



Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – RIVA / TRIENT

LEITBILDER UND MASSNAHMENSZENARIEN FÜR EINE NACHHALTIGE ENTWICKLUNG VON FLUSSLANDSCHAFTEN VOR DEM HINTERGRUND DER EU-WRRL: FALLSTUDIE MÖLL (KÄRNTEN/ ÖSTERREICH)

GUIDING VISIONS (“LEITBILDER”) AND RESTAURATION SCENARIOS FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RIVER LANDSCAPES UNDER THE EU - WATER FRAMEWORK DIRECTIVE: CASE STUDY RIVER MÖLL (CARINTHIA/ AUSTRIA)

Muhar Susanne¹, Egger Gregory², Schmutz Stefan¹, Preis Sabine¹, Petutschnig Jürgen²,
Angermann Karoline² & Moser Markus²

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen eines Forschungsprojektes des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur wurden - in Kooperation mit dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft - modellhaft Entwicklungsszenarien für die Revitalisierung der stark beeinträchtigten Möll/ Kärnten erarbeitet.

Den rechtlichen Hintergrund für diese Studie bildete die EU-Wasserrahmenrichtlinie, deren Ziel es ist, zukünftig den guten ökologischen Zustand an Fließgewässern unter optimierten ökonomischen Bedingungen zu erreichen.

Am Fallbeispiel Möll wurden Leitbild („sehr guter ökologischer Zustand“) und Zielzustand („guter ökologischer Zustand“) anhand der Fachbereiche Hydromorphologie, Vegetationsökologie und Fischökologie beschrieben. Die leitbildbezogene Bewertung anhand einer 5-stufigen Skala weist die aktuelle Situation der Möll als „mäßig“ bis „unbefriedigend“ aus. Die Entwicklung von insgesamt neun Maßnahmenzenarien zielt auf die Verbesserung der hydromorphologischen und in der Folge biozönotischen Verhältnisse ab. Allerdings ist nur durch ein integratives Maßnahmenprogramm (Kombination von Dotation der Totalausleitungsstrecken, umfassenden Rückbaumaßnahmen am Fluss, Spülungsmanagement und Schwalldämpfung) der geforderte gute ökologische Zustand zu erreichen, wobei die Schwalldämpfung mittels eines Schwallausleitungskraftwerks (Szenario 9b) die Gesamtkosten des Maßnahmenzenarios erheblich senken und damit ein deutlich günstigeres Kosten-Wirksamkeitsverhältnis erzielen würde.

Key words: Flusslandschaft, Evaluierung, Revitalisierung, Leitbild, Wasserrahmenrichtlinie

¹ Institut für Hydrobiologie & Gewässermanagement; Abteilung Wasser, Atmosphäre, Umwelt; BOKU – Universität für Bodenkultur; Max Emanuel Strasse 17, A – 1180 Wien; Austria

² Institut für Ökologie und Umweltplanung; Bahnhofstraße 39/2; A – 9020 Klagenfurt; Austria

ABSTRACT

This contribution is based on a study within the framework of the Austrian Landscape Research Program. It documents the development of restoration scenarios for the river Möll, a highly impacted river in Carinthia.

The EU Water Framework Directive provides a regulatory framework with the obligation to ensure “good status” for all water bodies. All necessary measures are to be developed and implemented in an economic manner.

Using the alpine river Möll as a model, the “Leitbild” (“high ecological status”) as well as the target for restoration (“good ecological status”) was defined by aspects of hydromorphology, vegetation ecology and fish ecology. The present status of the Möll river is evaluated as class three to four (“moderate” to “poor”). Nine different restoration scenarios have been developed. In order to achieve good status, an integrative restoration program is necessary, combining the increase of discharge, extensive morphological habitat improvement, management of reservoir flushing as well as the dampening of hydropeaking, whereby the construction of a new power plant to mitigate hydropeaking shows the best cost-effectiveness.

