

Bedeutung der hydrologischen Vernetzung für die hydrochemische Situation der Augewässer im Bereich Orth an der Donau

1999 und 2001 wurde eine Erhebung hydrochemischer und planktischer Parameter im Ausystem Orth durchgeführt. Im vorliegenden Bericht wird der generelle Zusammenhang zwischen der mittleren Dauer der Durchströmung und den geo- und nährstoffchemischen Parametern, sowie der Phytoplanktonbiomasse dargestellt. Basierend auf dem dargestellten Trend kann der Effekt von Vernetzungsmaßnahmen prognostiziert werden. Um die Auswirkungen der tatsächlichen Maßnahmen beurteilen zu können, wurde die Situation nach Abschluss des ersten Bauabschnittes 2001 evaluiert.

Thomas Hein
Christian Baranyi
Walter Reckendorfer





Bedeutung der hydrologischen Vernetzung für die hydrochemische Situation der Augewässer im Bereich Orth/Donau.

durchgeführt und erstellt von:

DR. THOMAS HEIN & INSTITUT FÜR ÖKOLOGIE UND NATURSCHUTZ

CHEMISCHE ANALYTIK

durchgeführt am Inst. f. Ökologie und Naturschutz, Abt. Limnologie (H. Kraill)

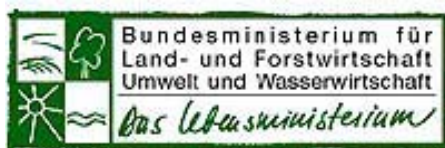
Bericht:

THOMAS HEIN, CHRISTIAN BARANYI & WALTER RECKENDORFER

IM AUFTRAG VON

Nationalpark Donauauen GmbH

WIEN 2002



Zusammenfassung

Die vorliegende Studie umfasst eine Erhebung hydrochemischer und planktischer Parameter im Orther Ausystem vor (1999) und nach (2001) durchgeführten Gewässervernetzungsmaßnahmen (LIFE98NAT/A/005422). Die Durchströmungsdauer wurde dabei von 21 Tagen/Jahr für die große Binn und 15 Tagen/Jahr für die kleine Binn nach der ersten Bauphase im Winter 2000 auf 160 Tagen/Jahr und nach der Fertigstellung im Winter 2001 auf 290 Tagen/Jahr erhöht. Funktionelle Deskriptoren wie hydrochemische und planktische Parameter reagieren sehr rasch auf geänderte hydrologische Bedingungen und lassen daher unmittelbare Aussagen über Veränderungen zu. Der Zusammenhang zwischen Durchströmung und der hydrochemischen und planktischen Situation in den Augewässern wurde im vorliegenden Bericht genutzt um eine Prognose nach Fertigstellung der Öffnungsmaßnahmen möglich zu machen. Diese Prognose wurde durch einen Vergleich zwischen der Situation vor den Maßnahmen (1999) und nach dem ersten Bauabschnitt (2001) evaluiert.

Längere Durchströmung führt zu geringeren Leitfähigkeitswerten und höheren Nährstoff- und Schwebstoffkonzentrationen in den Augewässern. Die Phytoplanktonbiomassen erreichen bei einer kurzen Durchströmungsdauer von 1 Monat/Jahr die höchsten Werte und sinken mit längerer Dauer auf ein mittleres Konzentrationsplateau von $20 \mu\text{g l}^{-1}$ Chlorophyll-a (Chl-a) ab. Diese Zusammenhänge lassen für die Orther Auen insgesamt einen hydrochemisch gesehen homogeneren, donauähnlicheren Zustand mit einer mittleren planktischen Produktivität erwarten. Zwischen der Situation vor und nach der ersten Bauphase konnten diese Trends der Veränderungen festgestellt werden, ein signifikanter Befund wäre nach der vollständigen Öffnung zu erwarten.

Keywords: Life, Hydrochemie, Donau, Au, Phytoplankton, Nährstoffe, hydrologische Vernetzung, Gewässervernetzung

Summary

The hydrochemical and planktonic situation of the floodplain segment Orth was investigated before (1999) and after (2001) the restoration measures (LIFE98NAT/A/005422). The upstream connectivity of the floodplain was increased from 21 days/year in the backwater “große Binn” and from 15 days/year in the backwater “kleine Binn” to 160 days/year in the first stage of construction and finally, after the second stage to 290 days/year. Functional descriptors like hydrochemical and plankton parameters react immediately on a change of the hydrological conditions. Therefore, they can be used to elucidate the first effects of the restoration. The relationship between the duration of upstream connectivity and the hydrochemical and planktonic situation is used to predict the effect of the changes after the completion of the restoration measures. These predictions were evaluated by a comparison of the situation before (1999) and after (2001) the restoration.

A longer duration of upstream connectivity lead to lower conductivity levels, but higher nutrient and suspended solids concentrations in the backwaters. The phytoplankton biomass show the highest mean values at an upstream connectivity of 1month/year and decrease with increasing duration of upstream connectivity to a mean concentration plateau of $20 \mu\text{g l}^{-1}$ Chlorophyll-a (Chl-a). The presented relationships point to a more “Danube like” hydrochemical situation in the backwaters, with a medium level of phytoplankton biomass. Between the situation before and after the first stage of construction, these tendencies of changes are confirmed, significant results can be expected after the completion of the restoration measures.

