

Abh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 31 (2000): 27-41

Das Donau-Restaurierungsprojekt

Hydrochemische Charakterisierung und Sedimentverteilung in einem dynamischen Altarmsystem der Donau **— Hydrochemical characterization and sediment distribution in a dynamic floodplain of the River Danube**

Thomas HEIN, Doris PENNETZDORFER, Gudrun HEILER, Christian BAUMGARTNER,
Klement TOCKNER & Fritz SCHIEMER

HEIN T. et al., 2000: Hydrochemische Charakterisierung und Sedimentverteilung in einem dynamischen Altarmsystem der Donau

Die vorliegende Studie umfaßt flächendeckende Aufnahmen der Sedimentbeschaffenheit und hydrochemischer Indikatorparameter, des weiteren wurden hydrochemische Untersuchungen an ausgewählten Standorten in zwei Intensivserien unterschiedlicher hydrologischer Situation durchgeführt. Die Sedimente des untersuchten Ausystems sind durch geringe Feinsedimentauflagen charakterisiert und lassen sich anhand der Korngrößenverteilung in drei Gruppen einteilen. Während in den schottrigen Sedimenten der relative Anteil organischen Materials gering bleibt (<1,0 %), sind in den Feinsediment dominierten Altarmabschnitten ausgeprägte Konzentrationsunterschiede abhängig vom Vernetzungsgrad festzustellen. Der Effekt der hydrologischen Vernetzung auf unterschiedliche Augewässertypen kann durch eine hydrochemische Kartierung gezeigt werden. Die zeitliche Dynamik von Nähr- und Schwebstoffen in den Altarmen steht in Abhängigkeit zur Vernetzung (oberflächlich oder Sicker/Grundwasser) mit dem Fluß. Die Art und das Ausmaß der Dotation kann über chemische Indikatorparameter nachvollzogen werden.

HEIN T. et al., 2000: Hydrochemical characterization and sediment distribution in a dynamic floodplain of the River Danube

The present study assesses the sediment structure and characterizes the hydrochemistry of the whole backwater system; it also includes two short-term series at different hydrological situations at selected sampling stations. In the floodplain, sediments are characterized by thin fine sediment layers, and three groups can be distinguished according to grain size distribution. In the coarse fraction the relative proportion of organic matter is low (<1.0 %), whereas in the backwaters, dominated by fine fractions, the proportion exhibits a high variation depending on the degree of connectivity. The hydrochemical investigation reveals the effect of hydrological connectivity on different types of backwaters. In the backwaters the temporal dynamics of nutrients and suspended particles are related to the degree of connectivity, which can be determined based on chemical parameters.

Keywords: Donau, Au, hydrologische Vernetzung, Sediment, Hydrochemie, Danube, floodplain, hydrological connectivity, sediment, hydrochemistry

Einleitung

Ein Schlüsselfaktor für das ökologische Verständnis von Fluß-Au-Systemen ist die hydrologische Vernetzung zwischen Fluß und begleitenden Überschwemmungsgebieten, die sich sowohl über den Grundwasserkörper, als auch durch offene Verbindungen zwischen Fluß und Altarmen und durch Hochwässer etablieren kann (JUNK et al. 1989, SCHIEMER 1994, HEILER et al. 1995). Ausmaß, Länge und Dynamik der Vernetzung werden vom hydrologischen Regime des Flusses gesteuert und bestimmen Austausch- und Produktionsprozesse in den Fluß-Au-Systemen (VAN DEN BRINK et al. 1993, HEIN et al. 1996). Hochwässer produzieren ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Sedimentations- und Erosionsprozessen, fördern so eine hohe Habitat- und Biodiversität und initiieren biogeochemische Kreisläufe und Sukzessionen (AMOROS & ROUX 1988, BAYLEY 1995).

Der Erfolg der geplanten Revitalisierungsmaßnahmen im Zuge des Gewässernetzungsprojektes hängt wesentlich von der „Reversibilität“ von Verlandungsvorgängen (*sensu* AMOROS et al. 1987) ab, ob allochthone (also vom Fluß beeinflusste) oder bereits autochthone (systeminterne) Prozesse die Verlandung der Augewässer steuern. Diesbezügliche Aussagen lassen sich aus dem Aufbau und dem organischen Anteil der Sedimente treffen. Die genannten Sedimentparameter wurden in der vorliegenden Studie als sogenannte „functional descriptors“ zur Beschreibung der hydrologischen Vernetzung zwischen der Au und dem Hauptgerinne verwendet (vgl. ROSTAN et al. 1987, CHAUVET & DECAMPS 1988). Im Rahmen des hydrochemischen Projektteils wurde die räumliche Heterogenität der hydrologischen Vernetzung mit der Donau und die damit verbundenen Abflußbedingungen anhand einer hydrochemischen Kartierung des gesamten Projektgebietes nochvollzogen.

