

Pelagische Primärproduktion in einem Donau- altarm bei Regelsbrunn (Niederösterreich)

Michael SCHAGERL, Helmut KRBEK, Sandra NAIRZ
und Claudia WIELTSCHNIG

Im Hauptarm der Regelsbrunner Au wurde an neun Terminen (12. Juni bis 10. August 1995) die pelagische Produktion gemessen. Sie wurde wesentlich von der Dynamik und Hydrologie des Donaustromes bestimmt. Durch ein Hochwasserereignis Ende Juni wurden Phytoplankter ausgespült. Aufgrund der hohen anorganischen Partikelfracht (Lichtlimitation) und der kurzen Aufenthaltsdauer konnten Algen die im Übermaß vorhandenen Nährstoffe nur ungenügend nutzen. Mit Entspannung der Hochwassersituation verbesserte sich das Lichtklima im Gewässer. Die Verweildauer im Altarmsystem reichte nun auch für die Ausbildung einer eigenständigen Planktonpopulation mit maximaler Produktivität aus (Nettoproduktivität: $1,65 \text{ g C} \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$). In der nachfolgenden, anhaltenden Niedrigwasserperiode übte aufkommendes Zooplankton zunehmend Freßdruck auf die Phytoplankter aus. Die Produktivität sank, und gegen Ende des Untersuchungszeitraumes wurde der Wasserkörper durch heterotrophe Aktivität charakterisiert.

SCHAGERL M., KRBEK H., NAIRZ S. & WIELTSCHNIG C., 1996: Pelagic primary production in the Danubian backwater system "Regelsbrunner Au" (Lower Austria).

Pelagic production was measured in a Danubian backwater from June to August 1995. It was considerably influenced by the hydrology of the River Danube. A high water in late June washed out the phytoplankton. Because of high turbidity (light limitation) algae were unable to use the abundant nutrient supply. After the flood event the light regime improved. Because of longer retention times, phytoplankton developed quickly. In this period, the highest productivity was measured (net productivity: $1.65 \text{ g C} \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$). In the following low water period, intensified zooplankton grazing on algae occurred. Productivity fell, and at the end of this investigation the waterbody showed heterotrophic features.

Keywords: primary production, phytoplankton, backwaters, algal pigments, Danube.

Einleitung

Auengewässer sind Bestandteil des Ökosystems Fluß. Sie sind durch eine eigenständige, dynamische Hydrologie gekennzeichnet. In ihnen können eine starke Variation der Strömungsgeschwindigkeiten und damit häufige Wechsel zwischen Durchfluß und Stagnation des Wasserkörpers beobachtet werden. Schlüsselfaktoren bilden dabei die dynamischen Verbindungen von

Fluß und Au über oberflächige Vernetzungen und über den Grundwasserkörper. Sie regeln die Frequenz, Dauer und Ausdehnung von Überschwemmungen und somit den Eintrag und Austausch von Lebewesen, organischen und anorganischen Substanzen zwischen Fluß und Ausystem (VAN DEN BRINK 1994).

Obwohl der österreichische Donauabschnitt noch Gebirgsflußcharakter hat (WAWRIK 1962), wurde eine autochthone Potamoplanktonentwicklung eindeutig nachgewiesen (KISS & NAUSCH 1987, WAWRIK 1962). Im Gegensatz zu stehenden Gewässern ist das Plankton der Fließgewässer nur kurzen Retentionszeiten, ständiger Turbulenz (keine thermischen Schichtungen) und mechanischer Belastung ausgesetzt. Die andauernde Nährstoffzuführung aus den Einzugsgebieten führt zu ausreichender Versorgung des Phytoplanktons; Nährstoffbegrenzung tritt in Flüssen nur selten auf (DESCY 1993). Durch die hohe anorganische Trübe bedingt, finden Algen ungünstige Lichtverhältnisse vor. Während in stehenden Gewässern häufig eine Begrenzung der Nährstoffe (Phosphor, Stickstoff) vorliegt, sind Potamoplankter oft durch die Lichtverhältnisse limitiert.

In Fließgewässern ist der bedeutendste Faktor für das Algenwachstum die Wasserführung. Eine Population kann nur dann aufgebaut werden, wenn ihre Nettowachstumsrate (einschließlich der Verluste) die Auswaschungsrate übersteigt. Potamoplankton besteht daher im wesentlichen aus r-Strategen mit hohen Wachstumsraten (REYNOLDS 1994). Nur bei sehr geringen Auswaschungsraten können zunehmend K-Strategen wie fädige Cyanobakterien auftreten (DESCY 1993, KÖHLER 1993). Im Donaustrom dominieren mit zentrischen Kieselalgen r-Strategen (HOLAREK et al. 1996). Das Vorherrschen dieser Algengruppe ist für temperate, nährstoffreiche Flüsse typisch (DESCY 1987, 1993, KÖHLER 1994, MOSS & BALLS 1989, SCHMIDT 1994).