Key words: river landscape, evaluation, restoration, Leitbild, Water Framework Directive

EINLEITUNG/ AUFGABENSTELLUNG

Im Rahmen eines Forschungsprojektes des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur wurden - in Kooperation mit dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft - modellhaft Entwicklungsszenarien für die Verbesserung des anthropogen stark beeinträchtigten Möllflusses ausgearbeitet.

Hintergrund dafür bildete die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), die bis 2015 (inkl. weiterer max. 12 Jahre) die Erreichung des „guten Zustand“ als Zielvorgabe definiert. Gefordert ist ein integratives Maßnahmenprogramm, das auf die Verbesserung des Fließgewässer-Ökosystems unter Berücksichtigung der menschlichen Nutzungsansprüche ausgerichtet ist. Zudem sind ökonomische Verfahren einzusetzen, um die Maßnahmen auch in Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit zu evaluieren und zu optimieren.

In Österreich wurden in den letzten Jahren zahlreiche methodische Studien zur Bewertung der ökologischen Funktionsfähigkeit als Basis für entsprechend umfassende Restaurationsmaßnahmen entwickelt (Muhar et al., 2000, Chovanec et al., 2000, Schmutz et al., 2000). Ökologische Bewertungsverfahren und Maßnahmenentwicklungen in Kombination mit der Beurteilung ökonomischer Aspekte liegen in Österreich bislang nicht vor.

Aufgabe dieser Arbeit war es daher, anhand eines Fallbeispiels eine integrative Bewertung von Maßnahmenzenarien modellhaft durchzuspielen und Lösungsansätze zu entwickeln.

UNTERSUCHUNGSGEBIET/ BESTEHENDE EINGRIFFE UND NUTZUNGEN AN DER MÖLL

Das Untersuchungsgebiet umfasst den gesamten, rd. 90 km langen Möllverlauf inklusive des ursprünglich flussgeprägten Umlandes („potentielles Auenniveau“).

Die Morphologie des Fluss-Systems war einst durch ausgedehnte Furkationsbereiche geprägt. Heute weist die Möll aufgrund von Hochwasserschutzmaßnahmen ein über weite Strecken begradigtes und stabilisiertes Flussbett auf, das kaum mehr durch Umlagerungsvorgänge gekennzeichnet ist (PETUTSCHNIG et al., 1998).

Zudem wird die Möll energiewirtschaftlich intensiv genutzt und durch Stauhaltungen, Schwellbetriebsführung und Totalausleitungen erheblich in ihrer ökologischen Funktionsfähigkeit beeinträchtigt (vgl. Abb. 1). Die Möll weist heute ein gemäßigt nivales hydrologisches Regime auf (STEIDL, 1991); die glaziale Prägung des Abflusses ist aufgrund der Ableitung des Gletscherursprungs der Möll zur energiewirtschaftlichen Nutzung nicht mehr gegeben.

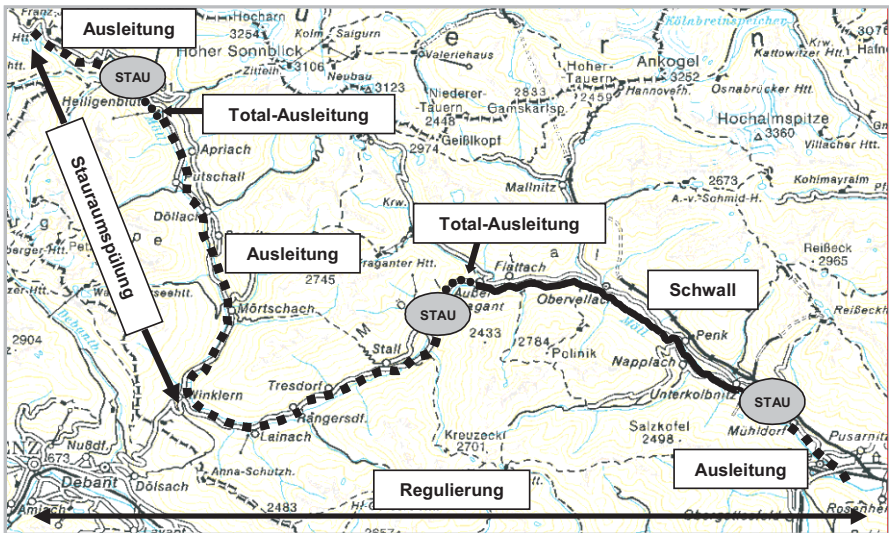


Fig. 1: Human impacts on the river Möll.