Nach Hochwasserereignissen kommt es in den Altarmen mit sinkendem Pegel, oberflächiger Isolierung (Abkoppelung) von der Donau und abnehmender Fließgeschwindigkeit zur Sedimentation der Schwebstoffe und zu einer verstärkten Akkumulation der eingetragenen Nährstoffe in Phytoplanktonbiomasse durch erhöhte Primärproduktion (HEIN et al., in press, SCHAGERL et al. 1996). Der zeitliche Verlauf des Zusammenspiels zwischen Trophiegrad, Schwebstofffrachten und hydraulischer Retention als Voraussetzung für die pelagische Produktion wurde zu zwei definierten hydrologischen Situationen an ausgewählten Standorten (siehe SCHIEMER et al. 2000) erfaßt.

Material und Methoden

Für Flächen- und Volumsabschätzungen wurden die Vermessungsarbeiten der DONAU-KRAFT aus den Jahren 1981-1984, sowie die Luftbilddauswertung einer Befliegung vom

Befliegung vom Oktober 1994 durch die ÖDOBAG herangezogen. Aus den Originalkarten (Maßstab 1:1000) wurden Höhengschichtlinien abgeleitet, auf Transparentpapier übernommen, digitalisiert, vektorisiert und mit dem Softwarepaket AUTOCAD ausgewertet.

Die Sedimentuntersuchungen und die hydrochemische Kartierung wurden flächendeckend durchgeführt. Im gesamten Altarmsystem wurden während der herbstlichen Niederwasserperiode (Abb. 1) die Feinsedimentauflagen mittels Meßplatten bestimmt und Sedimentkerne gezogen. In den Hauptarmbereichen beschränkte sich die Entnahme von Sedimentkernen auf die Uferzonen. Von 135 Einzelproben wurde die Korngrößenverteilung und die organischen Gehalte dreier Kornfraktionsklassen (<0,1 mm; 0,1-1,0 mm; >1,0 mm) bestimmt. Die Analyse der Sedimentparameter, Korngrößenverteilung und organischer Gehalt wurde nach Standardmethoden (siehe PENNETZDORFER 1997) durchgeführt.

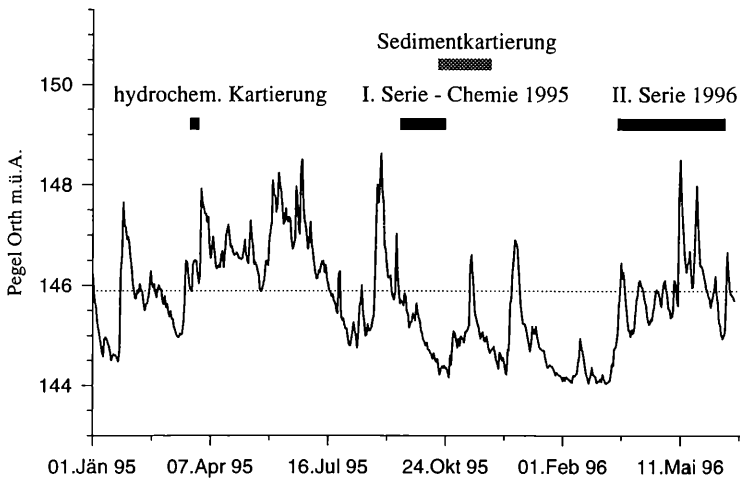


Abb. 1: Wasserstand der Donau (Pegel Orth in m.ü.A.) vom 1. Jänner 1995 bis 30. Juni 1996. Punktierter Linie stellt MW_{85} (lt. KWD 1985) als Referenz dar. Balken markieren Zeiträume der Probenahmen. — Water level of the Danube (gauge Orth in m.a.S.l.) from 01.01.1995 to 30.06.1996. Dotted line indicates mean water level (KWD, Federal Waterway Agency 1985). Bars mark investigation periods.

Eine hydrochemische Kartierung erfolgte im März 1995 bei Mittelwasser (Abb. 1) an 50 Standorten (inkl. Donau und Grundwassersonden). Es wurden physikalische und

chemische Parameter mit hydrologischem Indikatorwert analysiert: Nitrat, Silizium, Alkalinität, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Temperatur. Die Daten wurden statistisch in Form einer Clusteranalyse mit dem Programmpaket „SPSS“ ausgewertet. Die Anzahl der Gruppen wurde entsprechend den definierten geomorphologischen Typen (siehe SCHIEMER et al. 2000) auf fünf festgelegt.

An ausgewählten Standorten (Lageplan: siehe SCHIEMER et al. 2000) wurden 16 Termine in zwei Serien unterschiedlicher Wasserstände durchgeführt (Abb. 1). Die wöchentliche Beprobung bei sinkendem Pegel (nach einem Hochwasser) im September/Oktober 1995 erlaubte Aussagen über den Effekt einer Dotation, die nachfolgende Abkoppelung der verschiedenen Augewässerbereiche und weiterführend die Entwicklung des trophischen Potentials. Im Frühjahr 1996 lag der Schwerpunkt auf dem Zusammenhang von steigenden Temperaturen, beständigem Nährstoffeintrag bei Mittelwasser (MW) mit den Nährstoff- und Schwebstoffbedingungen als Voraussetzung für die pelagische Primärproduktion in dotierten Altarmen.