In dieser Studie soll die Primärproduktion im Hauptarm der Regelsbrunner Au in Abhängigkeit von Hochwasserereignissen, Algenbiomasse und Lichtverhältnissen erfaßt werden. Die Regelsbrunner Au zeigt von den noch vorhandenen Donauauen die größte Dynamik. Zur Untersuchung einer möglichen Relevanz von Metazooplankton in diesem System wurden Wasserproben nach Größe fraktioniert.

Material und Methoden

Die Untersuchung fand an neun Terminen zwischen 12. Juni und 10. August 1995 in der „Regelsbrunner Au“ statt. Dieses Altarmsystem liegt am rechten Donauufer etwa 30 km östlich von Wien (Stromkilometer 1905,0 bis

1895,5). Das Ausystem wird von einem ehemaligen Donauarm geprägt, dessen oberflächige Verbindung mit dem Hauptstrom ab dem Mittelwasserstand gegeben ist (HEILER et al. 1994). Zwischen Donau und Grundwasserkörper der Au kann eine weitgehend intakte Verbindung festgestellt werden (TOCKNER 1996). Das Altarmsystem wird über Traversenbauten in mehrere Abschnitte untergliedert.

Der Untersuchungspunkt wurde im Hauptarm 100 m stromaufwärts der Regelsbrunner Traverse festgelegt, die das Altarmsystem vom Donaustrom trennt (Skizze bei HOLAREK et al. 1996).

Vom Probenpunkt wurden integrierte Wasserproben entnommen. Ein Teil wurde durch ein 37- μ m-Planktonnetz gesiebt, um Metazooplankter quantitativ zu entfernen. Die nachfolgenden Untersuchungen fanden jeweils an fraktionierten und unfiltrierten Proben statt.

Die Messung der pelagischen Primärproduktion erfolgte in situ mit der Sauerstoffmethode (SCHWOERBEL 1994). Die Ergebnisse wurden in Kohlenstoff umgerechnet (Faktor: 0,375; photosynthetischer Quotient = 1,2; Respirationsquotient = 1,0; WETZEL & LIKENS 1990). Für die Berechnung der flächenbezogenen Primärproduktion wurden die Vertikalprofile planimetriert. Dadurch konnte die jeweilige Wassertiefe miteinbezogen werden. Mit Hilfe von Globalstrahlungsdaten (ZAMG, Meßstelle Fischamend) wurde die Tagesproduktion im Untersuchungszeitraum extrapoliert. Die Werte wurden in bezug auf die Biomasse (als Chlorophyll a) korrigiert. Für ein planktisches Kohlenstoffbudget wurden die tägliche Bruttophotosynthese und die Respirationsverluste der Biozönose herangezogen. An drei Terminen (12., 15. und 26. Juni) konnten mit Hilfe der Daten P/I-Kurven erstellt werden. Die Kurvenanpassung erfolgte nach dem Modell von JASSBY & PLATT (1976).

An den Untersuchungstagen wurden im Altarm stündlich die Temperatur und der Sauerstoffgehalt ermittelt (Fa. WTW, OXI 91). Licht wurde im Vertikalprofil gemessen (Fa. LI-COR, LI 1000) und daraus der vertikale Attenuationskoeffizient ϵ ermittelt (SCHWOERBEL 1993). Die Berechnung der Kompensationstiefe erfolgte nach LAMPERT & SOMMER (1993).

Für die Pigmentanalyse wurden Rohproben und fraktionierte Wasserproben im Labor auf GF/C-Filter (Fa. WHATMAN) filtriert. Nach kurzer Lagerung bei -30°C wurden die Filter in 90%igem Acetonextrakt homogenisiert. Die anschließende Extraktion fand bei $+2^{\circ}\text{C}$ statt (12 Stunden). Nach Zentrifugation wurde der abdekantierte Überstand im Spektralphotometer vermessen (Fa. LKB). Die Berechnung des Chlorophyll a erfolgte nach LORENZEN (1967).

Ein Teil des Pigmentextraktes wurde mittels HPLC aufgetrennt und quantifiziert (HPLC-System: Fa. MERCK-HITACHI; ternärer Lösungsmittelgradient mit A. dest., Methanol, Acetonitril und Ethylacetat; Vorderderivatisierung mit Ammoniumacetat. Säule: MERCK-Superspher RP-18 250/4; Programm nach WRIGHT et al. 1991). Die Peak-Detektion erfolgte bei 440 nm (MANTOURA & LLEWELLIN 1993, SCHAGERL 1993, WRIGHT & SHEARER 1984, WRIGHT et al. 1991). Die Ermittlung der prozentuellen Anteile der einzelnen Algenklassen erfolgte durch Berechnung des jeweiligen Chlorophyll-a-Anteils am Gesamtchlorophyll. Dafür wurden klassenspezifische Pigment-Anteile herangezogen (Bacillariophyceae einschließlich Chrysophyceae: Fucoxanthin; Cyanobacteria: Echinenone; Chlorophyta einschließlich Euglenophyta: Chlorophyll b; Dinophyta: Peridinin; Cryptophyta: Alloxanthin).