Abb. 1: Anthropogene Eingriffe an der Möll.

ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG DES IST-ZUSTANDES

Die Definition und Bewertung des Gewässerzustandes der Möll – untergliedert in 19 Teilabschnitte – erfolgte in Anlehnung an die WRRL nach einem leitbildbezogenen Ansatz anhand einer 5-stufigen Skala („sehr guter Zustand“, „guter Zustand“, „mäßiger Zustand“, „unbefriedigender Zustand“, „schlechter Zustand“).

Ökologisches Leitbild (*sehr guter ökologischer Zustand*) und anzustrebender Zielzustand (*guter ökologischer Zustand*)




Das ökologische Leitbild beschreibt jene Systemkomponenten eines Fließgewässers, die der „Aufrechterhaltung des Wirkungsgefüges zwischen den in einem Gewässer und seinem Umland gegebenen Lebensraum und seiner organismischen Besiedlung entsprechend der natürlichen Ausprägung des spezifischen Gewässertyps“ (KARR, 1986; ÖNORM 6232, 1995) dienen. Dabei wird von jenen Bedingungen ausgegangen, die unter anthropogen nicht oder weitgehend unbeeinflussten Verhältnissen ein Fließgewässersystem kennzeichnen. Damit entspricht dieses Leitbild dem „sehr guten ökologischen Zustand“, wie ihn die WRRL definiert.

Für die Entwicklung der sektoralen ökologischen Leitbilder an der Möll wurden hydromorphologische, fischökologische und vegetationsökologische Indikatoren herangezogen.

In Tab. 1 sind die wesentlichsten Merkmale überblicksmäßig dargestellt.

Tab. 1: Sektorale Leitbildbeschreibung „Hydromorphologie“, „Fischfauna“ und „Vegetation“ (sehr guter ökologischer Zustand).

Tab. 1: Hydro-morphological, vegetation and fishecological characterisation of the high ecological status.

Möll	OBERLAUF	Oberer MITTELLAUF	Unterer MITTELLAUF/ UNTERLAUF
			
Morphologie/ Morphodynamik	Kerbtal mit gestreckter Linienführung, kleinflächige Gerinneaufweitungen lokale Erosionen, kleinräumige Umlagerung von Schotter- bzw. Sandbänken sowie lokale Sedimentationsvorgänge	Sohlenkerbtal mit pendelndem Verlauf und lokalen Gerinneaufzweigungen. Hohe Geschiefbefrachten aus den Zubringern bedingen einzelne markante Furkationsbereiche mit Umlagerungsdynamik.	Sohlenkerbtal mit pendelndem Verlauf, übergehend in ausgedehnte Gerinne- aufzweigungen über den gesamten Talbodenbereich; extrem hohe Umlagerungs- dynamik.
Abflussregime	glazio-nival mit Abflussmaxima im Juli/ August. Mittlere Jahresabflüsse betragen rd. 2 m ³ /s	glazio-nival mit Abflussmaxima im Juli/ August.. Die mittleren Jahresabflüsse nehmen mit Einmündung abflussreicher Zubringer von 2,2 m ³ /s auf rd. 13 m ³ /s zu	nivo-glazial mit Abflussmaxima im Juni/ Juli. Die mittleren Jahresabflüsse nehmen mit Einmündung abflussreicher Zubringer auf rd. 32 m ³ /s zu
Vegetation	Grünerlengebüschaum (<i>Alnetum viridis</i>) subalpine Schotterpionier- gesellschaften (<i>Epilobietum fleischeri</i>)	Grauerlen-Auwälder (<i>Alnetum incanae</i>)	großflächige Pionierfluren (<i>Myricario chondilietum</i>) Weidengebüsch (<i>Salix purpurea</i> -Gesellschaft, <i>Salici- Myricarietum</i>), Grauerlen- Auwälder und lokal- kleinflächige Silberweiden- Auwälder (<i>Salicetum albae</i>)
Fischfauna	Epirhithral Bachforelle (<i>Salmo trutta</i>) als dominierende Fischart Begleitfischart ist die Koppe (<i>Cottus gobio</i>).	Metarhithral neben der Bachforelle kommt die Äsche (<i>Thymallus thymallus</i>) vor.	Hyporhithral/ Übergang Epipotamal: Es dominiert die Äsche. Weitere typische Arten: Huchen (<i>Hucho hucho</i>), Ukrainisches Bachneunauge (<i>Eudontomyzon mariae</i>), Strömer (<i>Leuciscus souffia</i>), Elritze (<i>Phoxinus phoxinus</i>), im Mündungsabschnitt verschiebt sich die Fischregion Richtung Epipotamal.