Das physikalisch-chemische Programm umfaßte Erhebungen im Freiland (Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffsättigungen, Pegelstände) sowie Analysen der Nährstoffe (Phosphor- und Stickstofffraktionen, Silizium), Alkalinität, pH und der Schwebstofffraktionen nach Standardmethoden im Labor (HEILER et al. 1995, STRICKLAND & PARSONS 1972).

Ergebnisse und Diskussion

Morphologie

Großräumige Bettumlagerungen — wie sie den ursprünglichen Zustand vor der Regulierung kennzeichneten — sind in Ausystemen unterhalb Wiens nicht mehr gegeben. Durch das Fehlen solcher großräumigen „Verjüngerungsprozesse“ wird die Fragmentierung des Ausystems begünstigt. Solche Fragmentierungsprozesse lassen sich für das Fluß-Ausystem östlich von Wien auf unterschiedlichen Skalen feststellen: (1) die freie Fließstrecke ist flußauf und flußab durch Kraftwerksbauwerke begrenzt; (2) innerhalb der Fließstrecke sind die Auen vom Hauptstrom zunehmend isoliert und (3) innerhalb des untersuchten Ausystems finden verstärkt Isolationsprozesse statt (TÖCKNER et al., in press).

Die Auswertung der Luftbilder einer Niederwassersituation (ÖDOBAG, Luftbilder Okt. 94) zeigte sehr deutlich die Aufspaltung des Gewässernetzes in 50 Einzelgewässer (Gesamtfläche: 75,6 ha). Zu diesen Zeitpunkt bedeckten die fünf Becken des Hauptarmsystems 90 % der Gesamtwasserfläche, während die mittlere Größe der restlichen 46 Gewässer nur 0,17 ha betrug (0,009 bis 0,8 ha; Abb. 2). Es war zu befürchten, daß ohne entsprechende Maßnahmen viele dieser Kleinstgewässer in Zukunft noch an Ausdehnung verlieren oder gänzlich verschwinden.

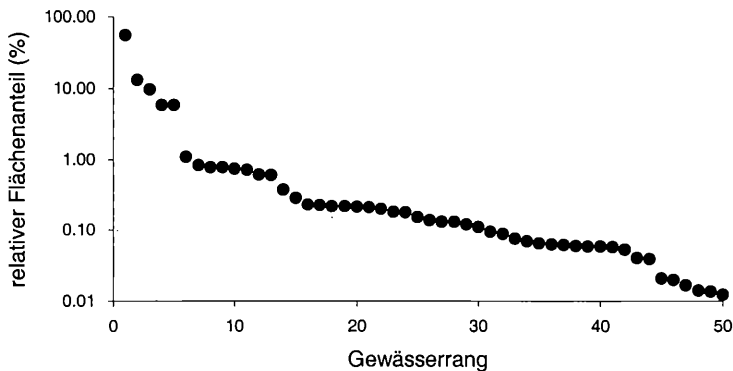


Abb. 2: Gewässerrang und relativer Flächenanteil — Verteilungsmuster bei Niederwasser (Bildflug Okt. 94, Daten ÖDOBAG). — Ranking of all water bodies in percent of the total area — distribution at low water level (Aerial photography, Oct. 94, ÖDOBAG).

Tab. 1: Flächenausdehnung, Vergleich Donau — Augebiet bei Niederwasser und einjährigem Hochwasser. Der Donaubereich wurde durch Fischaeinmündung bzw. Altarmausrinn abgegrenzt. ¹ Donau: Fläche zwischen den befestigten Ufern; ² Für Donau Fließbereich; für Au Hauptgewässerzug; ³ berechnet als Grabenfläche ohne Inseln (= Wasserfläche bei einjährigem Hochwasser) – Niederwasserfläche. — Comparison of the area of the river and the floodplain at low water level and one-year high water. The area of the Danube was estimated between the confluence with the River Fischa and the downstream opening of the side-channel. ¹ Danube: area at the bankfull level; ² in the Danube areas integrated in the flow regime; in the floodplain the side-channel; ³ estimated as the bankfull area without islands (area at an one-year high water) – low water area.

	Fläche (ha)		Uferlänge (km)	
	Donau	Au	Donau	Au
Fläche:				
Gesamtfläche (Land + Wasser)	346,94	570,64		
Grabensystem ¹	346,94	128,11	20,4	64,8
Inseln	14,08	1,64	7,6	8,2
Wasserfläche:				
Niederwasser: gesamte Wasserfläche	273,48	74,77	31,6	32,0
davon angebundene Gewässer ²	268,28	69,13	26,6	25,1
isolierte Gewässer	5,19	5,64	4,9	6,9
Semiaquatischer Bereich ³	51,70	59,38		
Prozent der (Gabenfläche – Inseln)	18%	41%		

Die Flächenausdehnung des Grabensystems im Untersuchungsgebiet erreichte weniger als die Hälfte der Donaupläche (berechnet zwischen Fischaeinmündung und Altarmausrinn), seine semiaquatische Fläche entsprach jedoch in absoluten Zahlen etwa den Werten der Donau (Tab. 1). Entsprechend der hohen Fragmentierung erreichte die Gesamtuferlänge der Augewässer bei Niederwasser die Werte der wesentlich größeren Donauwasserfläche.

