

Auswirkungen der hydrologischen Vernetzung zwischen Fluss und Au auf Hydrologie, Morphologie und Sedimente

Walter RECKENDORFER & Alan STEEL

Im Hinblick auf eine Verstärkung der hydrologischen und geomorphologischen Dynamik kann das Projekt als voller Erfolg gewertet werden. Die verstärkte Erosion hält die Verlandungstendenz auf und ermöglicht ein Langzeit-Gleichgewicht zwischen Erosion und Verlandung. Auch die erhöhte Verfügbarkeit von semiaquatischen Habitaten und die nun hydrologisch heterogeneren Verhältnisse sind positiv zu werten.

Mit Durchführung der Gewässervernetzungsmaßnahmen haben sich Durchfluss und Strömungsgeschwindigkeit im Hauptarm signifikant erhöht. Die stärksten Änderungen waren im Bereich Mitterhaufen zu verzeichnen. Gleichzeitig reduzierte sich das Wasseralter in allen Becken. Am deutlichsten sind die Änderungen im Wasseralter in den obersten Becken im Bereich Maria Ellend.

Die Stromsohlenvermessung zeigt im Hauptarm eine mittlere Anlandung von 9 cm pro Probenpunkt. Anlandungen überwiegen vor allem oberhalb der Haslauer Traverse und unterhalb der Regelsbrunner Traverse. Im Bereich Mitterhaufen dominieren eher Erosionserscheinungen. Auch die sichtbaren morphologischen Veränderungen betreffen vor allem den Bereich Mitterhaufen. Starke Erosion findet man besonders in den Einstrombereichen und an einigen Prallhängen. Zu Anlandungen kam es vor allem ober- und unterhalb der ehemaligen Mitterhaufentraverse.

Die Untersuchungen der Feinsedimentauflagen zeigen ein ähnliches Bild wie die Sohlvermessung. Höhere Feinsedimentauflagen im Zuge der Nachuntersuchung finden sich auch hier oberhalb der Haslauer Traverse, während im Bereich Mitterhaufen ein Gleichbleiben bzw. eine Abnahme der Feinsedimentauflagen zu verzeichnen ist. Bei der Erhöhung der Feinsedimentauflagen dürfte es sich jedoch um eine vorübergehende Auswirkung der Maßnahmen handeln. Die Sedimentmassen, welche durch Seitenerosion in das Gewässer eingebracht wurden, wurden bis jetzt noch nicht ausgeschwemmt.

Die Gewässervernetzung hat positive Auswirkung auf die Verfügbarkeit von Land-Wasser-Übergangszonen (Ökotonen) und semiaquatische Bereiche. Sowohl die mittlere Länge der Uferlinie als auch die Verfügbarkeit von Flachwasserzonen haben sich erhöht.

Flächenbilanzen zeigen nach Durchführung der Maßnahmen ein hydrologisch wesentlich heterogeneres Bild als vorher. Der Großteil der Gewässer wird an über 180 Tagen pro Jahr durchströmt. Es sind jedoch auch große Flächen an weniger dynamischen Gewässern vorhanden.

RECKENDORFER, W. & STEEL A., 2004: Effects of hydrological connectivity on hydrology, morphology and sediments.

In respect to an increased hydrological and geomorphological dynamic as well as in respect to an increased availability of semiaquatic habitats, the project was extremely successful. The results surpassed all expectations.

The reconnection of floodplain waters to the main river increased significantly the flow and water velocities in the main floodplain channel. At the same time water age in the channel decreased. These impacts differed locally due to the geomorphology and the site of the newly created inflow channels.

A visual inspection of the floodplain channels shows high geomorphological dynamics, especially bank erosion, in the floodplain segments which show the highest changes in mean water velocity.

In average the height of the bed of the main channel as well as the thickness of the fine sediment layer increased. This increase is mainly due to lateral erosion and seems to be temporally restricted. The melioration scheme has positive effects on the availability of ecotones and semiaquatic areas. The average length of the shoreline as well as the availability of shallow water habitats increased significantly.

After implementation of the restoration scheme the floodplain segment became more heterogenic in respect to hydrological characteristics. Before restoration the major part of the water bodies were connected to the Danube between 0 and 30 days. After reo-

pening of former inflow channels a gradient of dynamic to stagnant water bodies can be found in the Regelsbrunn floodplain segment.

Keywords: Danube floodplain, restoration, geomorphological dynamic, hydrological dynamic, reconnection, fine sediment layer.

Einleitung

Nach Durchführung der geplanten Öffnungsmaßnahmen werden Teile der Regelsbrunner Au an ca. 200 Tagen/Jahr von oben durchströmt und damit praktisch ein Nebenarm der Donau geschaffen. Diese verstärkte Anbindung an die Donau beeinflusst neben der Hydrologie auch die Gewässermorphometrie und die kleinräumige und großflächige Sedimentverteilung und den Sedimentaufbau.

Alle angeführten Parameter sind wesentliche bestimmende Faktoren für die Lebensgemeinschaften in Auegebieten und werden deshalb als „functional descriptors“ (CASTELLA et al. 1984) zur Beschreibung des Lebensraumes herangezogen. Über Flächenbilanzen sind sogar Aussagen über die Habitatverfügbarkeit für einzelne Arten und Artengruppen möglich.

Im Rahmen der vorliegenden Studie werden die projektbedingten Änderungen im hydrologischen Regime, der Morphometrie und der Sedimentverteilung beschrieben und Auswirkungen auf die Habitatverfügbarkeit einzelner Arten und Artengruppen diskutiert.