Der Zielzustand bzw. „gute ökologische Zustand“ zeigt nach der Definition der WRRL nur geringe anthropogene Abweichungen vom Leitbild. Auf Basis dieser allgemeinen Definition des guten ökologischen Zustandes wurden für die Möll sämtliche Qualitätskomponenten der untersuchten Teilbereiche Hydromorphologie, Fischökologie und Vegetationsökologie definiert.

Ergebnisse der ökologischen Bewertung des Ist-Zustandes

Grundlage für die Bewertung des status quo der Möll waren quantitative Auswertungen ökologischer Qualitätskomponenten für alle 19 Teilabschnitte (detaillierte Beschreibungen siehe Schmutz et al., 2003 und Egger et al., 2003, basierend auf dem Gewässerbetreuungskonzept Möll, Revital, 1998).

Die Gesamtbewertung (Mittelwertbildung der sektoralen Einzelergebnisse) ergibt einen gesamtökologischen Zustand von 3,5 (vgl. Tab. 2). Betrachtet man die ökologische Gesamtbewertung im Detail für die 19 einzeln untersuchten Flussabschnitte, so liegen die Werte zwischen „mäßigen und unbefriedigendem“ Zustand (3 – 4). Der von der WRRL anzustrebende ökologisch gute Zustand (2) wird im aktuellen Zustand an der Möll in keinem der Abschnitte erreicht.

Tab. 2: Ökologische Bewertung der Möll.

Tab. 2: Ecological evaluation of the river Möll.

Abschnitt	Fluss-kilometer	Hydro-morphologie	Fischökologie	Vegetations-ökologie	Mittelwert
1.1	4	2,4	5,0	1,5	3,0
2.1	5	2,9	4,0	3,0	3,3
2.2	8	3,6	4,0	4,0	3,9
2.3	10	2,9	4,0	4,0	3,6
2.4	13	2,8	4,0	3,5	3,4
2.5	17	3,4	4,0	3,0	3,5
2.6	29	2,6	4,0	3,5	3,4
3.1	37	3,2	3,0	3,0	3,1
3.2	45	2,6	3,0	3,5	3,0
3.3	47	4,8	3,0	4,5	4,1
3.4	50	3,8	5,0	3,5	4,1
3.5	51	3,8	3,4	4,0	3,7
3.6	56	3,2	3,4	4,0	3,5
4.1	61	3,6	3,3	4,0	3,6
4.2	64	2,8	3,3	4,0	3,4
4.3	67	3,2	3,3	2,5	3,0
4.4	69	3,8	3,3	4,0	3,7
4.5	74	3,4	3,3	4,5	3,7
4.6	77	3,0	3,3	3,5	3,3
gesamt	77	3,2	3,7	3,6	3,5

MASSNAHMENSZENARIEN ZUR VERBESSERUNG DES ÖKOLOGISCHEN ZUSTANDES

Die im Rahmen dieses Forschungsprojektes entwickelten Maßnahmen zielen auf die Veränderung der hydrologisch-hydraulischen sowie der morphologischen Bedingungen als Voraussetzung für die Regeneration aquatischer und terrestrischer Lebensgemeinschaften ab. Insgesamt wurden folgende generelle **Maßnahmentypen** ausgewiesen (vgl. Tab. 3).