Einleitung

Ein bestimmendes Kriterium für die ökologische Funktionsfähigkeit von Flussauen ist die hydrologische Konnektivität, die Vernetzung der Augewässer mit dem Hauptstrom. Zahlreiche Untersuchungen aus anderen Auegebieten im Nationalpark Donauauen belegen die Bedeutung der hydrologischen Vernetzung für den Sedimentein- und Austrag (TOCKNER et al. 1999), die Nährstoffsituation, die planktische Primärproduktion (HEIN et al. 1999) und die Zusammensetzung und Entwicklung des Planktons (BARANYI et al. 2002; HEIN et al. 2001).

Die Intensität der Vernetzung ist vom Wasserstand des Flusses und der Höhe der Einströmöffnungen abhängig. Das Ziel des Projektes „Gewässervernetzung Orth“ ist es daher durch bauliche Maßnahmen (Absenkung der Einströmbereiche) die hydrologische Vernetzung zu erhöhen um sich den ursprünglichen Bedingungen vor der Donauregulierung wieder anzunähern (NATIONALPARK DONAUAUEN GmbH 1998). Nach den geplanten Öffnungsmaßnahmen wird die Orther Au an ca. 290 Tagen/Jahr von oben durchströmt (vorher 15 – 21 Tage/Jahr) und damit wieder eine nebenarmartige Charakteristik besitzen.

Die Schwebstoffverhältnisse und die nährstoffchemische Beschaffenheit der Augewässer wird unmittelbar durch Veränderungen in den hydrologischen Bedingungen betroffen und eignet sich daher erste Effekte der Öffnungsmaßnahmen zu analysieren (SCHIEMER et al. 1999). Im vorliegenden Bericht wird der generelle Zusammenhang zwischen der mittleren Dauer der Durchströmung und geo- und nährstoffchemischen Parametern sowie der Phytoplanktonbiomasse dargestellt. Basierend auf dem dargestellten Trend kann der Effekt der Maßnahmen nach Fertigstellung prognostiziert werden. Um die Auswirkungen der tatsächlichen Maßnahmen zu evaluieren wird die Situation nach Abschluss des ersten Bauabschnittes im Jahre 2001 mit der Situation vor den Maßnahmen verglichen.

Material und Methode

Verwendete Daten

Im Zuge der Erhebungen wurden 8 Standorte im Gebiet der Orther Donauauen und ein Standort in der Donau beprobt. 6 Standorte sind von den Maßnahmen betroffen, zwei dienten als Referenzstandorte. Die Referenzstandorte wurden untersucht um Veränderungen in den analysierten Parametern, die nicht auf die Maßnahme zurückzuführen sind, erfassen zu können (BACI-Design, Before-After-Controll-Impact nach UNDERWOOD 1994). Vor Beginn der Bauarbeiten (1999) wurden 8 Probenahmen durchgeführt, nach den (teilweise) durchgeführten Öffnungsmaßnahmen wurde 3 Probenahmen durchgeführt. Um die generellen Zusammenhänge zwischen Hydrologie (Tage Durchströmung) und den hydrochemischen Schlüsselparametern erfassen zu können, wurden Daten aus anderen Untersuchungsprogrammen (Gewässervernetzung Regelsbrunn: HEIN et al. 2001) in die Analyse miteinbezogen.

Hydrologie

Der relevante, durch die Maßnahmen veränderte, Parameter ist die Dauer (Tage/Jahr) der (oberstromigen) Anbindung an das Hauptgerinne der Donau. Dieser Wert ergibt sich aus der Höhenlage (M. ü. A.) der Einströmbereiche und der durchschnittlichen Überschreitungsdauer des Donaupegels für diese Werte.

Chemische Analytik

Im Freiland wurden Temperatur, Sauerstoffgehalt und Leitfähigkeit des Wassers, sowie die Pegelstände erhoben. Die restlichen chemischen Parameter wurden im Labor bestimmt (Tab. 1). Die Analysen wurden am Institut für Ökologie und Naturschutz, Abt. Limnologie der Universität Wien nach Standardmethoden (GOLTERMANN et al. 1978, PARSONS et al. 1984) durchgeführt.

Tab. 1: Dargestellte Parameter, Einheit und Grundlage der Analyse.

Tab. 1: Presented parameter, units and analytical principles

MESSGRÖßE	KURZFORM, EINHEIT	METHODE
Temperatur	Temp in °C	mit Oximeter
Leitfähigkeit	Lf in $\mu\text{S cm}^{-1}$	mittels Conductometers (WTW Lf 330) und automatischer Temperaturkompensation auf 25 °C
Sauerstoff	O ₂ in mg l ⁻¹ bzw. %	potentiometrisch (WTW/ OXI 330)
Phosphorfraktionen: Orthophosphat, Totalphosphor	P-PO ₄ , P _{tot} in $\mu\text{g l}^{-1}$	photometrisch bei 885 nm, Reduktionsmittel: Ascorbinsäure; Totalphosphor nach Schwefelsäure - Peroxid Aufschluß
Nitrat	N-NO ₃ in $\mu\text{g l}^{-1}$	photometrisch bei 420 nm (nach MÜLLER & WIEDEMANN 1955)
Trübe (Schwebstoffe):	SS in mg l ⁻¹	vorbehandelte Filter (GF/F - 2 h bei 490°C); nach Filtration über Nacht bei 80°C; für Aschgewicht 2 h bei 490 °C
Org. Schwebstoffe	POM in mg l ⁻¹	Differenz Trockengewicht - Aschgewicht
Chlorophyll-a	Chl-a in $\mu\text{g l}^{-1}$	photometrisch nach Extraktion mit 90%igem Aceton bei 663 nm, Trübungskorrektur bei 750 nm, Berechnung nach LORENZEN (1967)