Material und Methoden

Zur Auswertung wurden die folgenden vorhandenen bzw. im Rahmen der vorliegenden Studie erhobenen Daten herangezogen:

Tab. 1: Verwendete Daten. – Data used.

PARAMETER	METHODE	DATENHERKUNFT
Feinsedimentauflage	Sondierung	Vorliegende Studie
Pegeldaten Augebiet	Ablesungen um 8 Uhr	WSD
Pegeldaten Donau	Ablesungen um 7 Uhr	WSD
Strömungsgeschwindigkeiten	Berechnung	DonauConsult
Gewässermorphologie	Vermessung der Altarme; GPS; GIS	Vorliegende Studie, Ödobag
Korngrößen der Sedimente	Fraktionierung in 8 Fraktionen (Siebgrößen in mm: <0,02; 0,02; 0,063; 0,1; 0,63; 1; 2; 6,3) (%)	Vorliegende Studie
Organischer Gehalt (POM) der Sedimente	Fraktionierung in 8 Fraktionen (Siebgrößen in mm: <0,02; 0,02; 0,063; 0,1; 0,63; 1; 2; 6,3), Verbrennung bei 450°C (%)	Vorliegende Studie

Hydrologie

Zur Beschreibung der hydrologischen Situation wurden der Donauegel Orth/Donau (die Daten wurden von der Wasserstraßendirektion zur Verfügung gestellt), sowie Pegeldaten aus dem Augebiet analysiert. Der Donauegel bei Orth und die Pegel im Augebiet werden täglich abgelesen.

Tab. 2: Verwendete Pegel­daten. LP – Lattenpegel; SP – Schreibpegel; Zeit – Zeitraum der Able­sun­gen. – Gauge data used in the investigation.

NAME	LAGE	LP/SP	ZEIT	PEGEL-NULLPUNKT
Pegel Orth	Donau bei Orth	LP	1996 bis 1999	143,30
	Haslau Oberwasser	LP	1996 bis 1999	
	Haslau Unterwasser	LP	1996 bis 1999	
	Mitterhaufen Oberwasser	LP	1996/97	
	Mitterhaufen Unterwasser	LP	1996/97	
	Regelsbrunn Oberwasser	LP	1996 bis 1999	
	Regelsbrunn Unterwasser	LP	1996 bis 1999	

Morphologie

Grundlage für die morphologischen und hydromorphologischen Analysen sind ein Höhenmodell der Regelsbrunner Au (Abb. 1), das auf der Vermessung der Donaukraft aus dem Jahr 1983 beruht und Vermessungen im Hauptarm aus den Jahren 1996 und 1999.

Für eine detaillierte Auswertung wurde das gesamte Augebiet weiters in 18 Abschnitte unterteilt (Abb. 2)

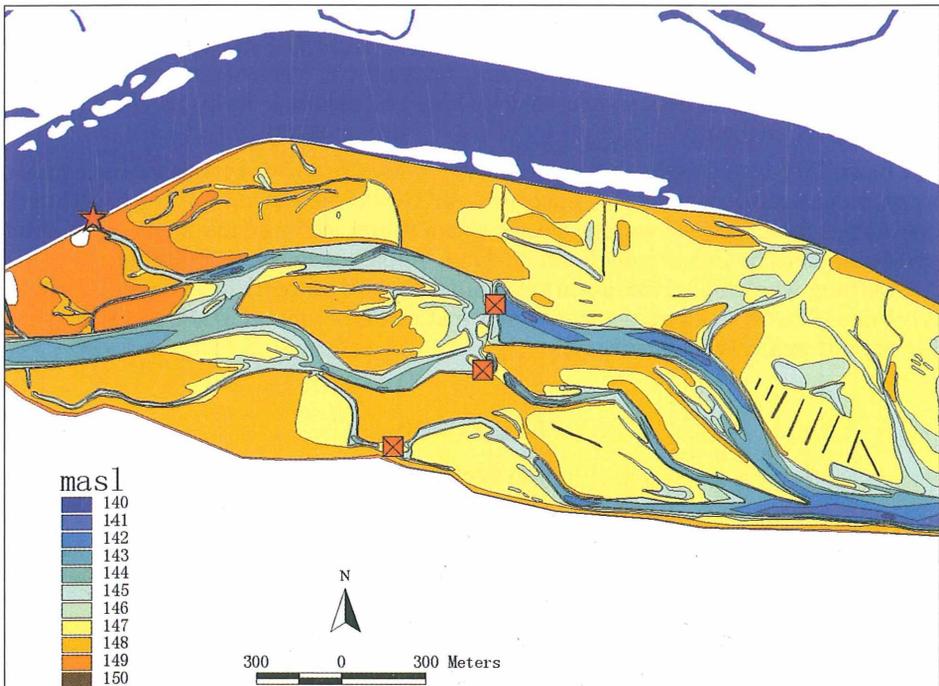


Abb. 1: Ausschnitt aus dem Höhenmodell Regelsbrunner Au. – Part of the TIN surface of the “Regelsbrunner Au”

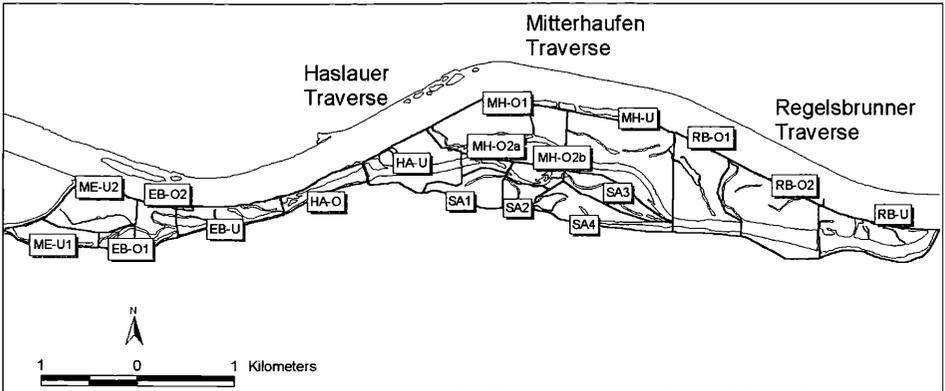


Abb. 2: Für detaillierte Untersuchungen ausgewählte Abschnitte im Ausystem Regelsbrunn. – Pools used for further analysis.