Tab. 3: Maßnahmentypen zur Verbesserung des ökologischen Zustandes im Bereich Flussbau, Land- und Forstwirtschaft und Energiewirtschaft.

Tab. 3: Restoration measures in the fields of river engineering, agriculture and hydro power plants.

Maßnahmentypen		
Flussbau	Land- und Forstwirtschaft	Energiewirtschaft
Gewässerbettaufweitung	Nutzungsumstellung –	Dotierung (Totalausleitung)
Laufveränderung	Extensivierung	Dotationswassererhöhung
Uferstrukturierung	Neuschaffung von Auwaldflächen	und –dynamisierung
Wiederherstellung Kontinuum	Naturnahe Waldbewirtschaftung	Wiederherstellung Kontinuum
Geschiebebewirtschaftung		Schwalldämpfung
		Stauraumstrukturierung
		Wiederherstellung Kontinuum
		Feststoffbewirtschaftung/
		Spülmanagement

Aus diesen Maßnahmentypen wurden fünf nicht kombinierte **Maßnahmenszenarien** (1, 2, 3, 4, 5) und vier kombinierte Maßnahmenszenarien (6, 7, 8, 9a, 9b) entwickelt. Grundgedanke dabei war es, eine Nutzungsentflechtung von Natur-, Freizeit-, sowie Siedlungs- und Gewerbebezonen zu erreichen sowie bestehende Siedlungs- und Gewerbegebiete durch die projizierten Maßnahmen nicht zu beeinflussen.

Maßnahmenszenario 1: Dotation

Die derzeit bestehenden Ausleitungsstrecken sollen entsprechend den natürlichen Abflussmengen und saisonalen Schwankungen erhöht und dynamisch gestaltet werden (vgl. Mader, 1993; Jungwirth et al., 1998). Für die Erreichung des ökologisch guten Zustandes wurden auf Expertenbasis quartalsmäßig gestaffelte Mindestabflusswerte festgelegt.

1. Quartal: 75 % des mittleren jährlichen Niederwassers (MNQ), 3. Quartal: 150 % MNQ, 2. und 4. Quartal: Interpolation aus den Quartalen 1 und 3 (gewichtet nach der prozentuellen Abflussverteilung). Zusätzlich sind für die Kraftwerke zur Überwindung der Wehre Fischwanderhilfen vorgesehen.

Maßnahmenszenario 2: Schwalldämpfung

Zur Verringerung der mehrmals täglich auftretenden, künstlichen Wasserspiegelschwankungen wurden zwei Lösungsansätze formuliert: Es ist dies eine Schwalldämpfung durch Reduktion der Kraftwerksabflüsse in die Möll. Dabei soll die maximale Schwallbelastung den dreifachen Wert des quartalsmäßigen Mittelwasserabflusses nicht übersteigen (vgl. Jungwirth et al. 1990). Alternativ dazu könnte auch eine Schwalldämpfung durch die Errichtung eines „Schwallausleitungskraftwerkes“ (Parasiewicz et al., 1998) erreicht werden. Zu berücksichtigen ist bei diesem Maßnahmenszenario die Abgabe einer gestaffelten Mindestdotationswassermenge entsprechend Maßnahmenszenarium 1 im Bereich der neuen Ausleitungsstrecke sowie die Errichtung einer Fischwanderhilfe bzw. eines Umgehungsgerinnes im Bereich des neuen Ausgleichbeckens.

Maßnahmenszenario 3: Rückbau Fluss

Maßnahmenszenario 3 umfasst unterschiedliche Maßnahmen zur Restauration der flussmorphologischen Verhältnisse (große Aufweitung: >1000 m Länge und >100-120 m Breite; kleine Aufweitung: >200 m Länge und >80 m Breite sowie Veränderungen der Linienführung.

Maßnahmenszenario 4: Rückbau Fluss und Ausweitung Auwald

Ergänzend zu den in Szenario 3 formulierten Maßnahmen sollen Auwaldbestände (Mindestbreite 50 bis 120 m) neu initiiert sowie bestehende Wälder entlang der Möll zukünftig extensiv bewirtschaftet werden.