Statistische Analyse

Die statistische Analyse erfolgte mit dem Softwarepaket SPSS. Die allgemeinen Zusammenhänge zwischen den hydrochemischen Parametern und der Hydrologie (Tage Durchströmung/Jahr) wurden mittels Regressionsanalyse dargestellt. Die Signifikanz der Auswirkung der Maßnahmen, im Vergleich zu den Veränderungen an den Kontrollstandorten (nicht auf die Maßnahmen zurückzuführen) wurde mittels Varianzanalyse (2-Way ANOVA, BACI-Design) getestet. Die Auswirkungen der Öffnungsmaßnahme sind statistisch belegbar, wenn sich die Änderungen an den beeinflussten Standorten signifikant von den Veränderungen an den Kontrollstandorten unterscheiden. Statistisch drückt sich das in einem signifikanten P-Wert für die Wechselwirkung zwischen den beiden Faktoren (Vorher/Nachher bzw. Beeinflusst/Kontrolle) aus. Nähere Erklärungen zu den verwendeten Tests finden sich in RECKENDORFER & BARANYI (2000).

Alle Messdaten wurden in das Informationssystem (geografisch referenzierten Datenbank) des NP-Donauauen am Institut für Ökologie & Naturschutz, Althanstrasse 14, 1090 Wien eingegeben.

Ergebnisse & Interpretation

Hydrologie

Das Gewässersystem der Orther Donauauen umfasst das ehemalige Hauptbett der Donau und ein ehemaliges Nebengerinne die heutige „Kleine Binn“. Seit der Regulierung waren die Gewässer durch den Treppelweg weitgehend von der Donau abgeschnitten. Das bedeutet, dass eine oberstromige Anbindung an den Hauptkanal der Donau erst bei Wasserständen knapp unter HSW (Pegel Orth/Donau 148,45 M. ü. A) erfolgte. Ab einem Wasserstand von 147,5 M.ü.A. (Pegel Orth/Donau) wurde die Kleine Binn von oben durchströmt. Bezogen auf den langjährigen Durchschnitt bedeutet das eine Anbindungsdauer von 15 Tagen/Jahr (RECKENDORFER 2000). Die Einströmöffnung des zweiten Hauptgewässerzuges, der „Großen Binn“ lag vor den Umbaumaßnahmen bei 147,3 M. ü. A. (Pegel Orth/Donau), was einer durchschnittlichen Anbindungsdauer von 21 Tagen/Jahr entsprach (Abb. 1).

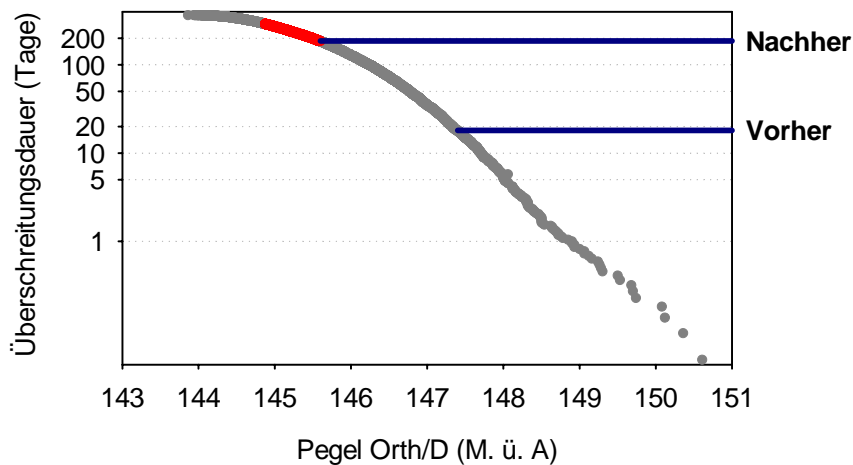


Abb. 1: Mittlere Überschreitungsdauer pro Jahr (Zeitraum 1979-2000) für den Donaupegel Orth/D. Die blauen Referenzlinien kennzeichnen die Änderungen der Durchströmungsdauer im Zeitraum der Begleituntersuchung. Der rote Bereich kennzeichnet die endgültig erreichte Dauer nach Abschluss der Bauarbeiten.

Fig. 1: Mean exceeding duration of the Danube water level per year at station Orth/D (in m. above sea level). Blue line indicate change of the duration of upstream connectivity during the investigation period. Red line indicate the duration after the completion of the measures.

Durch den Rückbau der Uferbefestigung wurde die Anbindungsdauer für beide Gewässerzüge wesentlich erhöht. Während der Phase der Nachuntersuchung (12.06 - 24.07.2001) lagen die Einströmbereiche bei 145,8 M. ü. A. (Pegel Orth/Donau), was einer Anbindungsdauer von ca. 160 Tagen/Jahr entspricht. Nach Abschluss der Bauarbeiten ist nunmehr eine Anbindungsdauer von 290 Tagen/Jahr gegeben. In Abb.1 sind die unmittelbaren Auswirkungen (Tage Anbindung/Jahr) der Baumaßnahmen anhand der durchschnittlichen Überschreitungsdauer für den Pegel Orth/Donau dargestellt.