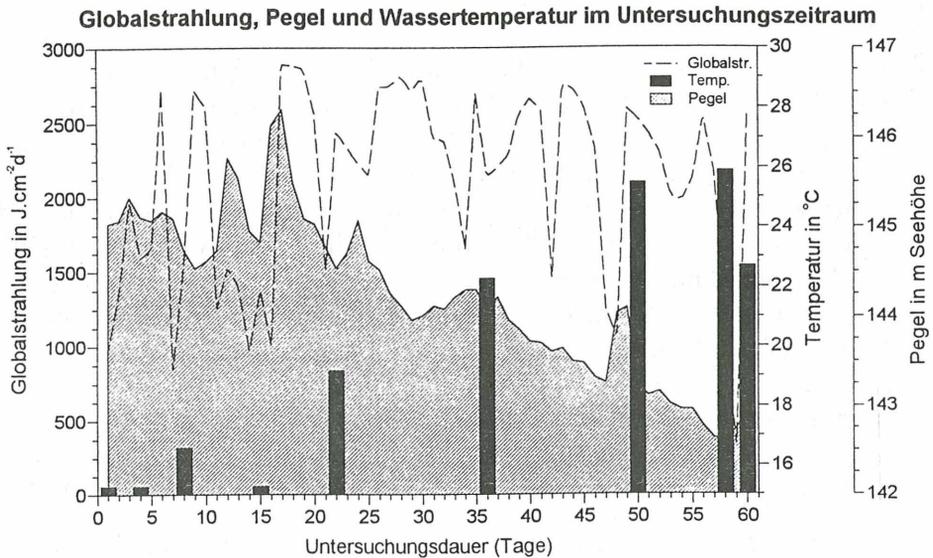


Abb. 1: Globalstrahlung, Wassertemperatur und Donaupegel in der Höhe von Orth vom 12. Juni bis 10. August 1995. — Global radiation, water temperature and water level of the Danube near Orth from June 12 to August 10, 1995.

Ergebnisse und Diskussion

Zu Untersuchungsbeginn führte der Donaustrom Mittelwasser. Ende Juni konnte der Durchgang einer Hochwasserwelle verzeichnet werden. Im weiteren Verlauf der Untersuchung kam es zu einem kontinuierlichen Absinken auf Niedrigwasser (Abb. 1).

Ab Mittelwasser ist der Regelsbrunner Arm an den Donaustrom angebunden. Einerseits führt die oberflächige Dotation zu einer Nachlieferung an Nährstoffen, andererseits kommt es durch den Partikeleintrag entlang der vertikalen Achse zu verstärkter Lichtabnahme. Das Phytoplankton erfährt dadurch verminderten Lichtgenuß. Parameter für die vertikale Lichtabnahme sind die Sichttiefe und der Attenuationskoeffizient (Tab. 1). An allen Probenentnahmen lag die Sichttiefe unter 0,9 m, während der Hochwassersituation verringerte sich die Sichttiefe infolge der hohen anorganischen Trübe auf 0,5 m. Die Attenuationskoeffizienten lagen zwischen $0,95 \text{ m}^{-1}$ und $2,52 \text{ m}^{-1}$.

Die berechneten Kompensationstiefen (Nettoproduktion = 0) zeigten, daß an sechs Terminen das Phytoplankton tagsüber in der gesamten Wassersäule ausreichend mit Licht versorgt war (Tab. 1). Nur am 12., 15. Juni und 17. Juli deuteten die Kompensationstiefen die Ausbildung einer aphotischen Zone an.

Pegelstand und Temperatur zeigten einen negativen Zusammenhang. Aufgrund des verstärkten Zustroms von Donauwasser in den Regelsbrunner Arm sank die Wassertemperatur auf rund 15°C ab (Abb. 1). Im weiteren Untersuchungsverlauf konnte mit abnehmendem Wasserstand eine Zunahme der Wassertemperatur auf rund 26°C verzeichnet werden. Bei vergleichsweise hohen Temperaturen in seichten Gewässern werden erhöhte Produktionsraten häufig durch die verstärkte Respiration kompensiert (DOKULIL 1994). Die relative Sauerstoffsättigung im Altarm wies ein ähnliches Muster wie die Wassertemperatur auf. Minima wurden mit rund 80 % relativer Sauerstoffsättigung kurz nach der Hochwasserspitze beobachtet. Mit Entwicklung der Phytoplankter und der Temperaturzunahme wurden Konzentrationen um 125 % gemessen (Tab. 1).

An den ersten drei Untersuchungsterminen konnte eine Zunahme der Algenbiomasse (gemessen als Chlorophyll a) verzeichnet werden (19. Juni: rund $20 \text{ mg} \times \text{m}^{-3}$). Ende Juni verursachte ein Hochwasserereignis die Ausschwemmung der pelagischen Primärproduzenten, es wurden Werte unter $8 \text{ mg} \times \text{m}^{-3}$ gemessen (Abb. 3 und 5). Kurz danach fand das Phytoplankton ideale Wachstumsbedingungen vor. Ausreichende Nährstoffkonzentrationen, eine längere Aufenthaltsdauer des Wassers im Altarmsystem und stark verbesserte Lichtverhältnisse führten zu einer Algenblüte mit rund $55 \text{ mg} \times \text{m}^{-3}$ Chlorophyll a (9. Juli, Abb. 3). Durch zunehmenden Freßdruck durch Metazooplankton und Verschlechterung der Nährstoffsituation wurde ab Mitte Juli die Algengemeinschaft dezimiert (siehe auch HOLAREK et al. 1996). In der Niedrigwasserperiode sanken die Chlorophyll-a-Mengen wiederum auf Konzentrationen von etwa $5 \text{ mg} \times \text{m}^{-3}$ ab.