Abb. 2 zeigt einen Vergleich von Ist-Zustand und visualisiertem Szenario einer Flussaufweitung mit Ausbildung von Furkationsbereichen und Auwaldbeständen.



Abb. 2: Visualisierung des Szenarios 4 (links: Ist-Zustand: reguliertes Gerinne; rechts: visualisierte Revitalisierungsmaßnahmen (Flussaufweitung mit Ausbildung von Furkationsbereichen und Auwaldbeständen).

Fig. 2: Visualisation of scenario 4 (left: the situation of the channelised river bed, right: visualised restoration measures (re-initialisation of braiding river sections with floodplain forests).

Maßnahmenszenario 5: Spülungsmanagement

Zur Gewährleistung des Speicherbetriebes muss das Problem der Stauraumverlandung gelöst werden. Da die bisher praktizierte Stauraumpülung enorme ökologische Schäden verursachte, sind derzeit zwei Lösungsansätze in Diskussion. Eine Variante sieht die Erhöhung der bestehenden Geschieberückhaltesperre am Stausee und die Errichtung eines nahegelegenen Sedimentrückhaltebeckens vor; eine Alternative dazu wäre die Neuerrichtung eines Damms an einem natürlichen See unmittelbar unterhalb des Möllursprungs zur Erhöhung der Retentionskapazität.

Maßnahmenszenarien 6 – 9

stellen unterschiedliche Kombinationen der Maßnahmenkategorien Dotation, Schwalldämpfung, Rückbau Fluss, Rückbau Fluss und Ausweitung Auwald sowie Spülungsmanagement dar (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Maßnahmenzenarien.

Fig. 4: Restoration scenarios.

Maßnahmenkategorien	Szenario								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9a,b
Dotation									
Schwalldämpfung*									
Rückbau Fluss									
Rückbau Fluss/Ausweitung Auwald									
Spülungsmanagement									

* wird in Szenario 9a über Reduktion der Abflusswerte der Kraftwerke in die Möll, in Szenario 9b durch ein Schwallausleitungskraftwerk erreicht

BEWERTUNG DER MASSNAHMENSZENARIEN

Ökologische Bewertung

Die Maßnahmenzenarien wurden hinsichtlich ihrer Wirkung auf das Fließgewässer-Ökosystem mittels Experten-Einstufung bewertet. Dabei zeigte sich, dass Maßnahmen betreffend die Gewässermorphologie (Flussaufweitung mit Ausbildung von Furkationsbereichen und Auwaldbeständen) grundlegend zur Verbesserung des ökologischen Zustandes der Möll beitragen. Allerdings ist mit Flussrückbaumaßnahmen allein der gute Zustand nicht erreichbar. Erst in Kombination mit weiteren Maßnahmen wie Dotation und/ oder Schwalldämpfung bzw. Spülungsmanagement liegen die Werte unter 2,5 und damit im Bereich des guten Zustandes (vgl. Tab. 5).

Tab. 5: Sektorale und zusammenfassende ökologische Bewertung der Maßnahmenzenarien.

Tab. 5: Sectoral and overall evaluation of the ecological status of the restoration scenarios.

	Aktueller Zustand	1: Dotation	2: Schwalldämpfung	3: Rückbau Fluss	4: Rückbau Fluss – Ausweitung Auwald	5: Spülungsmanagement	6: Dotation – Rückbau Fluss	7: Dotation – Rückbau Fluss – Schwalldämpfung	8: Dotation – Rückbau Fluss – Spülungsmanagement	9: Dotation – Rückbau Fluss – Schwalldämpfung – Spülungsmanagement
Hydromorphologie	3,2	2,8	2,8	2,6	2,5	3,0	2,5	2,3	2,5	2,3
Fischökologie	3,7	3,5	3,5	3,3	3,3	3,2	3,1	2,8	2,3	2,0
Vegetationsökologie	3,6	3,6	3,6	2,3	2,1	3,6	2,3	2,3	2,3	2,3
Gesamtbewertung	3,5	3,3	3,3	2,7	2,6	3,3	2,6	2,5	2,4	2,2