Sedimentparameter

Die Probenahme für die Sedimentuntersuchung erfolgte zwischen Oktober und Dezember 1995 und Anfang Oktober 1999. Die Mächtigkeit der Feinsedimentauflagen wurde in Querprofilen im Hauptarm mittels Sondierung vom Boot bzw. vom Boden aus vermessen. Die aktuelle Lage der Probenpunkte wurde 1999 mittels Differential-GPS ermittelt. Zur Sondierung wurde eine Stange (U-Profil) mit einem Durchmesser von 1 cm verwendet. An zufällig ausgewählten Transekten wurden zusätzlich Sedimentbohrkerne mit einem Mondsecorer (modifizierter GILSON-Sampler; $d=5,9$ cm) entnommen. Bei diesem Gerät verhindert eine automatische Verschlussvorrichtung, dass Sediment beim Herausziehen verloren geht. Eine Probenahme ist bis zu einer Wassertiefe von 6 m möglich.

Zur Bestimmung des mittleren Korngrößendurchmessers und des organischen Gehaltes wurden die Sedimentproben im Labor bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschrank getrocknet. Anschließend wurden sie auf einem Rüttelsieb in 8 Fraktionen aufgetrennt und der organische Gehalt jeder Fraktion durch Verbrennung bei 450° bestimmt. Für die Auswertung wurden die Fraktionen $<0,1$ mm (FPOM, fine particulate organic matter), $0,1-1$ mm (SPOM, small particulate organic matter) und >1 mm (CPOM, coarse particulate organic matter) zusammengefasst.

Ergebnisse

Hydrologie

Mit Durchführung der Gewässervernetzungsmaßnahmen hat sich der Durchfluss durch den Hauptarm signifikant erhöht (Abb. 3). Diese Veränderung ist vor allem unterhalb der Haslauer Traverse deutlich ausgeprägt, wo es im Mittel zu einer Verdreifachung des Durchflusses gekommen ist.

Mit der Steigerung des Durchflusses erhöhte sich auch die mittlere Strömungsgeschwindigkeit signifikant. Die deutlichsten Änderungen betrafen den Bereich oberhalb der ehemaligen Mitterhaufentraverse, wo jetzt durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeiten von über 20 cm/s auftreten (Abb. 4).

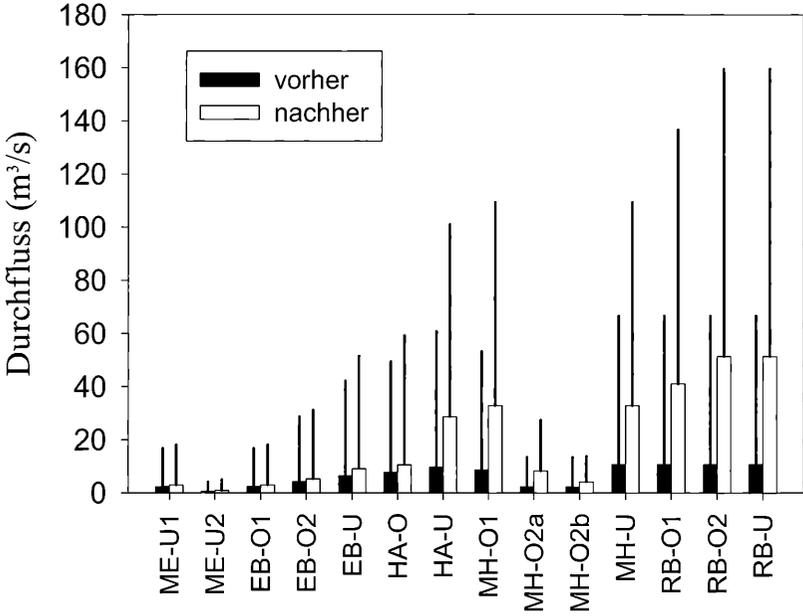


Abb. 3: Durchfluss in den einzelnen Becken vor und nach Durchführung der Gewässervernetzung (MW ± STABW). – Discharge within the different pools before and after restoration (MW ± SD).