Tab. 1: Lichtwerte und physikalische Parameter im Regelsbrunner Arm. — Light and physical characteristics in the backwater of Regelsbrunn.

Termin	Globalstrahlung J.cm ⁻² .d ⁻¹	Attenuat.koeff. m ⁻¹	mittlere Tiefe m	Komp.tiefe m	Wassertemp. °C	Sauerstoff % rel. Sättigung	Leitfähigkeit µS.cm ⁻¹
12.6.	973	2.36	2.95	1.95	15.3	94	419
15.6.	1596	2.04	3.00	2.25	15.3	95	432
19.6.	1587	1.55	2.65	2.97	16.6	107	445
26.6.	1378	1.10	2.75	4.19	15.3	91	349
3.7	2447	1.93	2.40	2.40	19.2	80	421
17.7	2141	2.52	2.00	1.83	22.3	122	406
31.7	2526	0.95	1.15	4.85	25.5	123	409
7.8.	2161	0.95	0.55	3.11	25.9	118	432
10.8.	2576	1.48	0.85	2.62	22.7	86	436

Tab. 2: Chlorophyll a, pelagische Produktivität und spezifische Photosyntheseraten im Regelsbrunner Arm. — Chlorophyll a, pelagic productivity and assimilation numbers in the backwater of Regelsbrunn.

Termin	Chl-a mg.m ⁻³	Bruttoproduktion mg C.m ⁻² .d ⁻¹	Nettoproduktion mg C.m ⁻² .d ⁻¹	max. spez. Bruttop. mg C.mg Chl-a ⁻¹ .h ⁻¹	max. spez. Nettop. mg C.mg Chl-a ⁻¹ .h ⁻¹
12.6.	7.8	255	255	4.41	4.41
15.6.	9.4	603	458	7.32	6.98
19.6.	20.8	1364	1202	7.66	7.36
26.6.	7.8	531	77	8.02	6.41
3.7	11.6	1162	822	11.58	10.78
17.7	18.3	964	117	6.83	7.68
31.7	22.2	527	138	5.63	4.37
7.8.	7.2	1036	-38	12.58	8.68
10.8.	5.5	691	-26	10.79	7.38

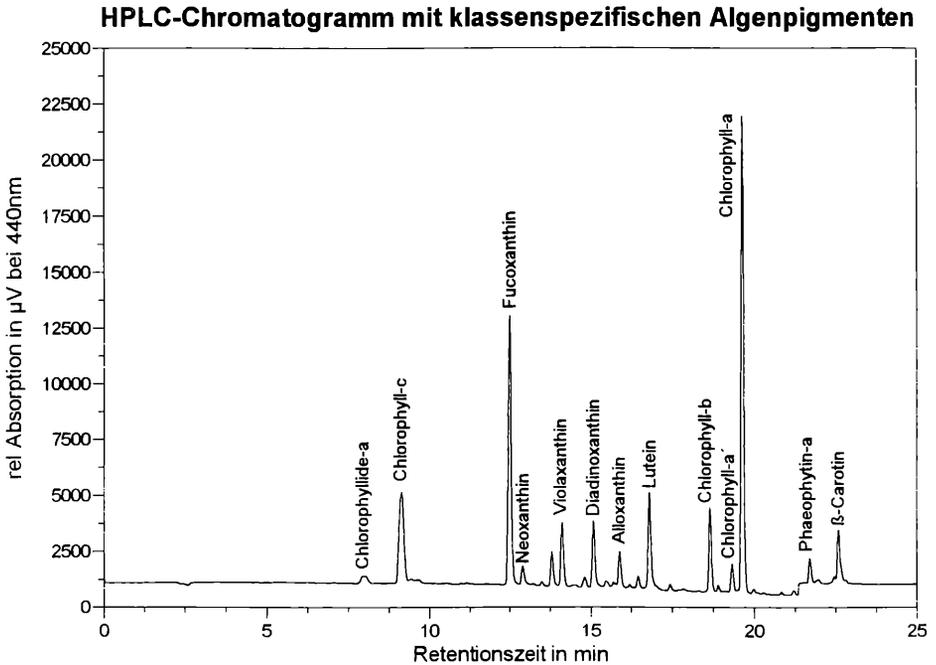


Abb. 2: HPLC-Chromatogramm mit klassenspezifischen Markerpigmenten. — HPLC-chromatogram with specific marker pigments.