Feinsedimentauflagen in den Augewässern

Die starken Schwankungen der Feinsedimentauflagen im Bereich der Niederwasserfläche belegten die bemerkenswerte Heterogenität der benthischen Lebensräume. Im untersuchten Ausystem ließen sich dynamische Prozesse noch ansatzweise erkennen. Die erosive Kraft der Hochwässer verhinderte mehrheitlich die Akkumulation von Feinsedimenten im Vergleich zu stark abgedämmten Ausystemen (SCHIEMER et al., in press, Abb. 3). Dies traf insbesondere für den Hauptarm und die Altarme im Bereich des Mitterhaufens zu (Quadrantenbereich 33-35). Aber in isolierten Armen waren die Feinsedimentanlagerungen beträchtlich (bis > 2 m, z.B. Quadranten G27-G29), und auch in den Uferzonen des Hauptarms verringerten Feinsedimentanlagerungen stellenweise den Gewässerquerschnitt.

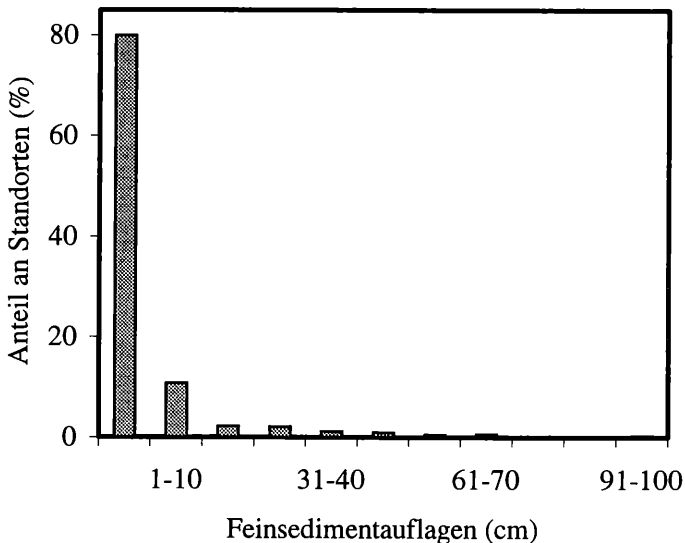


Abb. 3: Relativer Anteil der Standorte mit Feinsedimentanlagerungen (in cm) in Regelsbrunn. — Relative portion of sites according to classes of their fine sediment layer in the investigated reach.

Korngrößenverteilung

Anhand des mittleren Korndurchmessers ließen sich drei Sedimentgruppen deutlich voneinander unterscheiden:

- (1) die schottrigen Sedimente, mit einem mittleren Korndurchmesser von $17,5 \pm 13,1$ mm (1,1 bis 65 mm)
- (2) Feinsedimentablagerungen, mit einem mittleren Durchmesser von $0,10 \pm 0,07$ mm (0,02 bis 0,42 mm)
- (3) Feinsedimentablagerungen, mit einem mittleren Durchmesser von $\leq 0,01$ mm.

Besonders feinkörnige Sedimente fanden sich in donaanahen Altarmen, in denen sich bei Überflutung feinste Fraktionen des „Donauschwebs“ ablagerten (diese Probenstellen waren zusätzlich durch niedrige organische Konzentrationen gekennzeichnet), und in weitgehend isolierten Autümpeln mit hohen organischen Konzentrationen.

Der Aufbau der schottrigen Sedimente im Augebiet und im Donauuferbereich war sehr ähnlich (TÖCKNER & BRETSCHKO 1996). Der mittlere Korndurchmesser im Ausystem betrug $M_d = 17,5 \pm 13,1$ mm; jener im Donauuferbereich $15,3 \pm 6,4$ mm. Insbesondere im Hauptarm waren aber die schottrigen Sedimente aufgrund des Fehlens von Umlagerungen konsolidiert und verklastet. Einbrechende Hochwasserwellen stellten hier eine „konservierende“ und keine „formende“ Kraft mehr dar. Der Eintrag an Feststoffen ins Ausystem beschränkte sich auf Schwebstoffe zum Zeitpunkt der oberflächigen Anbindung, Geschiebe wurde hingegen kaum eintransportiert (vgl. LEOPOLD et al. 1964).

Organisches Material

Der mittlere relative Anteil des organischen Materials in den Bettsedimenten lag bei 3,5 % ($\pm 1,1$ %, $n = 138$). Die Konzentrationen bewegten sich zwischen 0,1 und 6,5 %. Es bestand eine negative Beziehung zwischen der Konzentration und dem mittleren Korndurchmesser (PENNETZDORFER 1997). Während in den schottrigen Sedimenten die Konzentrationen allgemein gering waren ($< 1,0$ %), waren in den feinsedimentigen Altarmabschnitten ausgeprägte Konzentrationsunterschiede festzustellen. Besonders niedrige Konzentrationen ($< 0,5$ %) wiesen die Sedimente in den dynamischen Altarmabschnitten im Bereich des Mitterhaufens (Quadrantenbereich 33-35) auf. Auch in ehemaligen Einströmbereichen, die zumindest bei Hochwasser noch intensiv mit der Donau in Verbindung standen, waren die Gesamtkonzentrationen niedrig (Quadranten E16, F18, I28).

