Volker Lüderitz, Stefan Müller, Uta Langheinrich
Hochschule Magdeburg-Stendal (IWO),
Robert Jüpner, TU Kaiserslautern (FWW)

Erfolgskontrolluntersuchungen bei der Renaturierung von Fließgewässern am Beispiel der Ihle bei Magdeburg

1. Grundsätze, Ziele und Probleme bei der Gewässerrenaturierung
2. Erfolgskontrolle mit biologischen Methoden
3. Die Ihle – ein erfolgreiches Beispiel einer Renaturierung?

Renaturierung:

Rückkehr eines Ökosystems in einen Zustand, der dem vor der anthropogenen Störung vergleichbar ist ~ gemäß der EU-WRRL mindestens der Gute Ökologische Zustand

Source: NRC, 1992

Ansätze und Ziele der EU-WRRL

- Ganzheitliche Betrachtung von Grund- und Oberflächenwasser
- Zielerreichung eines guten ökologischen Zustandes aller Gewässer bis 2015
- Grenzübergreifendes Gewässermanagement in ihren Einzugsgebieten
- Kombinierter Emissions- und Immissionsansatz bei der Bewertung von Belastungen
- Transparenz von Plänen, Maßnahmen und Kosten

Warum ist Fließgewässerrenaturierung nötig?

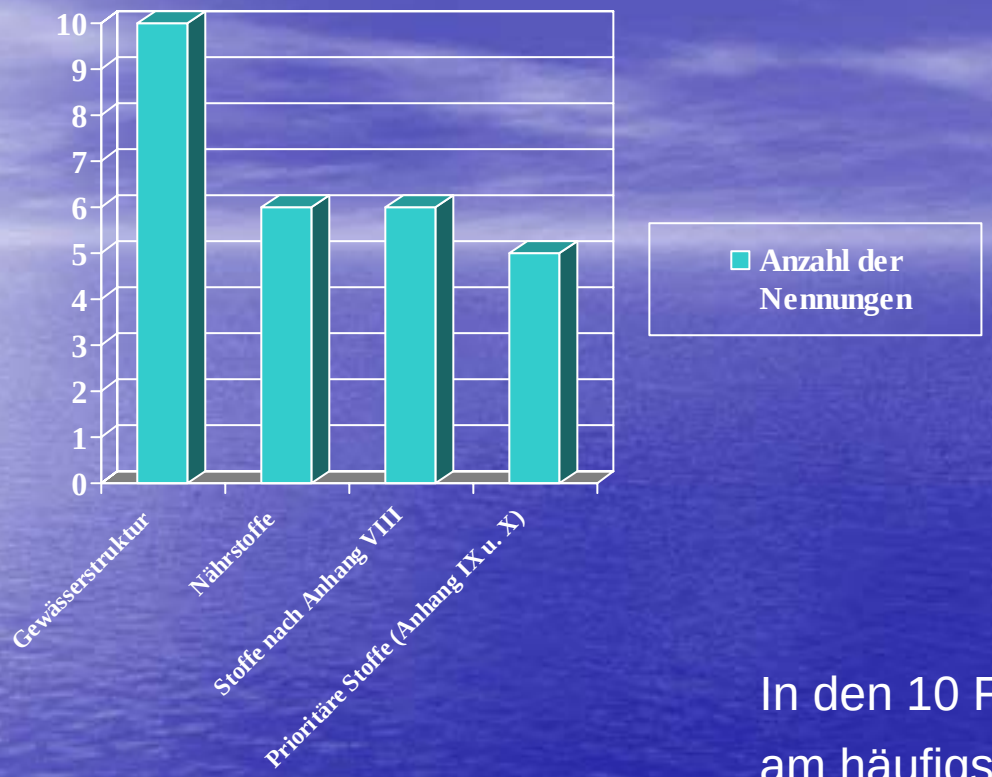
- Die meisten Bäche und Flüsse sind in einem sehr naturfernen Zustand!
- Der Ausbau von Fließgewässern erfolgte ohne Kenntnis oder in Ignoranz der ökologischen Folgen und der Folgen für den Landschaftswasserhaushalt.
- Ziel war fast immer eine bessere landwirtschaftliche und verkehrstechnische Nutzung.
- Folge war eine drastische biologische Verarmung der Gewässer, z. B. stehen 70 % der einheimischen Fischarten auf den Roten Listen.
- Ausgebaute Gewässer erhöhen die Abflussspitzen und damit die Hochwassergefahr und entwässern in Trockenzeiten die Landschaft übermäßig.
- Ausgebauten Gewässern fehlt das Selbstreinigungsvermögen.