Ökonomische Bewertung (KOSTEN-WIRKSAMKEITSANALYSE)

Mittels der sektoralen ökologischen Bewertungen wurde belegt, dass nur zwei (9a und 9b, siehe oben) der insgesamt neun Maßnahmenzenarien den von der WRRL geforderten Zielzustand („guter Zustand“) in allen Abschnitten der Müll erreichen, wobei ein Schwallausleitungskraftwerk (9b) die Gesamtkosten des Maßnahmenzenarios erheblich senken und damit ein deutlich günstigeres Kosten-Wirksamkeitsverhältnis erzielen würde (vgl. Abb. 3). Das Maßnahmenzenario 5 (Spülungsmanagement), in einigen Fällen der Sensitivitätsanalyse (vgl. Artner et al., 2002) auch das Maßnahmenzenario 8 (Dotation - Rückbau Fluss - Spülungsmanagement), haben ein noch besseres Kosten/ Wirksamkeits-Verhältnis als Maßnahmenzenarium 9b, d.h. verhältnismäßig geringere Kosten stehen relativ starken Verbesserungen des ökologischen Zustandes gegenüber, erreichen jedoch zumeist bei weitem nicht die geforderte ökologische Wirksamkeit („guter Zustand“). Die nicht kombinierten Maßnahmenzenarien 1 bis 5 liegen deutlich über der Zustandsklasse 3 („mäßiger Zustand“ und schlechter) und damit unter 25 % Zielerreichung.

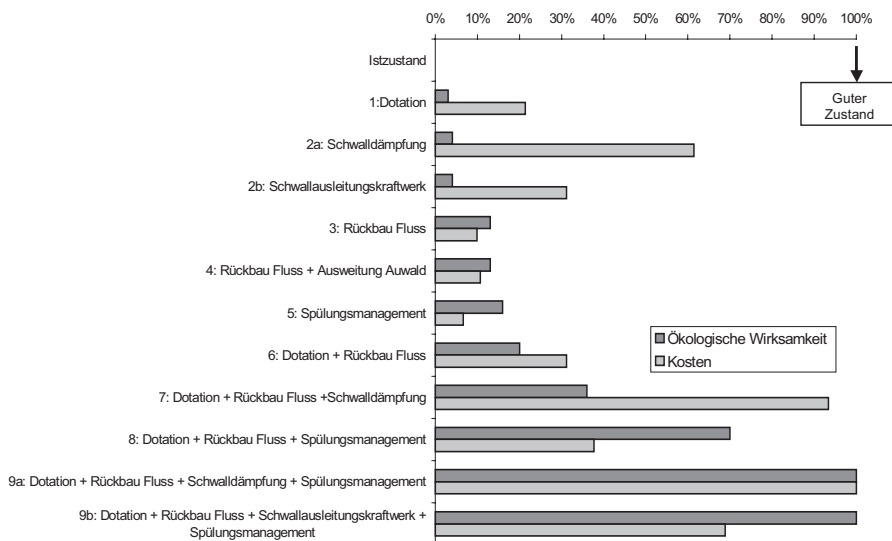


Abb. 3: Kosten-Wirksamkeitsbewertung der Maßnahmenzenarien.

Fig. 3: Cost-effectiveness analysis of the restoration scenarios.

LITERATUR

Artner, A., M. Sinabell, G. Egger, J. Petutschnig & S. Schmutz (2002): Kosten-/Wirksamkeitsanalyse anhand mehrerer Szenarien bzw. Maßnahmenvarianten für die Müll. In Muhar et al.: 2. Bericht zum Kulturlandschaftsforschungsprojekt „Flusslandschaftstypen Österreichs – Leitbilder für eine nachhaltige Entwicklung von Flusslandschaften. bm:bwk, Wien.