Hohe Konzentrationen ($> 3,0$ %) fanden sich hingegen ausschließlich in den Feinsedimenten isolierter Autümpel (G27 G30, E34) und völlig abgetrennter, in Verlandung begriffener Altarme (H39, F41, G43, E47, E13-E15). Hohe Konzentrationen konnten ebenfalls in den feinsedimentigen Uferbereichen östlich der Regelsbrunner Traverse festgestellt werden. Durch die häufige unterstromige Anbindung an die Donau (ab MW)

wurde Donauschweb mit hohem organischem Anteil eintransportiert und lagerte sich in diesem Bereich ab.

Der relative organische Anteil in den Sedimenten war deutlich niedriger als im stärker isolierten nördlich der Donau gelegenen Auabschnitt. Dort konnten in den entlegenen Gewässern mittlere Gesamtkonzentrationen von 8 % beobachtet werden, während im Untersuchungsgebiet die Konzentrationen maximal 6,5 % erreichten (TOCKNER & BRETSCHKO 1996). Jene Gewässerabschnitte, in denen Konzentrationen von > 3,0 % beobachtet wurden, wurden aber weitgehend durch autogene Prozesse gesteuert. Eine Umkehrbarkeit der Verlandung ist hier praktisch unmöglich.

Der organische Gehalt in den Augewässern (insbesondere in den Feinsedimentablagerungen) war um eine Größenordnung höher als im Hauptstrom (PENNETZDORFER 1997, TOCKNER & BRETSCHKO 1996). Sekundäre und tertiäre Augewässer wurden in ihrer Funktion Fließgewässern kleiner Ordnungszahl gleichgesetzt (ROSTAN et al. 1987, SMOCK 1990). Die derzeitigen lang andauernden Phasen der Isolation verhinderten jedoch einen häufigen Abtransport des im Ausystem gebildeten autochthonen organischen Materials. Durch die verstärkte Vernetzung der Au mit dem Hauptstrom und durch die zu erwartende Ausdehnung der semiaquatischen Flächen ist mit einem verstärkten Eintrag von labilem organischen Material zu rechnen (WETZEL 1995). Dadurch wird es zu einer Bereicherung der Nahrungsnetze im Hauptstrom kommen. Die Donau und ihre gefährdete Fließwassergemeinschaft werden daher gleichfalls von der geplanten Gewässervernetzung profitieren.

Flächendeckende hydrochemische Untersuchungen

Mit Hilfe der hydrochemischen Kartierung und einer Klassifikation der Augewässer bezüglich ihrer physikalisch-chemischen Beschaffenheit wurden die hydrologische Vernetzung und generelle Trends im Durchflußregime (vgl. FORSBERG et al. 1988) während einer Mittelwassersituation im Augebiet beleuchtet (Abb. 4).

Die erste Gruppe setzte sich aus der Donau, der Fischa und den massiv dotierten Einströmbereichen zusammen. Diese Gewässer waren durch die niedrigsten Leitfähigkeits- und Alkalinitätswerte (geochemische Parameter) sowie durch die höchsten Nitratkonzentrationen charakterisiert. Die größte Ähnlichkeit zur ersten Gruppe hatten die Gruppen zwei und fünf. In der zweiten Gruppe lagen die Hauptarmstandorte mit angeschlossenen Seitenverzweigungen (Parapotamon), die stark von der Donau beeinflusst wurden und daher im Vergleich mit den anderen Augewässern noch sehr hohe Nitratkonzentrationen und niedrige geochemische Werte aufwiesen. Die Gewässer der Gruppe fünf waren neben erhöhten Nitratkonzentrationen durch geringere Alkalinitäten in Verbindung mit höheren Sauerstoffsättigungen charakterisiert. Der Eintrag eutrophierten Donauwassers bei höheren Retentionszeiten hatte hier eine gesteigerte Produktivität zur Folge. In der dritten Gruppe, gekennzeichnet durch geringere Nitratkonzentrationen und hohe geochemische Werte, fanden sich isoliertere Gewässerbereiche, die nicht in das Abflußgeschehen integriert waren. Die vierte Gruppe

zeigte den stärksten Isolationsgrad vom Fluß. Der unterschiedliche Chemismus wurde durch den Eintrag von Hangwasser noch verstärkt. In diesen Auebereichen war auch noch bei Mittelwasser der landseitige Zufluß von Bedeutung.