Vorläufige Einstufung von Oberflächenwasserkörpern in Deutschland:

- 63 % Natürliche Gewässer
- 23 % Erheblich veränderte Gewässer
- 14 % Künstliche Gewässer

Wahrscheinlichkeit für die Zielerreichung nach EU-WRRL (% der Wasserkörper):

- 14 % wahrscheinlich
- 26 % unklar
- 60 % unwahrscheinlich



In den 10 Flussgebietsberichten am häufigsten genannte Ursachen für die Zielverfehlung von Oberflächengewässern (Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2004)

Gesetzliche Verpflichtung zur Renaturierung

- Das Wasserhaushaltsgesetz und das Landeswassergesetz fordern die Renaturierung von Bächen und Flüssen, sofern dem keine übergeordneten Interessen gegenüber stehen.
- Renaturierung kann im Rahmen der üblichen Unterhaltung und Pflege (sehr einfache und kostengünstige Möglichkeit) oder über sog. „Ausbau“ erfolgen, der ein amtliches Verfahren (Planfeststellung, Plangenehmigung) erfordert, realisiert werden

Klassifikation von Fließgewässern gemäß den Anforderungen der EU - WRRL (Braukmann et al. 2001, verändert)

Klasse	Ökologischer Zustand	EQR-Werte *	Farbe
V	Sehr guter Zustand	> 0,95 bis 1	blau
IV	Guter Zustand	> 0,8 bis 0,95	grün
III	Mäßiger Zustand	> 0,6 bis 0,8	gelb
II	Unbefriedigender Zustand	> 0,3 bis 0,6	orange
I	Schlechter Zustand	0 bis 0,3	rot

* EQR: Ecological Quality Ratio

Ziele der Fließgewässerentwicklung
(Miosga, 2002, verändert)

- Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit
- Verbesserung des Wasserrückhaltevermögens
- Erhaltung und Regeneration der gesamten ökologischen Funktionsfähigkeit (Biotopfunktion, Refugialfunktion, Selbstreinigungsleistung)
- Ermöglichung einer eigendynamischen Entwicklung durch Sicherung eines Korridors
- Unterstützung der natürlichen Entwicklung von Kleinbiotopen (Rauscheflächen, Stillwasserbereiche, Flachwasserzonen)
- Verbesserung der Nutzbarkeit für Fischerei und Tourismus

Typische Probleme und Fehler bei der Fließgewässerrenaturierung

- Die Länge der umgestalteten Strecke ist zu gering, um ökologisch wirksam zu werden.
- Die Umfeldnutzung verändert sich nicht, eine Eigendynamik wird nicht oder kaum zugelassen.
- Die Umgestaltung erfolgt nicht leitbildorientiert, sondern dekorativ mit zumeist viel zu hohem wasserbaulichen Aufwand.
- Die Unterhaltung erfolgt anschließend wie zuvor – zu häufig und zu intensiv.
- Eine wissenschaftliche Betreuung und Erfolgskontrolle erfolgt in den meisten Fällen nicht oder nur unzureichend, z. B. bei 40 derartigen Projekten des Bundes Naturschutz Bayern (BN) in nur acht Fällen.
- Deshalb: Etwa 80% der Renaturierungsmaßnahmen erreichen bisher ihre angestrebten Ziele nicht oder nur teilweise!