Für Veränderungen der Algengemeinschaft sind Fluktuationen im Durchfluß und biotische Interaktionen verantwortlich. Die Pigmentanalysen mittels HPLC zeigten bis Anfang August eine starke Dominanz der Bacillariophyceae an (Abb. 2 bis 4). Neben Kieselalgen wurden Cryptophyceae und Chlorophyta quantitativ erfaßt. An den letzten beiden Terminen (7. und 10. August) traten Kieselalgen in den Hintergrund, das Phytoplankton wurde von Cryptophyceanflagellaten dominiert. Als ein Grund dafür kann die Stagnation des Wasserkörpers bei Temperaturen um 26°C angeführt werden, wodurch spezifisch schwere Kieselalgen absedimentieren. Daneben könnten auch verminderte Silizium-Konzentrationen — ein für Kieselalgen essentieller Nährstoff — für deren Rückgang eine bedeutende Rolle spielen. Schließlich wird auch Parasitismus durch Chytridiomyceten als Ursache für den Rückgang von Kieselalgenpopulationen diskutiert (DESCY 1993, SOMMER 1994). Zur quantitativen und qualitativen Analyse des Phyto- und Zooplanktons wird auf den Beitrag von HOLAREK et al. (1996) verwiesen.

Zwischen Rohproben und fraktionierten Proben konnten für den Chlorophyll-a-Gehalt und in der Klassenzusammensetzung keine signifikanten Un-

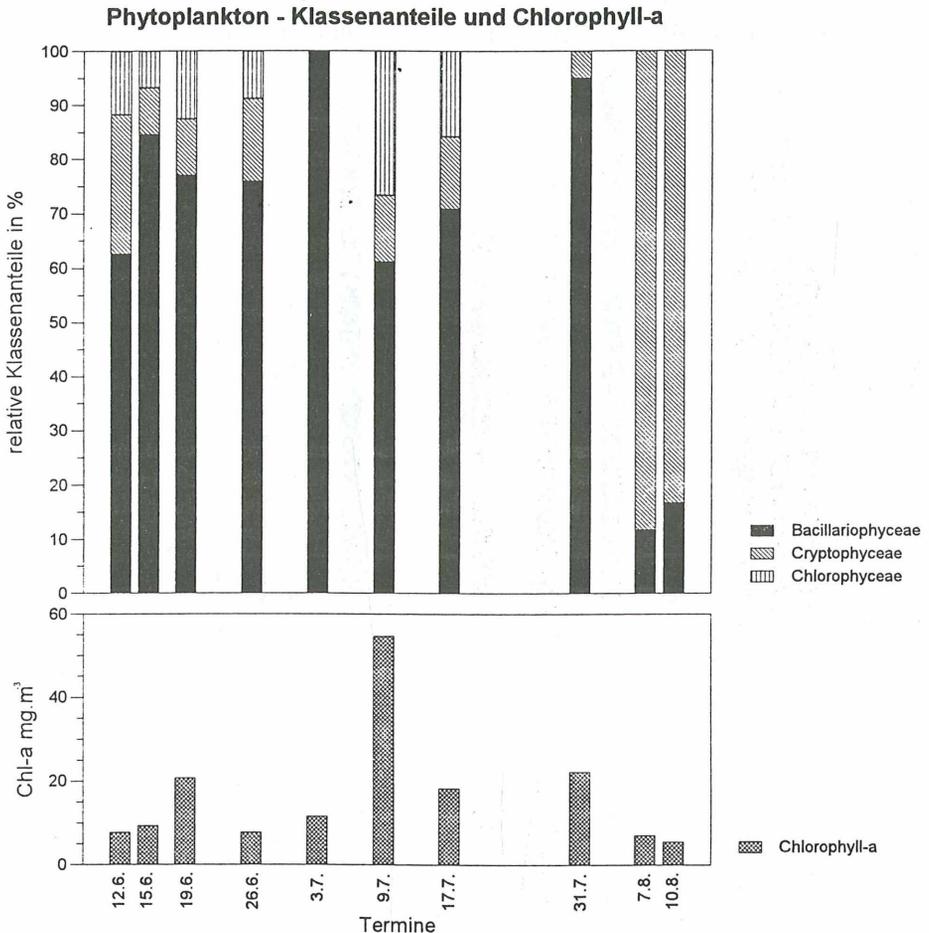


Abb. 3: Relative Klassenanteile des Phytoplanktons auf der Basis von HPLC-Daten sowie Chlorophyll-a-Gehalt im Untersuchungszeitraum. — Phytoplankton composition based on HPLC data and chlorophyll a content.

terschiede festgestellt werden (Abb. 3 und 4). Daraus ist zu schließen, daß das Phytoplankton zum überwiegenden Teil aus Nanoplankton unter 30 µm bestand.