Die Verteilung der einzelnen Gewässergruppen über das Untersuchungsgebiet gibt Aufschluß über die wesentliche Durchflußrichtung. Ausgehend von der Dotation des Auegebietes bei den Einstrombereichen ober- und unterhalb der Haslauer Traverse (Strom-km 1901,8) funktioniert der Hauptarm mit seinen angeschlossenen Seitenverzweigungen und der begleitende Grundwasserstrom (vgl. G33c und J34d) bis hin zum Ausrinn (Strom-km 1895,5) als Hauptdurchfluß. Seitlicher Eintrag von der Donau im Bereich des Mitterhaufens spielt bei Mittelwasser noch eine untergeordnete Rolle. Im donaufernen Randbereich der Au stellt der phreatische Grundwasserzuzug eine wichtige Wasserzufuhr dar (HEIN 1993).

Nährstoffe und Schwebstoffe in Abhängigkeit zum Wasserstand in der Donau

Die Nährstoffe Orthophosphat und Nitrat zeigten in der Donau und dem Parapotamon unterschiedliche Muster (Abb. 5a, 5b). Die Nitratkonzentrationen der Donau bewegten sich im Mittel zwischen 1,8 und 2,5 mg/l und lagen damit deutlich höher als im Hauptgewässerzug des Ausystemes. Dort nahmen die Konzentrationen mit steigendem Pegel und verstärkter Anbindung zu (Abb. 5b, HEILER 1993). Die Orthophosphatkonzentrationen in der Donau und dem Hauptarm stiegen mit Wasserständen über Mittelwasser (MW) deutlich an und erreichten bei Hochwasser maximale Mittelwerte. Die Schwebstofffrachten der Donau waren mit dem Wasserstand korreliert (Abb. 5c). Im Hauptarm stieg der anorganische Anteil der Schwebstoffe mit oberflächiger Vernetzung mit der Donau (HEIN et al., in press).

Im Auegebiet finden abrupte hydrologische Änderungen statt: lange stagnierende Phasen werden von kurzen lotischen Perioden unterbrochen. Nach CHAUVET & FABRE (1990) können die kurzen lotischen Perioden als „hydrologische“, die langen stagnierenden Phasen als „biologische“ Phasen bezeichnet werden. Während der „hydrologischen“ Phasen, die im Ausystem regulierungsbedingt kurz sind, wird massiv Schweb von der Donau in die Au eingetragen und organisches Material in die Donau ausgeschwemmt. Die mittlere Konzentration liegt zum Zeitpunkt des Hochwassers etwa 10-fach über der Grundkonzentration (PENNETZDORFER 1997). Aufgrund der geringen Retentionszeit zum Zeitpunkt eines Hochwassers kann das organische Material kaum von den Donaubiozöten genutzt werden. Ein großer Anteil des organischen Materials setzt sich während längerer Niederwasserperioden aus Algenbiomasse zusammen (SCHAGERL & RIEDLER 2000).