Qualitätssicherung und Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrenaturierungen – ein modularisierter Ansatz

- Eine aussagekräftige und handhabbare Methode der Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrenaturierungen muss sich auf relativ wenige Indizes (Metrics) stützen. Diese Indizes müssen sowohl eine spezifische Indikation unterschiedlicher Belastungen als auch eine ökologische Gesamtbewertung (ökologische Integrität) ermöglichen.
- Unser Ansatz nutzt 8 bzw. 9 Indizes, die zu 4 Modulen zusammengefasst werden.
- Das Modul Wasserqualität misst die organische Belastung mit dem neuen Saprobienindex. Die trophische Belastung (P, N) wird mit dem Makrophyten-Phytobenthos-Index gemessen.
- Das Modul Hydromorphologie wird aus dem Deutschen Fauna-Index (GFI) entsprechend der AQEM-Methode (Integrated assessment system for the ecological quality of streams and rivers throughout Europe using benthic invertebrates) und den Ergebnissen einer detaillierten hydromorphologischen Erfassung von 6 Haupt- und 27 Einzelparametern, die konkrete Defizite in der Gewässerstruktur aufzeigen, berechnet.

Bestimmung der Wasserqualität mit Makrophyten– Messung der trophischen Belastung

- Die Ökologische Qualitätsklasse (Makrophyten), EQC_{MP} misst die Belastung des Gewässers durch die Abweichung der Artenzusammensetzung sowie der Dominanzverhältnisse im Vergleich zu einer Referenzbiozönose; die Kalibrierung der Indikatoren erfolgt spezifisch für unterschiedliche Gewässertypen.
- Neben der trophischen Belastung zeigt dieses Indikationssystem z. T. auch die morphologische Degradation an.
- Diese Methode ist allerdings noch weiter zu spezifisieren und regional anzupassen.

Berechnung der ökologischen Zustandsklasse (Makrophyten) der Ihle 2007

1. Berechnung Referenzindex

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} - \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^{n_g} Q_{gi}} * 100$$

2. Skalierung 0-1

$$M_{MP} = \frac{(RI_{FG} + 100) * 0{,}5}{100}$$

3. Ökologische Zustandsklasse Gewässertyp TN

1: 1,00 - 0,50
2: < 0,50 - 0,25
3: < 0,25 - 0,15
4 und 5: < 0,15 - 0,00

Taxa	Artengruppe (TN)	Ihle 1	Ihle 2	Ihle 3	Ihle 4
Veronica anagallis-aquatica	A	1	0	0	0
Berula erecta	A	27	27	16	8
Callitriche hamulata	A	27	27	0	0
Glyceria fluitans	B	8	27	9	0
Glyceria maxima	B	64	27	9	64
Mentha aquatica	B	27	64	16	0
Myosotis palustris	B	8	8	0	0
Phalaris arundinacea	B	27	27	0	0
Ranunculus fluitans	B	8	8	0	0
Sparganium emersum	C	27	27	0	0
Summe Q_A		55	54	16	8
Summe Q_C		27	27	0	0
Summe Q_{gesamt}		224	242	50	72
RI		12,5	11,16	32	11,1
M_{MP}		0,56	0,56	0,66	0,56
$ÖZK_{MP}$		1	1	1	1

Berula erecta (A)

Callitriche hamulata (A)

Ceratophyllum demersum (B)

Chara hispida (A)

Potamogeton polygonifolius (A)

Potamogeton filiformis (B)

Ranunculus fluitans (B)

Sagittaria sagittifolia (A)

Gewässerbewertung mit Makroinvertebraten

- Die meisten Spezies aus der sehr artenreichen Gruppe der Makroinvertebraten stellen spezifische Anforderungen an die Umweltqualität.
- Deshalb ermöglichen diese Organismen die Quantifizierung unterschiedlicher Belastungen und die Bewertung der Gewässerqualität mit Hilfe von verschiedenen Indikationsmethoden.
- Die organische Belastung wird durch den Saprobienindex und den Rhitron-Ernährungstypen-Index gemessen.
- Die morphologische Degradation wird mit dem Rheo-Index und dem Deutschen Fauna-Index bestimmt.
- Die Gesamtbelastung gibt der Multimetrische Index (Ecological Quality Index) an.
- Die Naturnähe und die Schutzwürdigkeit Renkonen‘sche Zahl, den Diversitäts-Index und den Naturschutz-Index (Conservation Index) ermittelt.