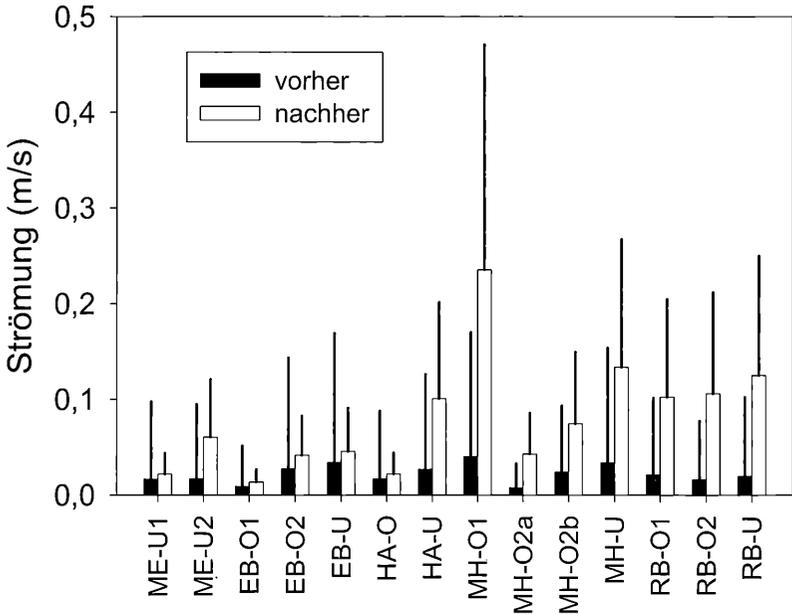


Abb. 4: Strömungsgeschwindigkeit in den einzelnen Becken vor und nach Durchführung der Gewässervernetzung (MW ± STABW). – Water velocity within the different pools before and after restoration (MW ± SD).

Das Wasseralter, ist im Durchschnitt in allen Becken nach der Durchführung der Gewässervernetzung niedriger. Am deutlichsten sind die Änderungen in den obersten Becken im Bereich Maria Ellend (Abb. 5).

Morphometrie

Die sichtbaren morphologischen Veränderungen betreffen vor allem den Bereich Mitterhaufen. Starke Erosion findet man besonders in den Einströmbereichen und an einigen Prallhängen. Zu Anlandungen kam es vor allem ober- und unterhalb der ehemaligen Mitterhaufentraverse (Abb. 6).

Abbildung 7 zeigt die mittleren Differenzen zwischen der Stromsohlenvermessung 1996 und 1999. Hier erhält man ein etwas differenzierteres Bild. Betrachtet man den gesamten Hauptarm so zeigt sich eine mittlere Anlandung von 9 cm pro Probenpunkt. Anlandungen überwiegen vor allem oberhalb der Haslauer Traverse und unterhalb der Regelsbrunner Traverse. Im Bereich Mitterhaufen dominieren eher Erosionserscheinungen. Nur lokal – vor allem ober- und unterhalb der ehemaligen Traverse – kommt es zu stärkeren Anlandungen.

Sedimentparameter

Die Untersuchungen der Feinsedimentauflagen zeigen ein ähnliches Bild wie die Sohlvermessung. Höhere Werte finden sich auch hier oberhalb der Haslauer Traverse, während im Bereich Mitterhaufen ein Gleichbleiben bzw. eine Abnahme der Feinsedimentauflagen zu verzeichnen ist. Allerdings sind diese Unterschiede, aufgrund der

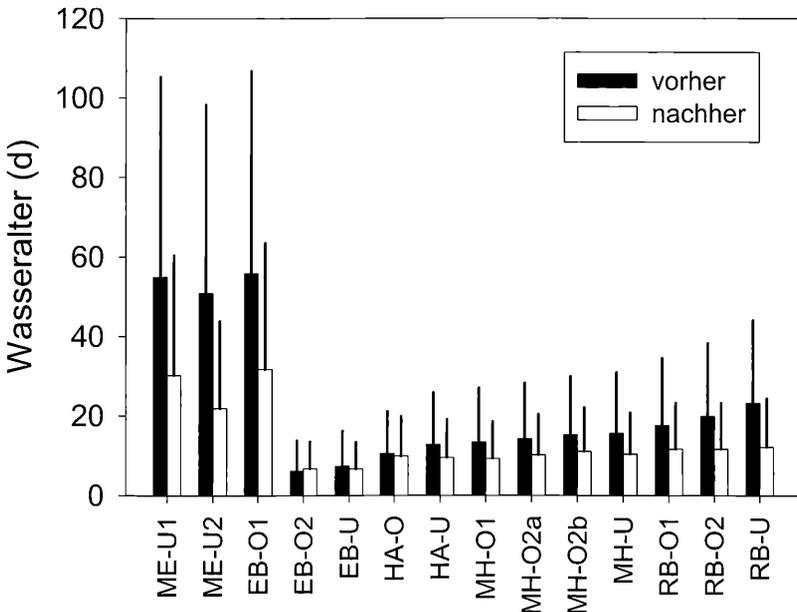


Abb. 5: Wasseralter in den einzelnen Becken vor und nach Durchführung der Gewässervernetzung (MW \pm STABW). – Water age within the different pools before and after restoration (MW \pm SD).

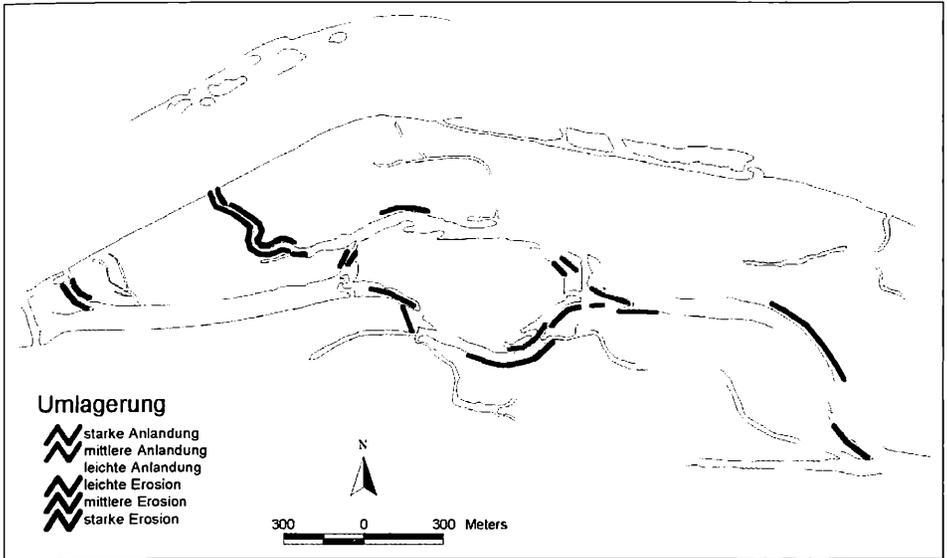


Abb. 6: Sichtbare morphologische Änderungen im Bereich Mitterhaufen. – Visible morphological changes in the area „Mitterhaufen“