Effekt der Hydrologie auf hydrochemische Situation

Im Folgenden werden die mathematischen Beziehungen zwischen dem hydrologischen Parameter Durchströmung (Tage/Jahr) und den untersuchten hydrochemischen Parametern dargestellt. Diese Zusammenhänge ermöglichen die Prognose der konkreten Veränderungen, die sich im Untersuchungsgebiet aufgrund der Öffnungsmaßnahmen (Erhöhung der Durchströmungsdauer von ca. 15 Tagen/Jahr auf durchschnittlich 160 Tage/Jahr) ergeben. Nachdem die Probenahme abgeschlossen werden musste, bevor die Baumaßnahmen endgültig beendet waren, war auch die Maßnahme noch nicht im vollen Umfang wirksam (160 Tage statt 290 Tage). Daher kann davon ausgegangen werden, dass der vorliegende Befund lediglich die Richtung, nicht aber das volle Ausmaß der Veränderungen darstellt.

Die Leitfähigkeit nimmt mit der Frequenz der Durchströmung signifikant ab (Abb.2a). Das ist auf vermehrten Eintrag von Wasser aus dem Hauptgerinne der Donau zurückzuführen. Allerdings ist der Zusammenhang nicht linear, die Abnahme der Leitfähigkeit mit steigender Durchströmungsdauer wird immer geringer. Die Öffnungsmaßnahmen (Durchströmungsdauer von 15 auf 160 Tage/Jahr) haben erwartungsgemäß, dem generellen Zusammenhang entsprechend (Abb.2a), eine Senkung der Leitfähigkeitswerte an den beeinflussten Standorten bewirkt. Allerdings haben die Leitfähigkeitswerte auch an den Kontrollstandorten abgenommen, wenn auch nicht so deutlich (Abb. 2b). Daher ist der Einfluss der Maßnahme auf die Leitfähigkeit und damit auf geochemische Zusammensetzung als nicht signifikant ($P=0,435$) zu interpretieren. Generell wurden die einzelnen Abschnitte in der großen und kleinen Binn hinsichtlich ihrer geochemischen Zusammensetzung homogener im Vergleich zu 1999 (HEIN 2000).

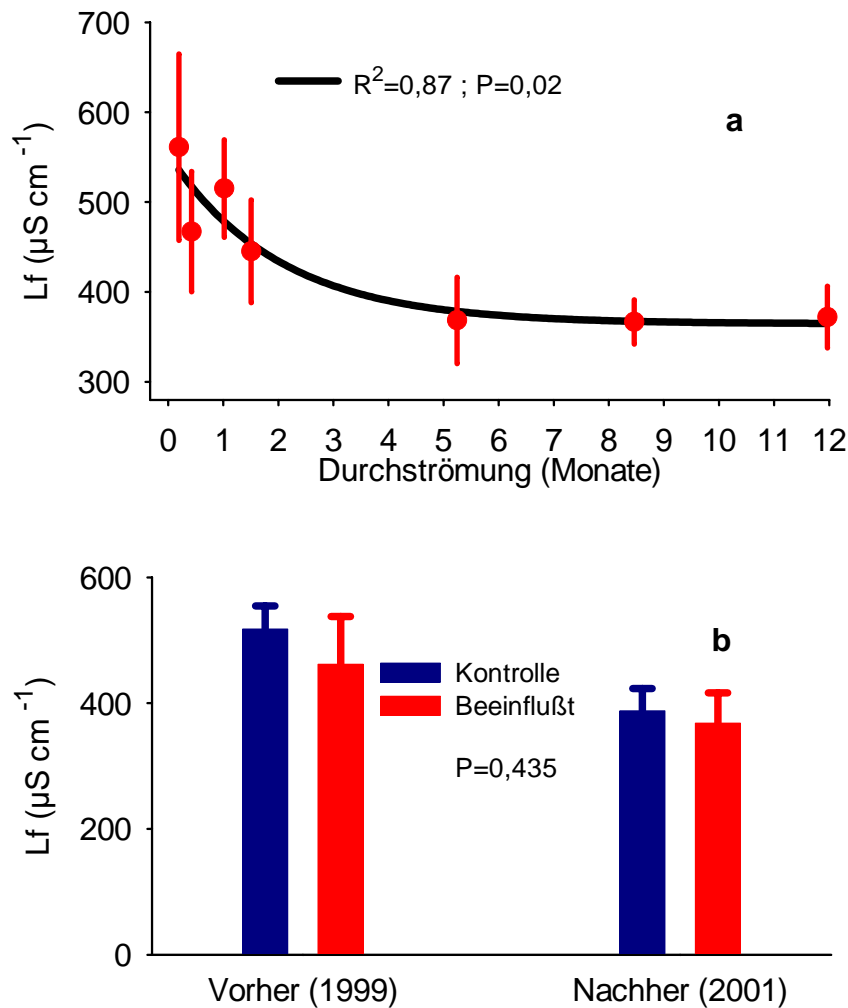


Abb. 2: (a) Zusammenhang zwischen durchschnittlicher Durchströmungsdauer (Monate/Jahr) und dem geochemischen Parameter Leitfähigkeit ($MW \pm SD$). Daten aus HEIN et al. (2001) wurden in die Analyse miteinbezogen. (b) Durchschnittliche Leitfähigkeitswerte ($\pm SD$) vor und nach den Öffnungsmaßnahmen für die beeinflussten Standorte und den Kontrollstandort. Der Trend der Änderung entspricht dem generellen Zusammenhang (a) ist aber nicht signifikant ($P > 0,05$).