Deutscher Fauna-Index (German Fauna Index, GFI)

Der GFI ist ein biologisches Bewertungsverfahren für die hydromorphologische Qualität eines Gewässerabschnittes. Es basiert auf dem Vorkommen von Taxa, die gegenüber bestimmten morphologischen Besonderheiten (z. B. Sohlsubstrat, Totholz und Uferverbau (Pauls et al. 2002, Lorenz et al. 2004) sensibel bzw. unempfindlich sind.
Arten, die v. a. an naturnahe morphologische Strukturen gebunden sind, erhalten den Wert +2, solche mit einem bevorzugten Vorkommen in morphologisch degradierten Gewässern den Wert -2.

$$GFI = \frac{\sum_{i}^{N} SC_i \times a_i}{\sum_{i}^{N} a_i}$$

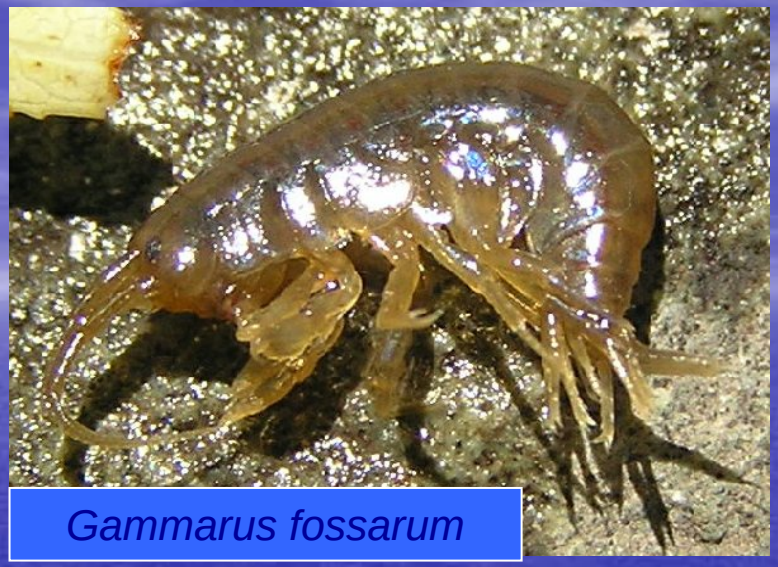
i = Indikator-Taxa
N = Gesamtzahl der Indikator-Taxa
SC_i = Indikator-Wert von Taxon i
a_i = Abunzdanzklasse von Taxon i

Im Unterschied zum Saprobienindex unterscheidet sich der Indikatorwert (SC_i) für die einzelenen Arten von Gewässertyp zu Gewässertyp. Das Vorkommen ein und derselben Art in unterschiedlichen Gewässern kann also einen unterschiedlichen Grad der Naturnähe bzw. der morphologischen Störung anzeigen.

GFI-Indikationswerte (sc_i) von Arten in unterschiedlichen Gewässertypen (ST)

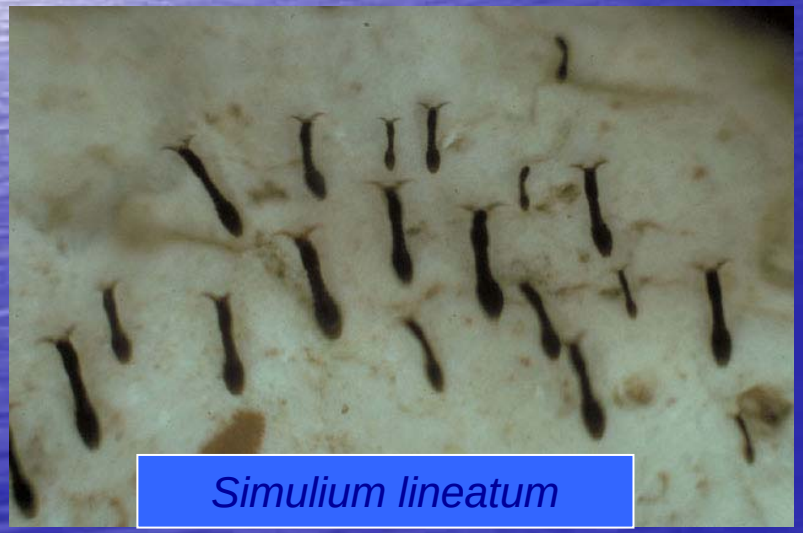
Haliplus sp.