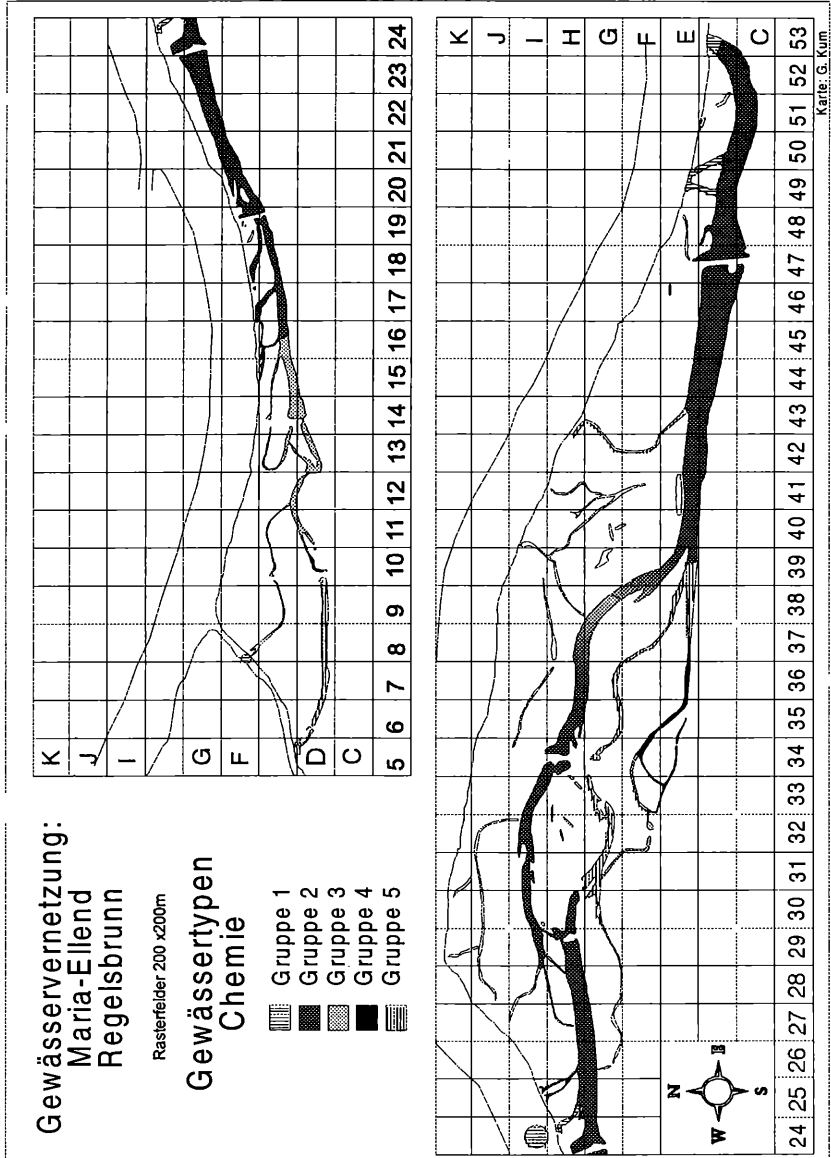


Abb. 4: Gebietskarte mit den fünf Gruppen, dargestellt in verschiedenen Grautönen und Rasterungen; Quadrantensystem (siehe SCHIEMER et al. 2000). — Map of the study area; different patterns indicate the 5 chemical classes; co-ordinates (SCHIEMER et al. 2000).

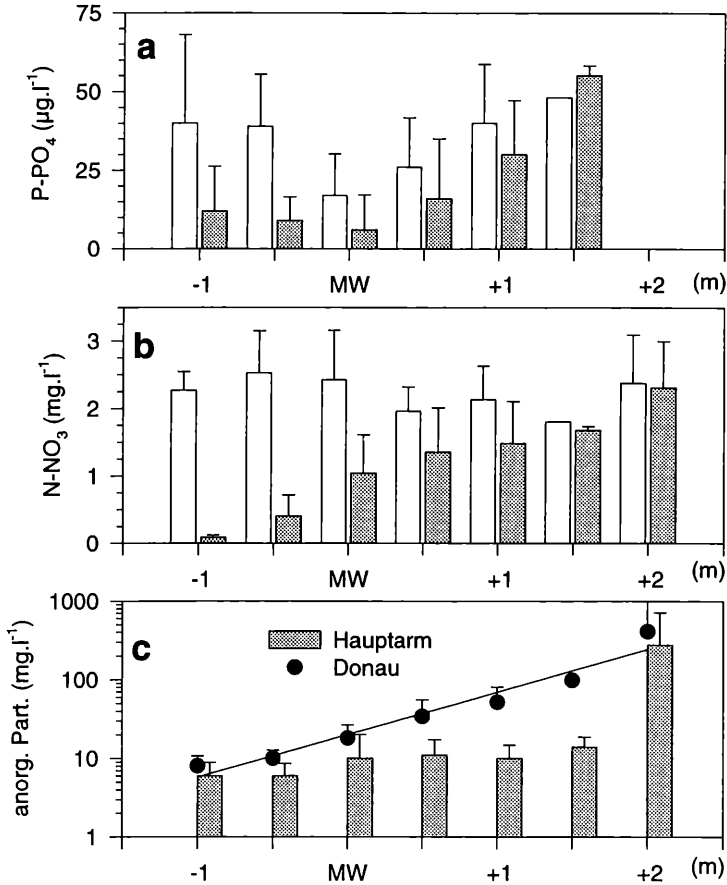


Abb. 5: a) Orthophosphat-, b) Nitratkonzentrationen und c) anorganischer Schwebstoffanteil in der Donau und dem Hauptarm (Parapotamon); bei c ist auf die log-Skalierung der y-Achse zu achten. – Means and standard deviation of a) SRP (soluble reactive phosphate), b) nitrate-N and c) inorganic particles in the Danube and the side-channel (parapotamon) at defined hydrological conditions; at figure 5c the y-axis is log scaled.

Literatur

- AMOROS, C. & ROUX, A. L., 1988: Interaction between waterbodies within the floodplains of large rivers: function and development of connectivity. In: K.-F. SCHREIBER (ed.): *Connectivity in Riverine Landscape*: 125-130.- Proceedings of the 2nd International Seminar of the International Association of Landscape Ecology.- *Münstersche Geographische Arbeiten* 29, Münster.
- AMOROS, C., ROSTAN, J.-C., PAUTOU, G. & BRAVARD, J.-P., 1987: The reversible process concept applied to the environmental management of large river systems.- *Environmental Management* 11, 607-617.
- BAYLEY, P. B., 1995: Understanding large river-floodplain ecosystems.- *BioScience* 45, 153-158.
- CHAUVET, E. & DECAMPS, H., 1988: Lateral interaction in a fluvial landscape: the River Garonne, France.- *J.N.Am.Benthol.Soc.* 8, 9-17.
- CHAUVET, E. & FABRE, A., 1990: Dynamics of seston constituents in the Ariège and Garonne rivers (France).- *Hydrobiologia* 192, 183-190.
- FORSBERG, B. R., DEVOL, A. H., RICHEY, J. E., MARTINELLI, L. A. & DOS SANTOS, H., 1988: Factors controlling nutrient concentrations in Amazon floodplain lakes.- *Limnol. Oceanogr.* 33 (1), 41-56.
- HEILER, G., 1993: Hochwasserdynamik und hydrologische Vernetzung als steuernde Faktoren für die Ökologie von Ausystemen.- Dipl. Univ. Wien.
- HEILER, G., HEIN, T., SCHIEMER F. & BORNETTE, G., 1995: Hydrological connectivity and flood pulses as the central aspects for the integrity of a river-floodplain system.- *Reg. Rivers: Research and Management* 11, 351-361.
- HEIN, T., 1993: Hydrologische Vernetzung — Schlüsselfaktor für Auensysteme ? Hydrochemische und Zooplanktische Kennzeichnung der Regelsbrunner Au in Abhängigkeit zur Vernetzung mit der Donau und dem Grundwasser.- Dipl. Univ. Wien.
- HEIN, T., HEILER, G., PENNETZDORFER, D., RIEDLER, P., SCHAGERL, M. & SCHIEMER, F., in press: The Danube Restoration Project: Functional aspects and planktonic productivity in the floodplain system.- *Reg. Rivers*.
- HEIN, T., SCHAGERL, M., HEILER, G. & SCHIEMER, F., 1996: Chlorophyll-a and hydrochemical dynamics in a backwater system of the Danube controlled by hydrology.- *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 113, *Large Rivers* 10: 463-470.
- JUNK, W. J., BAYLEY, P. B. & SPARKS, R. E., 1989: The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: D.P. DODGE (ed.): *Proceedings of the International Large River Symposium*.- *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 106, 110-127.