Fig. 2: (a) Relationship between mean duration of upstream connectivity (months / year) and conductivity (mean \pm SD). Data from Hein et al. (2001) are used for the model. (b) Mean conductivity (\pm SD) before and after the restoration measures at the impact and control stations. Tendency of change meets the plotted relationship (a), but is not significant.

Neben der niedrigeren Leitfähigkeit ist das Wasser des Hauptgerinnes auch durch hohe Konzentrationen an partikulären (Schwebstoffe) und gelösten (Nährstoffe) Material charakterisiert. Das heißt, es ist zu erwarten, dass sich für diese Parameter (positive) Zusammenhänge mit dem Parameter Durchströmungsdauer ergeben.

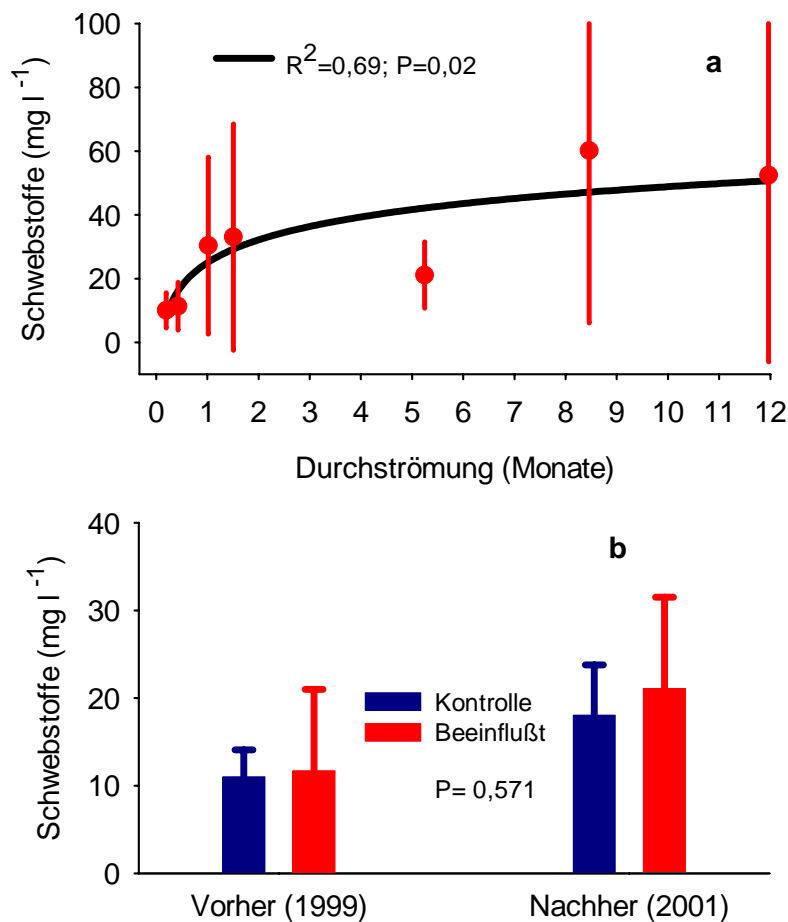


Abb. 3: (a) Zusammenhang zwischen durchschnittlicher Durchströmungsdauer (Monate/Jahr) und der Konzentration an Schwebstoffen (MW±SD). Daten aus HEIN et al. (2001) wurden in die Analyse miteinbezogen. (b) Durchschnittliche Schwebstoffkonzentrationen (±SD) vor und nach den Öffnungsmaßnahmen für die beeinflussten Standorte und den Kontrollstandort. Der Trend der Änderung entspricht dem generellen Zusammenhang (a) ist aber nicht signifikant ($P>0,05$).

Fig. 3: (a) Relationship between mean duration of upstream connectivity (months / year) and suspended solids (mean ± SD). Data from Hein et al. (2001) are used for the model. (b) Mean suspended solids concentration (± SD) before and after the restoration measures at the impact and control stations. Tendency of change meets the plotted relationship (a), but is not significant.

Die Schwebstoffkonzentrationen nehmen mit der Durchströmungsdauer zu (Abb. 3a). Das bedeutet für das Untersuchungsgebiet, dass im konkreten Fall (15 auf 160 Tage/Jahr) mit höheren Konzentrationen an Partikeln zu rechnen war (Abb. 3b). Ähnlich wie beim Parameter Leitfähigkeit bestätigt sich auch bei den Schwebstoffkonzentrationen der allgemeine Trend. Nachdem aber auch am Kontrollstandort ein Anstieg der Schwebstoffkonzentrationen zu verzeichnen war (Abb. 3b), sind die Änderungen an den beeinflussten Standorten nicht ausschließlich den Öffnungsmaßnahmen zuzuordnen ($P > 0,05$). Die Erhöhung der Schwebstoffkonzentrationen ist sicherlich von Bedeutung für die planktische Gemeinschaft.