ST 14: **1** 11: **0** 15: **-1** 5: **0** 9: **-2**



Gammarus fossarum

ST 14: **1** 11: **-1** 15: **0** 5: **1** 9: **2**



Simulium lineatum

ST 14: **-2** 11: **0** 15: **2** 5: **0** 9: **0**

Heptagenia sulphurea

ST 14: **1** 11: **-1** 15: **1** 5: **0** 9: **1**

Weitere Module.....

- Naturnähe als 3. Modul nimmt den Multimetrischen Index EQI_M (AQEM) und die Renkonen‘sche Zahl als Grad der Übereinstimmung zwischen dem Vorkommen von Leitarten in dem umgestalteten Abschnitt und in den Referenzgewässern auf. Zusätzlich geht die fischbasierte Bewertung in das dritte Modul ein.
- Das Modul Diversität/ Schutzwürdigkeit wird durch den Diversitäts-Index (Shannon / Wiener) und den Naturschutz-Index (Kaule), der das Vorkommen bedrohter Tier- und Pflanzenarten wertet, gebildet.

Multimetrischer Index EQI_M (Ecological Quality Index using benthic Macroinvertebrates)

Der EQI_M ist ein Maß der Ökologischen Integrität. Er nutzt verschiedene Metriks (funktionale Gilden, empfindliche / tolerante Taxa, Diversitätsindex, etc.) und stellt so eine ausgewogene Methode zur Messung des Einflusses der morphologischen wie der generellen Degradation auf Basis der Makroinvertebraten-Lebensgemeinschaften dar. Für den Gewässertyp 14 enthält der Index den GFI sowie den prozentualen Anteil von

- Detritusfressern
- Rheophile Organismen
- Arten des Lithal
- Arten des Pelal
- Plecoptera (Steinfliegen).

Die Berechnung des EQI_M wird folgendermaßen durchgeführt: Entsprechend der Klassengrenzen erhält jeder Metric zwischen 1 und 5 Punkten (1: schlecht, 5: sehr gut). Über die Punktzahlen wird der Durchschnitt gebildet ; der GFI wird dabei mit einem Faktor n gewichtet (für Gewässertyp 14: n= 5).

$$EQI_M = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Wert \quad Metric_i\right) + n \cdot Wert \quad GFI}{2n}$$

EQI_M: Ecological Quality Index (Makroinvertebraten)
GFI: German Fauna Index
n: Anzahl der Metrics

Das Ergebnis der Berechnung ist ein Wert zwischen 1 und 5:

Klasse 5: sehr gut / Klasse 4: gut / Klasse 3: mäßig / Klasse 2: unbefriedigend / Klasse1: schlecht

Fischbasiertes Bewertungsverfahren für Fließgewässer

Die Bewertung erfolgt anhand von sechs fischökologischen Qualitätsmerkmalen:

- Arten- und Gildeninventar (mit 6 bzw. 10 Parametern)
- Arten- und Gildenabundanz (mit drei Parametern)
- Altersstruktur (ein Parameter)
- Migration (ein Parameter)
- Fischregion (ein Parameter)
- Dominante Arten (zwei bzw. ein Parameter)

Fischökologisches Leitbild für Bäche im Westfläming

a) Leitarten

- Bachforelle (25 %)
- Dreistachliger Stichling (10 %)
- Schmerle (8 %)
- Steinbeißer (8 %)
- Hasel (6 %)
- Elritze (6 %)
- Bachneunauge (6 %)
- Gründling (6 %)
- Flussbarsch (5 %)

b) Typenspezifische Arten

- Quappe (3 %)
- Aal (3 %)
- Hecht (1,5 %)
- Plötze (1,5 %)
- Ukelei (1%)

Bei der Befischung der Ihle im Juli 2007…

Eichung der Module und Indizes zur Bewertung des Erfolges von Fließgewässerrenaturierungen