- Chovanec, A., P. Jäger, M. Jungwirth, V. Koller-Kreimel, O. Moog, S. Muhar & S. Schmutz (2000): The Austrian way of assessing the ecological integrity of running waters: a contribution to the EU Water framework Directive. In: Jungwirth, M., S. Muhar, S. Schmutz (eds.): *Assessing the Ecological Integrity of Running Waters*. Vol. 422/423, Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic Publishers: 445-452.
- Egger, G., S. Muhar, S. Schmutz, J. Petutschnig, K. Angermann, S. Trimmel, S. Preis, B. Ömer & A. Strigl (2003): Leitbilder und Maßnahmen für Flusslandschaften - entwickelt am Beispiel der Möll. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, H.7/8, 55. Jahrgang.
- Jungwirth, M., O. Moog & S. Schmutz (1998): Limmologische Nachuntersuchung des KW Alberschwende, Bregenzer Ache. Synthesis. Studie im Auftrag der VKW-AG.
- Jungwirth, M., O. Moog & S. Schmutz (1990): Auswirkungen der Veränderungen des Abflussregimes auf die Fisch- und Benthosfauna anhand von Fallbeispielen. In: *Ökologische, wasserwirtschaftliche und technische Impulse zur natur- und landschaftsgerechten Nutzung von Fließgewässern*. 9. Seminar Landschaftswasserbau an der Technischen Universität Wien, *Landschaftswasserbau* Vol. 10: 193-234
- Karr, J.R. (1986): *Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale*. Special publication/Illinois Natural History Survey, USA. No. 5.
- Mader, H. (1993): Festlegung einer Dotierwasserabgabe über praktisch durchgeführte Dotationsversuche. *Österreichische Wasserwirtschaft*, Jahrgang 45, Heft 5/6: 139 - 150.
- Muhar, S., G. Egger, H. Kummer, G. Zauner, R. Spolwind, K. Michor, S. Schmutz, P. Pinka, G. Unfer, Ch. Schludermann, C. Wiesner, A. Hoffmann, S. Preis & M. Jungwirth (2000a): Beurteilung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen an Leitha und Drau in Hinblick auf die Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit. Forschungsbericht, im Auftrag des BMLFUW.
- Muhar, S., M. Schwarz, S. Schmutz & M. Jungwirth (2000): Identification of rivers with high and good habitat quality: methodological approach and applications in Austria. *Assessing the Ecological Integrity of Running Waters*. In: M. Jungwirth, S. Muhar and S. Schmutz (eds.). Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic Publishers. 422/423: 343-358.
- ÖNORM , M 6232 (1995): Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern. Wien, Österreichisches Normungsinstitut
- Parasiewicz, P., S. Schmutz & O. Moog (1998): The effect of managed hydropower peaking on the physical habitat, benthos and fish fauna in the Bregenzerach, a nival 6th order river in Austria. *Fisheries Management and Ecology* 5: 403-417.
- Revital (1998): Gewässerbetreuungs-konzept Möll - AP 5: 1. Zusammenfassender Bericht. Lienz, BM f. Land- und Forstwirtschaft, Wasserbauverwaltung Kärnten, KELAG Klagenfurt, Draukraft Klagenfurt, Tauernkraft Salzburg: 116.
- Schmutz, S., M. Kaufmann, B. Vogel, M. Jungwirth & S. Muhar (2000): A multi-level concept for fish-based, river-type-specific assessment of ecological integrity. *Assessing the Ecological Integrity of Running Waters*. In: M. Jungwirth, S. Muhar & S. Schmutz (eds.). Vol: 422/423, Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic Publishers: 279-289.
- Schmutz, S., G. Egger, S. Muhar, F. Sinabell, A. Artner, J. Petutschnig, K. Angermann & S. Trimmel (2003): Integrative Bewertung des ökologischen Zustandes und der nachhaltigen Entwicklung von Flusslandschaften am Beispiel der Möll. *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, H.7/8, 55. Jahrgang.
- Steidl, T. (1991): Typologie und Abflussverhalten österreichischer Fließgewässer. Hydrologisch-hydrographische Einteilung und regionale Gliederung. Dissertation, Wien, Universität für Bodenkultur, 166 pp.