Bei der Erstellung der Produktionsberechnungen für den Untersuchungszeitraum wurden für die pelagische Primärproduktion maßgebliche Parameter wie Einstrahlung und vertikale Attenuation, Pegelstand (Höhe der Wassersäule) und Chlorophyll a als Surrogatparameter für die Algenbiomasse berücksichtigt. Zu Beginn des Untersuchungszeitraumes stieg die Brutto-

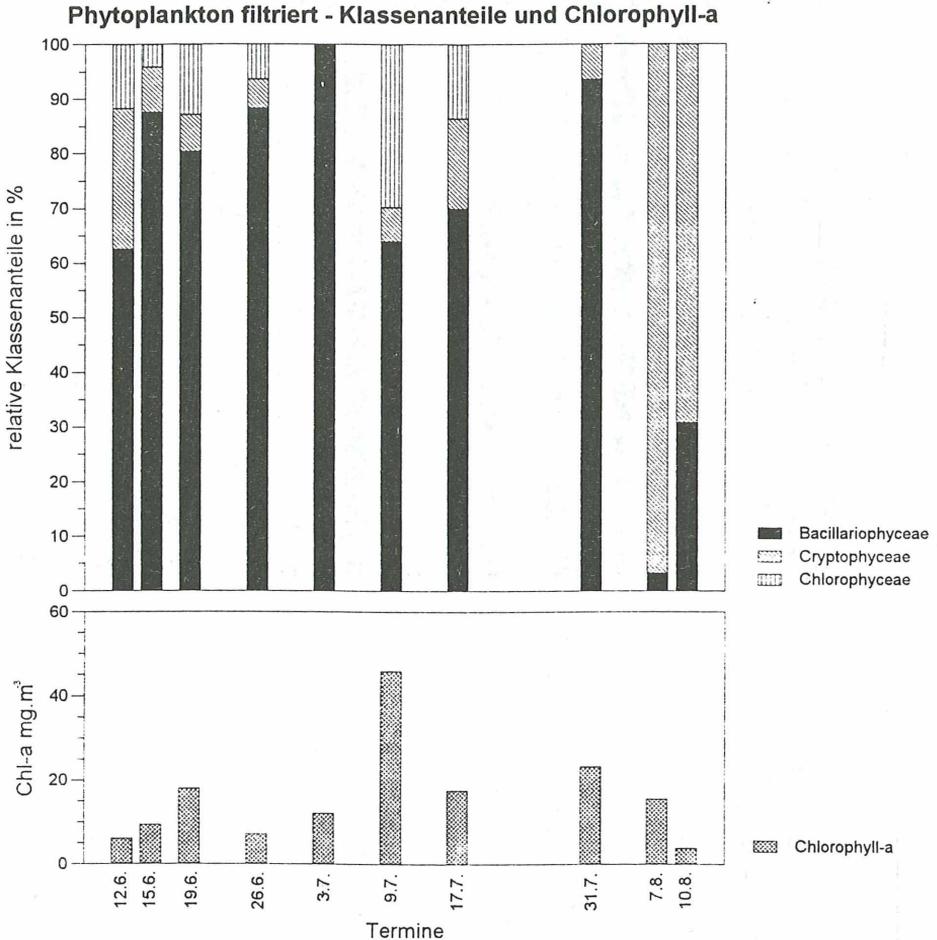


Abb. 4: Relative Klassenanteile der größenfraktionierten Probe (< 37 μm) auf der Basis von HPLC-Daten sowie Chlorophyll-a-Gehalt im Untersuchungszeitraum. — Composition of the size-fractionated plankton (< 37 μm) based on HPLC data and chlorophyll a content.

produktivität an (Abb. 5). Mit Eintreten des Hochwasserereignisses kam es zu einer deutlichen Abnahme der Produktion. Neben der Ausschwemmung von Phytoplanktern stellten auch die geringe Globalstrahlung (Schlechtwetter) sowie die starke Lichtattenuation (hohe Schwebstofffracht) begrenzende Faktoren dar. Mit sinkendem Wasserstand verbesserten sich die Lebensbedingungen für Phytoplankter, daraus resultierten höhere Produktionsraten. Im Juli kam es zu einem Produktionsmaximum, das auf hohe Algenbiomassen und konstant hohe Einstrahlungen zurückgeführt werden kann (Abb. 1 und 5). Mit ansteigendem Grazing und zunehmender Nähr-