	Index	Note	Klassengrenzen		
Modul			FG-Typ 5	FG-Typ 12	FG-Typ 14
Wassergüte	Saprobienindex	5	< 1,4	< 1,75	< 1,7
		4	< 1,95	< 2,30	< 2,2
		3	< 2,65	< 2,90	< 2,8
		2	< 3,35	< 3,45	< 3,4
		1	>= 3,35	>= 3,45	>= 3,4
	Trophieindex	5	1	1	1
		4	2	2	2
		3	3	3	3
		2	4	4	4
		1	5	5	5
	Versauerung	5	1	entfällt	entfällt
		4	2		
		3	3		
		2	4		
		1	5		
Gewässerstruktur	Gewässerstruktur	5	< 1,75	< 1,75	< 1,75
		4	< 2,85	< 2,85	< 2,85
		3	< 3,95	< 3,95	< 3,95
		2	< 5,35	< 5,35	< 5,35
		1	>= 5,35	>= 5,35	>= 5,35
	Deutscher Fauna-Index (GFI)	5	1,6...1	1,5...1,2	1,3...0,82
		4	1... 0,4	1,2...0,75	0,82...0,7
		3	0,4...–0,2	0,75...0	0,7...0,1
		2	–0,2...–0,8	0...–0,9	0,1...–0,62
		1	–0,8...–1,4	–0,9...–1,5	–0,62...–1,1

	Index	Note	Klassengrenzen		
Modul			FG-Typ 5	FG-Typ 12	FG-Typ 14
Naturnähe	Multimetrischer Index (AQEM)	5	5	5	5
		4	4	4	4
		3	3	3	3
		2	2	2	2
		1	1	1	1
	Renkonensche Zahl	5	>= 0,4	>= 0,4	>= 0,4
		4	> 0,3	> 0,3	> 0,3
		3	> 0,2	> 0,2	> 0,2
		2	> 0,1	> 0,1	> 0,1
		1	<= 0,1	<= 0,1	<= 0,1
Diversität / Schutzwürdigkeit	Shannon-Wiener Index	5	>=3,5	>=3,5	>=3,5
		4	> 3	> 3	> 3
		3	> 2	> 2	> 2
		2	> 1	> 1	> 1
		1	<= 1	<= 1	<= 1
	Naturschutzindex	5	9	9	9
		4	>=7	>=7	>=7
		3	6	6	6
		2	5	5	5
		1	< 5	< 5	< 5

Typ 5: grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach

Typ 12: organisch geprägter Fluss

Typ 14: sandgeprägter Tieflandsbach

Das Projekt: Revitalisierung der Ihle bei Magdeburg

- Ein begradigter und eingetiefter Abschnitt der Ihle (Typ 14-Gewässer) wurde im Rahmen einer Ausgleichsmaßnahme über eine Länge von 1600 m aus der Talrandlage in die Mitte ihres Überschwemmungsgebietes zurückverlegt; Ziel war die Ermöglichung einer eigendynamischen Entwicklung.

Fehler:

- Monotone Linienführung, schwach gekrümmter Verlauf,
- zu große Profiltiefe,
- breite Ausbauquerschnitte und
- verringerte ökologische Durchgängigkeit durch zu steile Sohlrampe, erheblicher Rückstau.

Ansichten des umgestalteten Abschnittes der Ihle

Übermäßige Eintiefung

Rückstau an Furt

Steile Sohlrampe

Abschnitt mit
überhöhter Profiltiefe

Maßnahmen zur Fehlerkorrektur und Aufwertung der Renaturierung:

- Neues Gewässerbett durch Nutzung noch bestehender Altläufe; Sohlerhöhung mit kiesigem Substrat
- Steile Sohlrampe (1:12) > flache Sohlgleite (1:30)
- Vertiefung der Furten zur Vermeidung von Rückstau
- Neue Grundschwellen verhindern rückschreitende Tiefenersosion
- Einbringung von Totholz verstärkt Eigendynamik des Gewässers und führt zu biotopbildenden Längs- und Querstrukturen

Sohlgleite (Ihle bei Grabow)

Beginnende Eigendynamik durch Totholzeinbau

Renaturierter Ihle-Lauf im Juli 2007

Effekte der Aufwertungsmaßnahmen:

Die Auslösung der Eigendynamik durch Einbau von Totholz und Steinen führte

- zum Beginn des Mäandrierens,
- zur Erhöhung der Strömungs- und Substratdiversität und damit zur Verbesserung der gesamten Hydromorphologie,
- zu einer verbesserten Besiedelung mit Makroinvertebraten und Makrophyten, besonders mit Leitarten dieses Gewässertyps und
- zur Ausprägung als Tiefland-Forellenbach.