Aufgrund der Veränderung des Lichtklimas und mechanischer Beeinflussung sind Verschiebungen in der Algengemeinschaft (RIEDLER & SCHAGERL 1998) zu vermuten. Auch Änderungen in der Artenzusammensetzung des Zooplanktons sind wahrscheinlich da hohe Schwebstofffrachten die Konkurrenzverhältnisse zwischen Rotatorien und Crustaceen verschieben (BARANYI ET AL. 2002).

Auch die Konzentration an gelösten Nährstoffen ($\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{NO}_3\text{-N}$) steigt mit der Durchströmungsdauer. Die Abb. 4a zeigt diesen Zusammenhang für Orthophosphat, die Nitratkonzentrationen (nicht dargestellt) verhalten sich analog.

Die Nährstoffkonzentrationen an den beeinflussten Standorten sind im Mittel deutlich angestiegen (Abb. 4b). Aufgrund der starken Streuung der Werte ergibt sich statistisch allerdings kein signifikanter Unterschied. Dem allgemeinen Trend folgend ist aber generell mit höheren Nährstoffkonzentrationen zu rechnen.

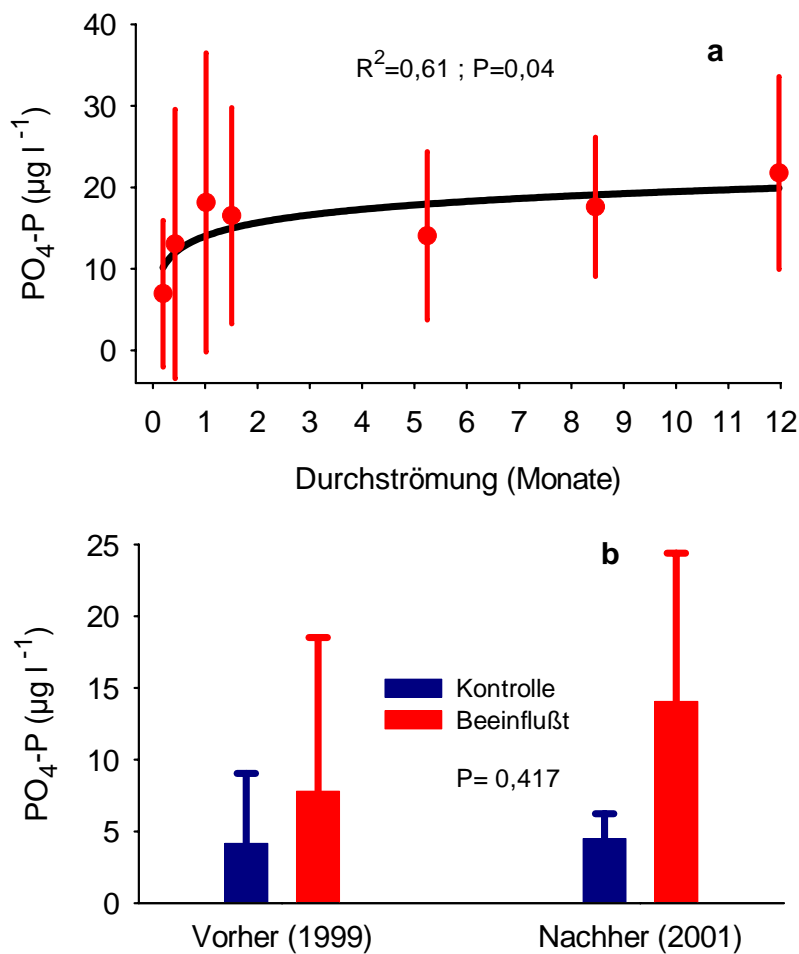


Abb. 4: (a) Zusammenhang zwischen durchschnittlicher Durchströmungsdauer (Monate/Jahr) und der Orthophosphatkonzentration (MW±SD). Daten aus HEIN et al. (2001) wurden in die Analyse miteinbezogen. (b) Durchschnittliche Orthophosphatkonzentration (±SD) vor und nach den Öffnungsmaßnahmen für die beeinflussten Standorte und den Kontrollstandort. Der Trend der Änderung entspricht dem generellen Zusammenhang (a) ist aber nicht signifikant ($P > 0,05$).

Fig. 4: (a) Relationship between mean duration of upstream connectivity (months / year) and phosphate (mean ± SD). Data from Hein et al. (2001) are used for the model. (b) Mean phosphate concentration (± SD) before and after the restoration measures at the impact and control stations. Tendency of change meets the plotted relationship (a), but is not significant.