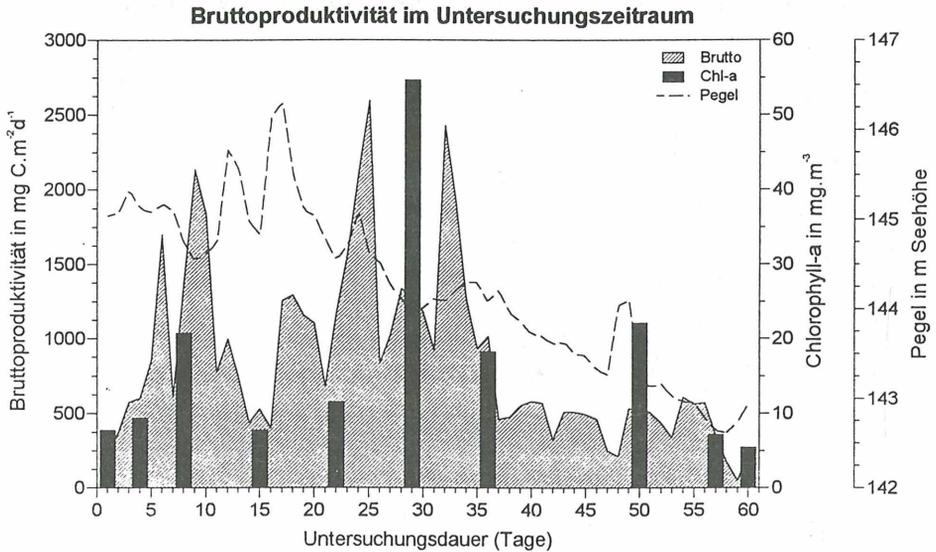


Abb. 5: Bruttoproduktivität, Chlorophyll-a-Gehalt und Donauegel in Höhe von Orth vom 12. Juni bis 10. August 1995. — Gross productivity, chlorophyll a and water level of the Danube near Orth from June 12 to August 10, 1995.

stoffbegrenzung verringerte sich die Algendichte. Parallel dazu konnte auch eine Abnahme der Primärproduktion festgestellt werden (Tab. 2). Die durchschnittliche Produktivität während der Untersuchungsperiode wurde mit $0,86 \text{ g C} \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$ berechnet. ERTL (1985) verglich die Primärproduktion im Donaustrom mit jener aus einem angebundenen Altarmsystem (Stromkilometer 1820, Gabčíkovo). In der Donau konnte ein deutlicher negativer Zusammenhang zwischen Primärproduktion und Durchflußmenge festgestellt werden. Die Bruttoproduktivität im Seitenarm erreichte im Hochsommer maximale Werte um $24 \text{ g O}_2 \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$ ($7,5 \text{ g C} \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$), im Donaustrom wurden maximal $14 \text{ g O}_2 \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$ ($4,4 \text{ g C} \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$) verzeichnet. Bedingt durch die hohe Dynamik dieses Ökosystems, traten jedoch starke Schwankungen der Produktivität auf. Im vierjährigen Durchschnitt wurden im Donaustrom $1,4 \text{ g O}_2 \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$ ($0,4 \text{ g C} \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$), im Altarmsystem $6,2 \text{ g O}_2 \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$ ($1,9 \text{ g C} \times \text{m}^{-2} \times \text{d}^{-1}$) berechnet. Maxima in Seitenarmen konnten bei langsamem, kontinuierlichem Durchfluß festgestellt werden. Bei länger andauernden Niederwasserperioden sank die Produktivität deutlich ab (ERTL 1985).

Um den Einfluß des Metazooplanktons auf die Nettoproduktivität abzuschätzen, wurde ein Teil der Proben fraktioniert ($< 37 \mu\text{m}$). Wie bereits oben angeführt, zeigten die Chlorophyll-a-Werte der fraktionierten Proben und der

Berechnete Nettoproduktivität nach Abzug von 24 h Respiration

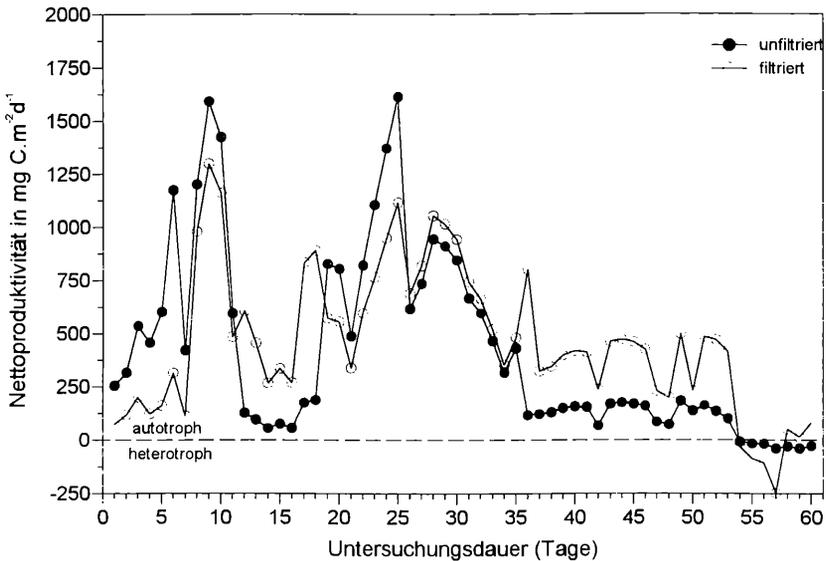


Abb. 6: Nettoproduktivität des Phytoplanktons und der größenfraktionierten Proben nach Substraktion von 24 Stunden Respirationsaktivität vom 12. Juni bis 10. August 1995. — Net productivity of phytoplankton and size-fractionated samples after subtraction of 24 h respiration from June 12 to August 10, 1995.