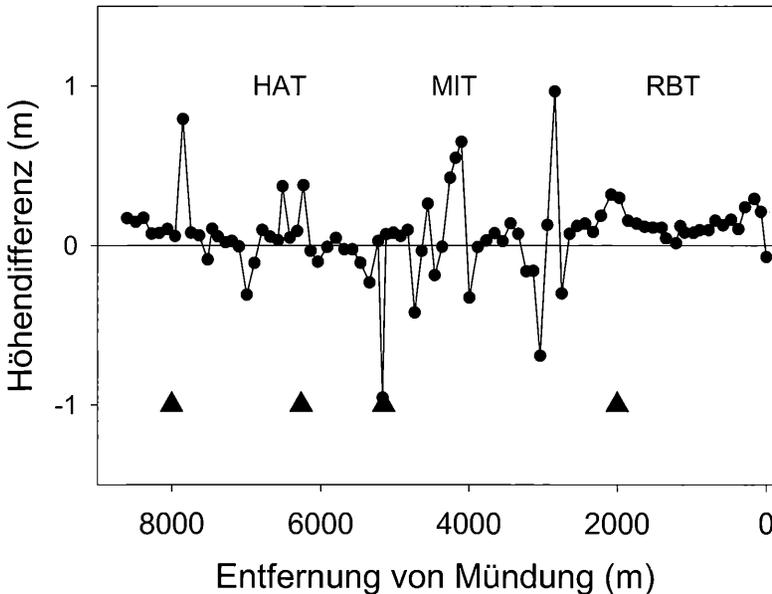


Abb. 7: Gewässermorphologische Veränderungen – Ergebnisse der Sohlvermessungen. HAT – Haslauer Traverse; MIT – Mitterhaufen Traverse, RBT – Regelsbrunner Traverse; Dreiecke – Einströmbereiche. – Geomorphological changes in the main backwater. HAT, MIT, RBT – transversal check dams; triangles – lowering of the embankments (inflow areas).

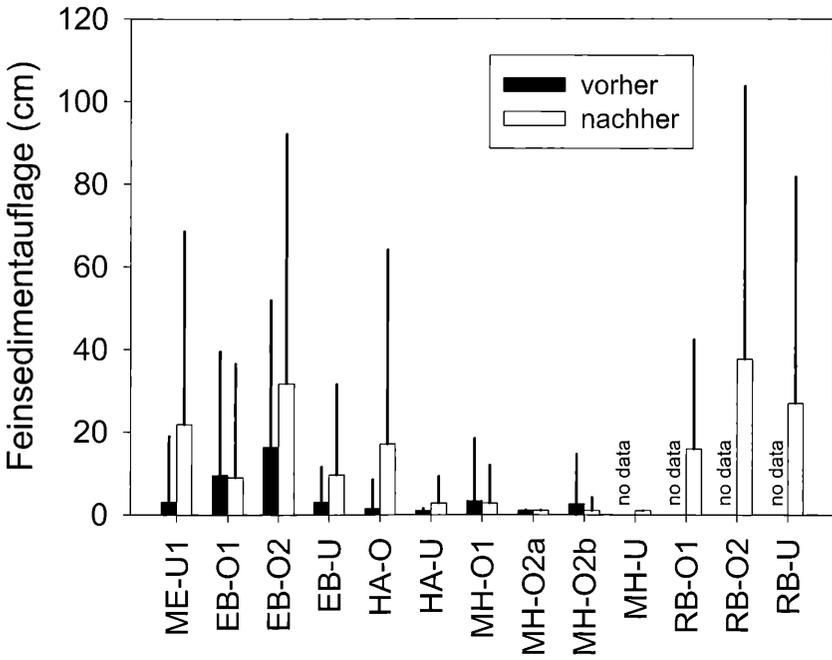


Abb. 8: Feinsedimentauflage im Untersuchungsgebiet. – Layer of fine sediments (sand and silt).

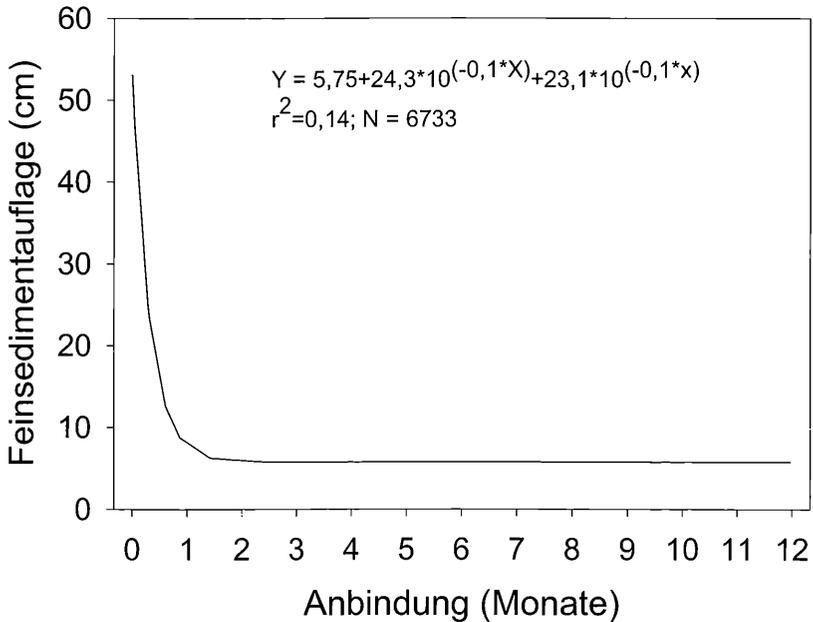


Abb. 9: Feinsedimentauflage in Abhängigkeit von der Vernetzung. – Layer of fine sediments (sand and silt) vs. connectivity.