- LEOPOLD, L. B., WOLMAN, M. G. & MILLER, J. P., 1964: Fluvial processes in geomorphology: 522pp, (Freeman & Company) San Francisco.
- PENNETZDORFER, D., 1997: Räumliche und zeitliche Sedimentdynamik in einem Ausystem der Donau.- Dipl. Univ. Wien.
- ROSTAN, C., AMOROS, C. & JUGET, J., 1987: The organic content of surficial sediments: a method for the study of ecosystem development in abandoned river channels.- *Hydrobiologia* 148, 45-62.
- SCHAGERL, M., KRBEK, H., NAIRZ, S. & WIELTSCHNIG, C., 1996: Pelagische Primärproduktion in einem Donaualtarm bei Regelsbrunn (Niederösterreich).- *Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich* 133, 201-216.
- SCHAGERL, M. & RIEDLER, P., 2000: Phytoplanktonzusammensetzung in der Regelsbrunner Au.- *Abh. Zool.-Bot. Ges. Österreich* 31, 43-62.
- SCHIEMER, F., 1994: Monitoring of floodplains: limnological indicators. In: G. AUBRECHT, G. DICK & P. CRAWFORD (eds.): *International Wetland and Waterfowl Bureau* 30, 95-107.
- SCHIEMER, F., TOCKNER, K. & BAUMGARTNER, C., 2000: Das Donau-Restaurierungsprogramm: Rahmenbedingungen und Untersuchungskonzept.- *Abh. Zool.-Bot. Ges. Österreich* 31, 1-25.
- SCHIEMER, F., BAUMGARTNER, C. & TOCKNER, K., in press: The Danube Restoration Project: Conceptual Framework, Monitoring Program and Predictions on hydrologically controlled changes.- *Reg. Rivers*.
- SMOCK, L. A., 1990: Spatial and temporal variation in organic matter storage in low-gradient, headwater streams.- *Arch.Hydrobiol.* 188, 169-184.
- STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R., 1972: A practical handbook of seawater analysis.- *Bulletin* 167, Fish. Res. Board of Canada.: 310pp., Ottawa.
- 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.- *Arch.Hydrobiol.Suppl.* 155, 11-27.
- TOCKNER, K., SCHIEMER, F., BAUMGARTNER, C., KUM, G., WEIGAND, E., ZWEIMÜLLER, I. & WARD, J. V., in press: The Danube Restoration Project: Species diversity patterns across connectivity gradients in the floodplain system.- *Reg. Rivers*.
- VAN DEN BRINK, F. W. B., DE LEEUW, J. P. H. M., VAN DER VELDE, G. & VERHEGGEN, G. M., 1993: Impact of hydrology on the chemistry and phytoplankton development in floodplain lakes along the Lower Rhine and Meuse.- *Biogeochemistry* 19, 103-128.
- WETZEL, R. G., 1995: Death, detritus, and energy flow in aquatic ecosystems.- *Freshwater Biology* 33, 83-89.

Anschrift: Thomas HEIN, Doris PENNETZDORFER, Gudrun HEILER, Christian BAUMGARTNER, Klement TOCKNER* & Fritz SCHIEMER; Universität Wien, Institut für Ökologie und Naturschutz, Althanstr. 14, A – 1090 Wien, email: Thomas.Hein@univie.ac.at, *EAWAG/ETH Zürich, Abteilung Limnologie, Überlandstr. 133, CH – 8600 Dübendorf

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: 2000

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Hein Thomas, Baumgartner Christian, Tockner Klement, Schiemer Fritz, Pennetzdorfer Doris, Hein Heiler Gudrun

Artikel/Article: [Hydrochemische Charakterisierung und Sedimentverteilung in einem dynamischen Altarmsystem der Donau. 27-41](#)