Vermehrter Eintrag von gelösten Nährstoffen, und vor allem Orthophosphat als ein primär limitierender Faktor für die planktische Primärproduktion in den Donauauen (HEIN et al. 1999), könnte grundsätzlich zu einer massiven Steigerung der Algenbiomassen und letztlich zur Eutrophierung der Augewässer führen. Die Trendlinie für den Zusammenhang zwischen Durchströmung und Phytoplanktonbiomasse zeigt bei einer mittleren Durchströmung von 1 Monat/Jahr die höchsten Werte, eine weitere Steigerung der Dauer führt allerdings zu einer Abnahme auf ein gleichbleibendes mittleres Niveau um $20 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl-a (Abb.5a). Die Algenbiomasse sollte daher durch die Öffnungsmaßnahmen abnehmen. Der Vergleich der beiden Untersuchungsperioden bestätigt diesen Trend (Abb. 5b). Die Chl-a Werte sind an den beeinflussten Standorten im Vergleich zur Voruntersuchung deutlich gesunken (HEIN 2000), während die Kontrollstandorte höhere Werte zeigen. Der Einfluss der Maßnahme ist nur knapp nicht signifikant ($P = 0,077$). Das bedeutet, dass sich die, durch die Maßnahmen geänderten, abiotischen Rahmenbedingungen sehr wahrscheinlich limitierend auf die planktische Primärproduktion auswirken. Vor allem in den Bereichen unterhalb der Einströmöffnungen (O5 und O6) wurden nun geringere Phytoplanktonbiomassen als vor den Maßnahmen beobachtet (HEIN 2000). Sowohl die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten (RECKENDORFER 2000) als auch der Gehalt an Schwebstoffen haben deutlich zugenommen und wirken über das Lichtregime und mechanische Beeinflussung auf die Algenproduktion regulierend (RIEDLER & SCHAGERL 1998).

Die Modelldarstellung der Phytoplanktonentwicklung mit steigender Durchströmungsdauer demonstriert auch, dass Eutrophierungserscheinungen nur bei einer Dauer um 30 Tage/Jahr zu erwarten sind und dass die fertiggestellten Öffnungsmaßnahmen (290 Tage/Jahr) keine weiteren Veränderungen bei der Algenbiomasse bringen werden. Dies führt aufgrund der verlängerten Durchströmungsdauer zu einer kontinuierlichen Versorgung des Hauptstromes mit autochthon produzierten organischen Kohlenstoff, der dann auch bei niederen und mittleren Wasserständen von den Lebensgemeinschaften im Fluss nutzbar sein wird (THORP & DELONG 1994). In das Abflussregime integrierte Auegebiete stellen somit auch wichtige Quellen für die Nahrungsversorgung der Lebensgemeinschaften im Strom dar (SCHIEMER et al. 2001).

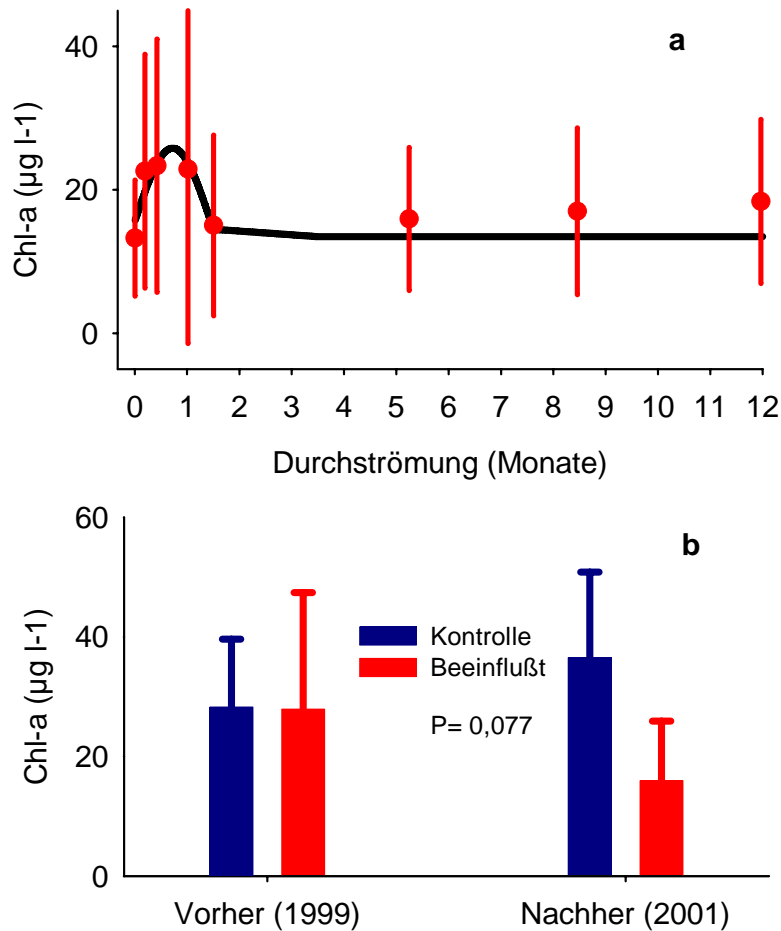


Abb. 5: (a) Zusammenhang zwischen durchschnittlicher Durchströmungsdauer (Monate/Jahr) und der Algenbiomasse (Chl-a) ($\text{MW} \pm \text{SD}$). Daten aus HEIN et al. (2001) wurden in die Analyse miteinbezogen. (b) Durchschnittliche Algenbiomasse ($\pm \text{SD}$) vor und nach den Öffnungsmaßnahmen für die beeinflussten Standorte und den Kontrollstandort. Der Trend der Änderung entspricht dem generellen Zusammenhang (a) ist aber nicht signifikant ($P > 0,05$).