starken Streuung der Werte, nicht signifikant. Die höchsten Werte wurden oberhalb der Ebentraversen und unterhalb der Regelsbrunner Traverse gefunden. Hier erreichen die Feinsedimentanlandungen im Uferbereich eine Stärke von bis zu 2,75 Metern (Abb. 8).

Die Feinsedimentaumlage hängt signifikant von der Anbindung eines Gewässers an die Donau ab. Schon wenige Tage Durchströmung bei Hochwasser reichen in der Regel um den Großteil der Feinsedimente aus dem Gewässerbett zu entfernen.

Die hohe Heterogenität der Feinsedimentaumlagen zeigt sich auch hier anhand des geringen Erklärungswertes von 14 Prozent (Abb. 9).

Der organische Gehalt im Feinsediment ist generell sehr niedrig und hängt ebenfalls signifikant von der Anbindung eines Gewässers an die Donau ab. Der höchste organische Gehalt ist in stark isolierten Gewässern vorhanden (Abb. 10).

Auswirkungen auf die Habitatverfügbarkeit

Vor Durchführung der Gewässervernetzungsmaßnahmen waren die einzelnen Gewässerabschnitte hinsichtlich Durchströmung sehr einheitlich. Über 90 % der Gewässer wurden maximal 30 Tage pro Jahr durchströmt. Nach Durchführung der Maßnahmen ergibt sich ein hydrologisch wesentlich heterogeneres Bild. Der Großteil der Gewässer wird über 180 Tage pro Jahr durchströmt. Es sind jedoch auch große Flächen an weniger dynamischen Gewässern vorhanden (Abb. 11).

Die Gewässervernetzung hat positive Auswirkung auf die Verfügbarkeit von Land-Wasser-Übergangszonen (Ökotonen). Die mittlere Länge der Uferlinie hat sich durch die Gewässervernetzung zwar nur leicht erhöht (Abb. 12), die Verfügbarkeit von Flachwas-

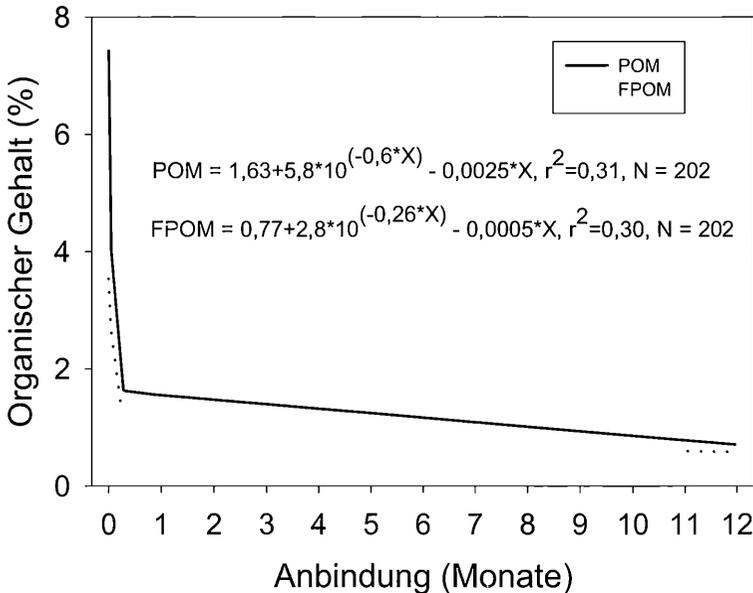


Abb. 10: Organischer Gehalt im Feinsediment in Abhängigkeit von der Vernetzung. POM – Gesamtgehalt, FPOM – (Fraktion < 0,1 mm). –Total organic matter and fine particulate organic matter in the sediments vs. connectivity.

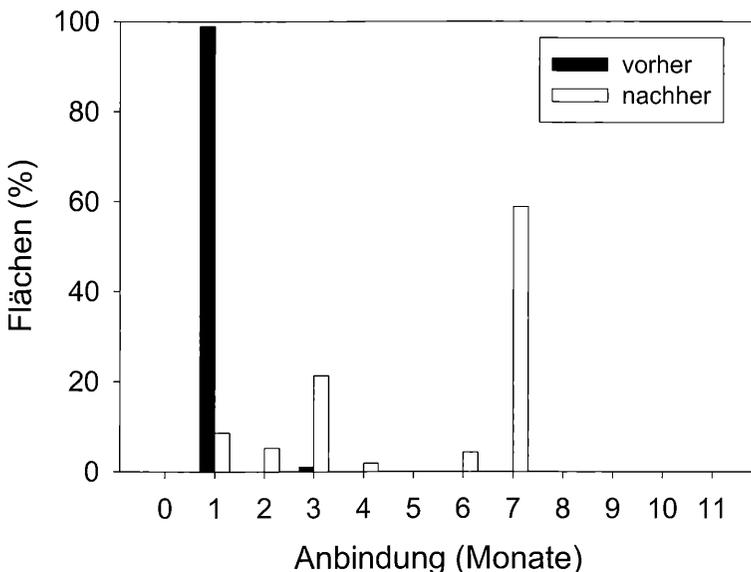


Abb. 11: Flächenbilanz der Gewässer. Vergleich restauriert vs. vor Restaurierung. – Relative water areas with respect to the connectivity of the water body.

serzonen hat aber deutlich zugenommen. Für zwei ausgewählte Jahre betrug diese Zunahme über 25 Prozent (Abb. 13).