Bewertung der Ihle-Renaturierung mit dem modularisierten Ansatz von 2002 bis 2007

Module	Gewässerabschnitt									
	Abschnitt 1					Abschnitt 4				
Jahr	2002	2003	2004	2005	2007	2002	2003	2004	2005	2007
Wasserqualität	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Hydromorphologie	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Naturnähe	3,5	3,5	3,5	4,0	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Diversität / Schutzwürdigkeit	4,0	4,5	5,0	5,0	5,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Gesamtbewertung	3,5	4,0	4,0	4,5	>4,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

5 = Sehr guter Zustand, 4 = Guter Zustand, 3 = Mäßiger Zustand, 4 = unbefriedigender Zustand
Abschnitt 1: Renaturierter Bereich mit beginnender Eigendynamik
Abschnitt 4: Begradigt, mit Rückstau, jährlich unterhalten

Einige MI-Indikatorarten für erfolgreiche Renaturierung

Gruppe	Art	Grad der Gefährdung nach RL S-A, Europ. Schutzstatus
Odonata	*Calopteryx virgo*	RL 2
	Coenagrion mercuriale	RL 1; Anhang II FFH
	Gomphus vulgatissimus	RL 2
	Ophiogomphus cecilia	RL 2; Anhang II FFH
Plecoptera	*Perlodes dispar*	RL 2
	Taeniopteryx nebulosa	RL 3
Trichoptera	*Athripsodes bilineatus*	RL 2
	Hydatophylax infumatus	RL 3
	Hydropsyche saxonia	
	Lasiocephala basalis	RL 2
	Lithax obscurus	RL 2
	Potamophylax luctuosus	RL 2
	Rhyacophila fasciata	
	Sericostoma personatum	

Ophiogomphus serpentinus (oben), *Gomphus vulgatissimus* (unten, beide Odonata)

Coenagrion mercuriale (Odonata)

Perlodes dispar (Plecoptera)

Ergebnisse der fischbasierten Bewertung:

- Für eine streng an den Vorgaben des fischbasierten Bewertungsverfahrens (FIBS) orientierte Vorgehensweise war die ermittelte Individuenzahl von 493 Fischen zu gering, die Bewertung erfolgte somit durch den direkten Vergleich mit dem Leitbild.
- Die Individuendichte ist in den renaturierten Abschnitten um das 3,2fache höher als in den nicht renaturierten.
- In den renaturierten Abschnitten kommen die Dominanzverhältnisse der Arten denen des Leitbildes nah, in den anderen nicht.
- Der mit fast 25% hohe Anteil einsömmriger Individuen an der Forellenpopulation der Renaturierungsstrecke zeigt, dass das fischökologische Ziel der Maßnahme, die „Aufwertung als Forellenbach“, erreicht wurde.
- Allerdings fehlen mit Quappe, Elritze, Steinbeißer und Bachneunauge Leitarten - höchstwahrscheinlich wegen der im Unterlauf fehlenden ökologischen Durchgängigkeit.

Vorteile und Möglichkeiten des Bewertungssystems – weitere Aufgaben und Herausforderungen

Vorteile und Möglichkeiten:

- Berücksichtigung von biotischen und abiotischen Faktoren
- Verwendung der relevantesten Organismengruppen
- Quantifizierung der wichtigsten Belastungen, der Naturnähe und des Naturschutzwertes
- Prinzipiell anwendbar auf alle Fluss- und Bachtypen in Mitteleuropa
- Empfindlich schon bei geringen Veränderungen und Entwicklungen

Aufgaben und Herausforderungen:

- Eichung für verschiedene Fließgewässertypen in Deutschland und Europa
- Evaluierung an größeren Projekten und Datensätzen
- Weitere Publikation und Verbreitung der Methode, Werben um Akzeptanz
- Untersuchung der Nutzbarkeit des Ansatzes auf anderen Kontinenten