Fig. 5: (a) Relationship between mean duration of upstream connectivity (months / year) and phytoplankton biomass (measured as Chl-a) (mean \pm SD). Data from Hein et al. (2001) are used for the model. (b) Mean phytoplankton biomass (\pm SD) before and after the restoration measures at the impact and control stations. Tendency of change meets the plotted relationship (a), but is not significant.

Danksagung

Zum Abschluss möchte das Untersuchungsteam der Nationalpark Donauauen GmbH, dem Koordinationsteam C. Baumgartner, G. Imhof, M. Kaplan und W. Reckendorfer und Hr. FÖ Ing. Kovacs für die fruchtbare Zusammenarbeit danken. Hydrologische Daten wurden von der Wasserstraßendirektion zur Verfügung gestellt. Mag. C. Holarek, Mag. S. Keckeis und H. Kraill leisteten einen Beitrag zum vorliegenden Bericht.

Literatur

- BARANYI, C. T. HEIN, C. HOLAREK, S. KECKEIS & F. SCHIEMER (2002), Zooplankton biomass and community structure in a Danube River floodplain system: effects of hydrology. *Freshwater Biology* 47, 473-482.
- GOLTERMAN, H. L., R. S. CLYMO & M. A. M. OHNSTAD (1978), Methods for physical and chemical analysis of freshwater. In: *IPB Handbook*, Oxford, Blackwell Scientific.
- HEIN T. (2000), Voruntersuchung Gewässervernetzung Orth: Fachbereich Hydrochemie. I. A. der Nationalpark Donauauen GmbH.
- HEIN T., C. BARANYI & W. RECKENDORFER (2001), Einfluss von Öffnungsmaßnahmen auf die hydrochemische Situation und die planktischen Prozesse in einem dynamischen Ausystem. Bericht i. A. der Wasserstrassendirektion.
- HEIN, T., G. HEILER, D. PENNETZDORFER, P. RIEDLER, M. SCHAGERL & F. SCHIEMER (1999), The Danube restoration project: functional aspects and planktonic productivity in the floodplain system. *Regul. Rivers: Res. Mgmt.*, 15, 259-270.
- LORENZEN C.J. (1967): Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343-346.
- MÜLLER R. & F. WIEDEMANN (1955), Die Bestimmung des Nitrats in Wasser. In: *Jahrbuch für Wasserchem. & Wasserreinigungstech.* Verlag Chemie, 247-271.
- NATIONALPARK DONAU A U E N G M B H (1998), Gewässervernetzung und Lebensraummanagement Donauauen. Life Projektantrag.
- PARSONS T., Y. MAITA & C. LALLI (1984), *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*. Oxford, Pergamon Press.
- RECKENDORFER W. (2000), Morphometrie, Hydrologie und Sedimentologie in den Orther Donauauen. Bericht im Rahmen des Projektes „LIFE98NAT/A/005422, Nationalpark Donau-Auen GmbH.
- RECKENDORFER W. & C. BARANYI (2000), Statistische Grundlagen. Bericht im Rahmen des Projektes „LIFE98NAT/A/005422, Nationalpark Donau-Auen GmbH.

- RIEDLER P. & M. SCHAGERL (1998) Pelagic primary production and related parameters in the River Danube near Vienna (Austria). *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 115, 139-151.
- SCHIEMER, F., C. BAUMGARTNER & K. TOCKNER (1999), The Danube restoration project: conceptual framework, monitoring program and predictions on hydrologically controlled changes. *Regul. Rivers Res. Managm.*, 15, 231-244.
- SCHIEMER, F., KECKEIS, H., RECKENDORFER, W. & WINKLER, G. (2001), The "inshore retention concept" and its significance for large rivers. *Archiv für Hydrobiologie, Suppl.* 135/2-4, 509-516.
- THORP J. H. & M. D. DELONG (1994) The riverine productivity model: an heuristic view of carbon sources and organic processing in large river ecosystems. *Oikos*, 70, 305-308.
- TOCKNER, K., D. PENNETZDORFER, N. REINER, F. SCHIEMER & J. V. WARD (1999), Hydrologic connectivity, and the exchange of organic matter and nutrients in a dynamic river-floodplain system. *Freshw. Biol.*, 41, 521-535.
- UNDERWOOD, A.J. (1994) Spatial and temporal problems with monitoring. In: *The Rivers Handbook* (eds.P. Calow & G.E. Petts), Oxford, Blackwell Scientific, 101-123.

- Herausgeber: Nationalpark Donau-Auen GmbH
- Titelbild: Kovacs
- Für den Inhalt sind die Autoren verantwortlich
- Für den privaten Gebrauch beliebig zu vervielfältigen
- Nutzungsrechte der wissenschaftlichen Daten verbleiben beim Rechtsinhaber
- Als pdf-Datei direkt zu beziehen unter www.donauauen-projekte.at
- Bei Vervielfältigung sind Titel und Herausgeber zu nennen / any reproduction in full or part of this publication must mention the title and credit the publisher as the copyright owner:
© Nationalpark Donau-Auen GmbH
- Zitiervorschlag: HEIN, T., BARANYI, C., RECKENDORFER, W. (2006) Bedeutung der hydrologischen Vernetzung für die hydrologische Situation der Augewässer im Bereich Orth an der Donau. Wissenschaftliche Reihe Nationalpark Donau-Auen, Heft 10