Diskussion

Die geplanten Öffnungsmaßnahmen führten zu einer verstärkten hydrologischen Dynamik. Vor allem in den am stärksten betroffenen Gebieten im Bereich Mitterhaufen ermöglichte die Gewässervernetzung eine Verstärkung der geomorphologischen Prozesse wie Umlagerung, Sedimentation und Erosion. Diese verstärkte hydrologische und geomorphologische Dynamik hat direkte Auswirkungen auf Struktur und Prozesse in der Lebensgemeinschaft der Au (HEIN et al. 2000, BARANYI et al. 2002.). Trotz der durch die Maßnahmen herbeigeführte Verlängerung der lotischen Phasen während der jährlichen Hochwässer reicht aber die erreichte hydrologische Dynamik für die Etablierung einer donautypischen Artenassoziation im gesamten Altarmsystem nicht aus (RECKENDORFER, RAAB, ZWEIMÜLLER, alle dieser Band).

Hohe Feinsedimentauflagen finden sich derzeit nur in isolierten Gewässern und lokal im Uferbereich, ein Phänomen, dass auch SCHIEMER et al. (1999) und TOCKNER & BRETSCHKO (1996) beschreiben. Die generellen Aufhöhung der Stromsohle und der Feinsedimentauflagen dürfte eine vorübergehende Auswirkung der Maßnahmen sein. Die Sedimentmassen, welche durch Seitenerosion in das Gewässer eingebracht wurden, konnten bis jetzt noch nicht ausgeschwemmt werden. Der generelle Zusammenhang zwischen der Anbindung an die Donau und der Sedimentmächtigkeit unterstützt diese Interpretation.

Der geringe organische Gehalt im Sediment deutet darauf hin, dass die Bedeutung autochthoner (gewässerinterner) Verlandungsprozesse in den Regelsbrunner Donauauen sehr gering ist. Der höchste organische Gehalt im Feinsediment wurde in isolierten Gewässern festgestellt. Einen zunehmenden organischen Gehalt mit zunehmender Isolati-

on von der Donau konnten auch RECKENDORFER & HEIN (2000), TOCKNER et al. (2000) und TOCKNER & BRETSCHKO (1996) beobachten.

Positive Auswirkung hat die Gewässervernetzung auf die Habitatvielfalt. Vor Durchführung der Gewässervernetzungsmaßnahmen waren die einzelnen Gewässerabschnitte

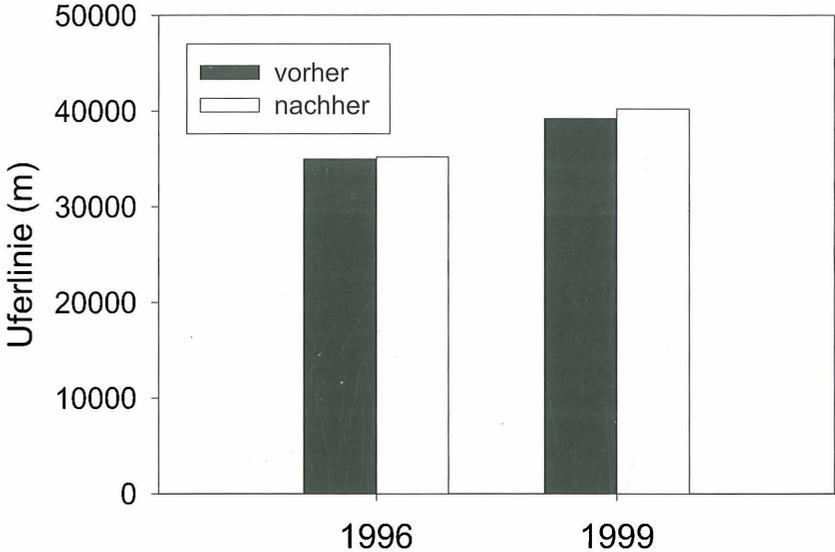


Abb. 12: Mittlere Uferlinie (1. März bis 30. September). Vergleich restauriert vs. vor Restaurierung am Beispiel von 1996 und 1999. – Mean shoreline length (March 1 to September 30) before and after restoration. The years 1996 and 1999 are given as an example.

