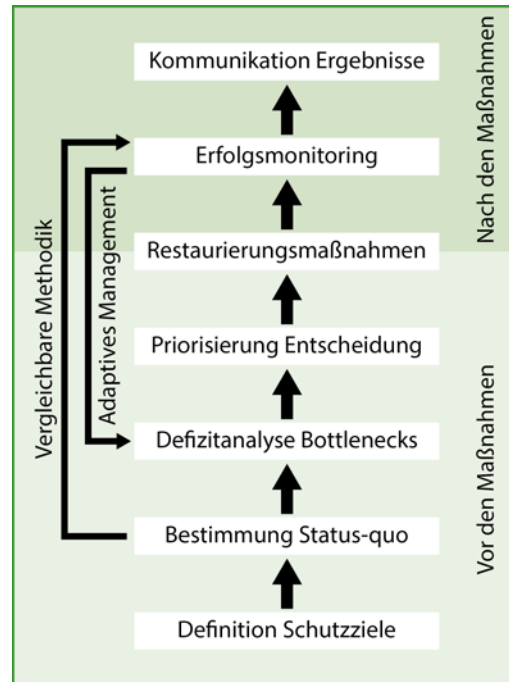


Abbildung 2
Sieben Schritte für ein systematisches Vorgehen bei Restaurierungsmaßnahmen.

gestalten. Gerade Aspekte, die nicht wie geplant funktioniert haben, sollten daher ebenfalls offen berichtet werden.

Trotz der bereits umfangreichen Investitionen in die Gewässerrestaurierung haben sich die gewünschten Erfolge einer Verbesserung des ökologischen Zustands gemäß Wasserrahmenrichtlinie vielerorts noch nicht eingestellt. Als Ursachen hierfür werden eine Überlagerung der Restaurierungseffekte durch andere Faktoren (Wasserchemie, Klimawandel, Neobiota, Prädation), zu kurze Zeiträume des Monitorings für eine abschließende Bewertung, Defizite in der Untersuchungsmethodik und ein unzureichender Kenntnisstand bezüglich der Wirkung durchgeführter Maßnahmen diskutiert. Diese Situation sollte keinesfalls dazu führen, weitere Anstrengungen zur Gewässerrestaurierung zu unterlassen. Vielmehr sollten durch ein systematisches evidenzbasiertes Vorgehen praktizierte Maßnahmen kritisch überprüft und die wirksamsten Maßnahmen identifiziert und umgesetzt werden. Das Argument, dass Maßnahmen immer individuell und einzelfallbezogen ausgestaltet werden müssen, greift dabei nur eingeschränkt. Zwar ist eine Anpassung an die jeweiligen lokalen Verhältnisse immer erforderlich, allerdings können durch übergeordnete Vergleiche und systematische Metastudien grundlegende Wirkungsweisen und Effektstärken der Maßnahmen ermittelt werden, die für die Einzelfallplanung wichtige Entscheidungshilfen liefern.

Weiterführende Literatur

vollständiges Verzeichnis siehe: www.fisch.wzw.tum.de

- AUERSWALD, K. & GEIST, J. (in press): Extent and causes of siltation in a headwater stream bed: catchment soil erosion is less important than internal stream processes. – *Land Degradation and Development*.
- GEIST, J. (2011): Integrative freshwater ecology and biodiversity conservation. – *Ecological Indicators* 11: 1507–1516.
- GEIST, J. (2014): Trends and Directions in Water Quality and Habitat Management in the Context of the European Water Framework Directive. – *Fisheries* 39: 219–220.
- GEIST, J. (2015): Seven steps towards improving freshwater conservation. – *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 25: 447–453.
- GEIST, J. & HAWKINS, S. J. (2016): Habitat recovery and restoration in aquatic ecosystems: Current progress and future challenges. – *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 26: 942–962.
- MUELLER, M., PANDER, J. & GEIST, J. (2013): Taxonomic sufficiency in freshwater ecosystems: effects of taxonomic resolution, functional traits, and data transformation. – *Freshwater Science* 32: 762–778.

- MUELLER, M., PANDER, J. & GEIST, J. (2014a): A new tool for assessment and monitoring of community and ecosystem change based on multivariate abundance data integration from different taxonomic groups. – *Environmental Systems Research* 3; 12: DOI: 10.1186/2193-2697-3-12.
- MUELLER, M., PANDER, J. & GEIST, J. (2014b): The ecological value of stream restoration measures: an evaluation on ecosystem and target species scale. – *Ecological Engineering* 62: 129–139.
- PANDER, J. & GEIST, J. (2010): Seasonal and spatial bank habitat use by fish in highly altered rivers – a comparison of four different restoration measures. – *Ecology of Freshwater Fish* 19: 127–138.
- PANDER, J. & GEIST, J. (2013): Ecological indicators for stream restoration success. – *Ecological Indicators* 30: 106–118.
- PANDER, J., MUELLER, M. & GEIST, J. (2013): Ecological functions of fish bypass channels in streams: migration corridor and habitat for reophilic species. – *River Research and Applications* 29: 441–450.
- PANDER, J., MUELLER, M. & GEIST, J. (2015): A comparison of four stream substratum restoration techniques concerning interstitial conditions and downstream effects. – *River Research and Applications* 31: 239–255.
- PANDER, J., MUELLER, M. & GEIST, J. (2015): Succession of fish diversity after reconnecting a large floodplain to the upper Danube River. – *Ecological Engineering* 75: 41–50.
- PANDER, J. & GEIST, J. (2016): Can fish habitat restoration for rheophilic species in highly modified rivers be sustainable in the long run? – *Ecological Engineering* 88: 28–38.
- PANDER, J., MUELLER, M., SACHER, M. & GEIST, J. (2016): The role of life history traits and habitat characteristics in the colonisation of a secondary floodplain by neobiota and indigenous macroinvertebrate species. – *Hydrobiologia* 772: 229–245.
- PANDER, J., MUELLER, M., KNOTT, J., EGG, L. & GEIST, J. (2017): Is it Worth the Money? The Functionality of Engineered Shallow Stream Banks as Habitat for Juvenile Fishes in Heavily Modified Water Bodies. – *River Research and Applications* 33: 63–72.

Autoren**Prof. Dr. Jürgen Geist,**

Jahrgang 1977.
Studium der Agrarwissenschaften/Agrarbiologie, Promotion in Ökologie und Genetik, Postdoktorand an der University of California, USA, Habilitation in Aquatischer Ökologie. Seit 2010 Ordinarius des Lehrstuhls für Aquatische Systembiologie der Technischen Universität München und Leiter der Limnologischen Station Iffeldorf.

Technische Universität München
+49 8161 713767
geist@tum.de

**Dr. Joachim Pander,**

Jahrgang 1968.
Studium der Landschaftsplanung, ab 1996 Büro Böhm und Pander Landschaftsarchitektur mit Schwerpunkt Fließgewässerentwicklung, Promotion im Bereich Fließgewässerrenaturierung. Seit 2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie der Technischen Universität München.

Technische Universität München
+49 8161 712169
joachim.pander@tum.de

**Zitiervorschlag**

GEIST, J. & PANDER, J. (2018): Leitlinien einer erfolgreichen Gewässerrestaurierung – ANLIEGEN NATUR 40(1): online preview, 4 p., Laufen; www.anl.bayern.de/publikationen.