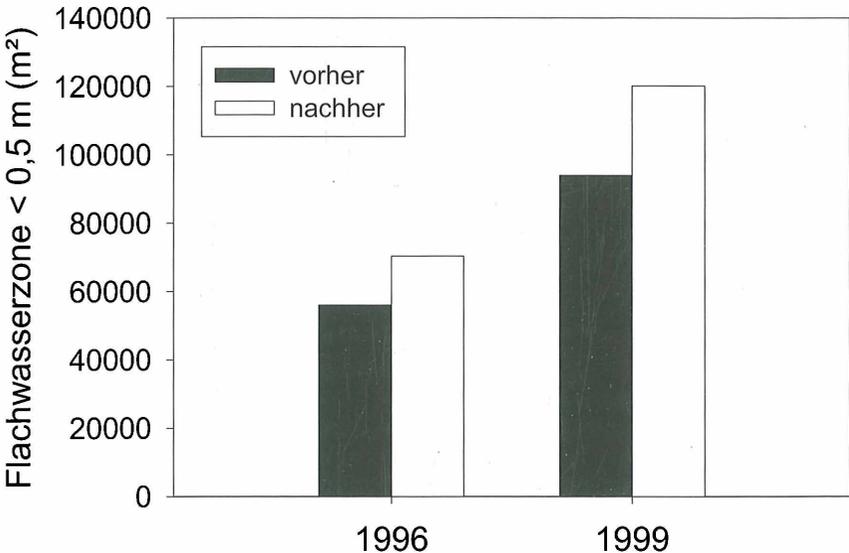


Abb. 13: Mittlere Verfügbarkeit von Flachwasserhabitaten (1. März bis 30. September). Vergleich restauriert vs. vor Restaurierung am Beispiel von 1996 und 1999. – Mean availability of shallow water habitats (March 1 to September 30) before and after restoration. The years 1996 and 1999 are given as an example.

hinsichtlich Durchströmung sehr einheitlich. Der Großteil des Gewässersystems wurde nur bei Hochwasser durchströmt, einige wenige Gewässer waren praktisch vollkommen von der Donau isoliert. Nach Durchführung der Maßnahmen ergibt sich ein wesentlich heterogeneres Bild. Viele Gewässer werden schon bei Mittelwasser durchströmt, es sind jedoch auch große Flächen an weniger dynamischen Gewässern vorhanden.

Die Gewässervernetzung hat positive Auswirkung auf die Verfügbarkeit von Land-Wasser-Übergangszonen (Ökotone) und auch die Fläche an Flachwasserzonen hat deutlich zugenommen. Flachwasserzonen sind wichtige Laichhabitate für Amphibien und Fische (KECKEIS et al. 1996). Vor allem Jungfische nutzten Flachwasserzonen als Schutz vor Räubern, als Schutz vor hoher Strömung und zum Nahrungserwerb (KECKEIS et al. 1997, WINKLER et al. 1997). Flachwasserzonen fördern auch die Produktion von Zooplankton (RECKENDORFER et al. 1999) und können so den eher negativen Einfluss der erhöhten Strömung auf diese Tiergruppe eventuell kompensieren.

Literatur

- BARANYI C., HEIN T., HOLAREK C., KECKEIS S. & SCHIEMER F., 2002: Zooplankton biomass and community structure in a Danube River floodplain system: effects of hydrology. *Freshwater Biology* 47 (3), 473–482.
- CASTELLA E., RICHARDOT-COULET M., ROUX C. & RICHOUX P., 1984: Macroinvertebrates as „describers“ of morphological and hydrological types of aquatic ecosystems abandoned by the Rhone River. *Hydrobiologia* 119, 219–225.
- HEIN T., PENNETZDORFER D., HEILER G., BAUMGARTNER C., TOCKNER K. & SCHIEMER F., 2000: Hydrochemische Charakterisierung und Sedimentverteilung in einem dynamischen Altarmsystem der Donau. In: SCHIEMER F. & RECKENDORFER W. (Hrsg.): *Das Donau Restaurierungsprogramm – Gewässervernetzung Regelsbrunn*. Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich 31, 27–42.
- KECKEIS H., FRANKIEWICZ P. & SCHIEMER F., 1996: The importance of inshore areas for spawning nase *Chondrostoma nasus* in a free-flowing section of a large River (Danube, Austria). *Archiv für Hydrobiologie Suppl.* 113, 51–64.
- KECKEIS H., WINKLER G., FLORE L., RECKENDORFER W. & SCHIEMER F., 1997: Spatial and seasonal characteristics of 0+ fish nursery habitats with special reference to *Chondrostoma nasus* in the Danube, Austria. *Folia Zoologica* 46, 133–150.
- RECKENDORFER W. & HEIN T., 2000: Morphometrie, Hydrologie und Sedimentologie in den Orther Donauauen. Studie im Auftrag der Nationalpark Donauauen GmbH.
- RECKENDORFER W., KECKEIS H., WINKLER G. & SCHIEMER F., 1999: Zooplankton abundance in the River Danube, Austria: the significance of inshore retention. *Freshwater Biology* 41, 583–591.
- SCHIEMER F., BAUMGARTNER C. & TOCKNER K., 1999: Restoration of floodplain rivers: The Danube Restoration Project. *Regulated Rivers: Research and Management* 15, 231–244.
- TOCKNER K. & BRETSCHKO G., 1996: Spatial distribution of particulate organic matter (POM) and benthic invertebrates in a river-floodplain transect (Danube, Austria): importance of hydrological connectivity. *Archiv für Hydrobiologie Suppl.* 155, 11–27.
- TOCKNER K., WINTERSBERGER H. & BAUMGARTNER C., 2000: Das Makrozoobenthos in der Regelsbrunner Au (Donau, Österreich). In: SCHIEMER F. & RECKENDORFER W., (Hrsg.): *Das Donau Restaurierungsprogramm – Gewässervernetzung Regelsbrunn*. Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich 31, 77–124.
- WINKLER G., KECKEIS H., RECKENDORFER W. & SCHIEMER F., 1997: Temporal and spatial distribution patterns of 0+ *Chondrostoma nasus* at inshore zones of a large river. *Folia Zoologica* 46, 133–150.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [34](#)

Autor(en)/Author(s): Reckendorfer Walter, , Steel Alan

Artikel/Article: [Auswirkungen der hydrologischen Vernetzung zwischen Fluss und Au auf Hydrologie, Morphologie und Sedimente. 19-30](#)