Rohproben keine signifikanten Unterschiede, d.h. in beiden Proben befand sich die gleiche Menge an Primärproduzenten. Während der Hochwasserperiode und vor allem in der zweiten Julihälfte wurde in den fraktionierten Proben eine deutlich höhere Nettoproduktivität ermittelt (Abb. 6). Die Unterschiede bei Hochwasser lassen sich durch an Schwebstoffen anhaftende Bakterien erklären. In der zweiten Julihälfte konnte gehäuftes Auftreten der Metazooplankter beobachtet werden (HOLAREK et al. 1996). Nicht nur die höhere Atmungsaktivität, sondern auch Grazing und dadurch geringere Algenbiomassen waren auf die Zooplankter zurückzuführen. Im August führte die anhaltende Niedrigwassersituation zur weiteren Verminderung der Nettoproduktivität; im Hauptarm herrschten zu diesem Zeitpunkt heterotrophe Verhältnisse (Abb. 6, Tab. 2).

Die maximalen spezifischen Nettophotosyntheseraten lagen zwischen 4,40 und 10,85 $\text{mg C} \times \text{mg Chlorophyll a}^{-1} \times \text{h}^{-1}$ (Tab. 2). An drei Terminen (12., 15. und 26. Juni) eigneten sich die ermittelten Produktionsraten für eine weitere statistische Bearbeitung. Mit Hilfe eines nichtlinearen Regressionsmodells wurden wichtige physiologische Parameter wie der Anfangsanstieg α (28-33 $\text{mg C} \times \text{m}^2 \times \text{mg Chlorophyll a}^{-1} \times \text{E}^{-1}$), die maximalen spezifischen Bruttophotosyntheseraten (7,93-8,65 $\text{mg C} \times \text{mg Chlorophyll a}^{-1} \times \text{h}^{-1}$) und

IK ($213\text{--}275 \mu\text{E} \times \text{m}^{-2} \times \text{s}^{-1}$, Übergangsbereich zwischen Lichtlimitation und Sättigung) berechnet (JASSBY & PLATT 1976, HENLEY 1993). Die Werte stimmen sehr gut mit einschlägigen Publikationen überein und zeigen Starklichtadaptation an (LAMPERT & SOMMER 1993, SOMMER 1994, TILZER 1983).

In dynamischen Augewässern ist der Durchfluß ein Schlüsselparаметer für die Algengemeinschaften und die Primärproduktion. Hochwasserereignisse wirken als Störungen („external disturbances“, DESCY 1993). Sie bedingen einen Rückschritt zu früheren Sukzessionsstadien (GARCIA DE EMILIANI 1993). Die oberflächige Anbindung der Seitenarme an den Hauptstrom sorgt einerseits für Nachschub an Nährstoffen, andererseits bewirkt die damit einhergehende hohe anorganische Trübe äußerst schlechte Lichtbedingungen. Bei erhöhtem Durchfluß verkürzt sich die Aufenthaltsdauer im Ausystem, es kann keine eigene Planktongemeinschaft aufgebaut werden. Mit der oberflächigen Abkopplung vom Hauptstrom treten zunehmend eigenständige Steuerungsfaktoren in den Vordergrund (Nährstoffbegrenzung, Konkurrenzdruck, Grazing, Parasitismus).

Die Pegelschwankungen wirken sich stark auf die Produktivität aus. Bei hohen Pegelständen steht mehr Wasser für die pelagische Produktion zur Verfügung, damit gekoppelt sind freilich auch höhere Lichtattenuationen. Die vertikalen Produktionsprofile sind wegen der raschen Lichtabschwächung zusammengestaucht (GROBBELAAR 1989). Da die Altarme holomiktisch sind, steigt mit höheren Wasserständen auch die Durchmischungstiefe. Das Verhältnis zwischen euphotischer und aphotischer Zone gilt in Kopplung mit der Durchmischungstiefe in trüben Gewässern als wichtigster produktivitätssteuernder Faktor (COLE et al. 1992, DOKULIL 1994, GROBBELAAR 1985, 1989). Mit dem Sinken des Pegelstands vermindert sich auch der Durchfluß. Die damit verbundene Verlängerung der Aufenthaltsdauer des Wassers im Ausystem führt zum Sedimentieren anorganischer Partikel. Algen finden nun optimale Licht- und Nährstoffverhältnisse vor. Die Biomasse steigt stark an, die Produktivität erreicht ihr Maximum. Beim weiteren Rückgang des Wasserstands kann Nährstofflimitation auftreten, zudem verringern Freßdruck durch Zooplankton und Parasitismus die pelagische Produktivität. In zunehmenden Maße gewinnt nun das Phytobenthos an Bedeutung.

Literatur

COLE J. J., CARACO N. F. & PEIERLS B. L., 1992: Can phytoplankton maintain a positive carbon balance in a turbid, freshwater, tidal estuary? *Limnol. Oceanogr.* 37, 1608-1617.

- DESCY J.-P., 1987: Phytoplankton composition and dynamics in the river Meuse (Belgium). *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 78, 225-245.
- DESCY J.-P., 1993: Ecology of the phytoplankton of the River Moselle: effects of disturbances on community structure and diversity. *Hydrobiologia* 249, 111-116.
- DOKULIL M., 1994: Environmental control of phytoplankton productivity in turbulent turbid systems. *Hydrobiologia* 289, 65-72.
- ERTL M., 1985: The effect of the hydrological regime on primary production in the main stream and the side arms of the River Danube. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 68, 139-148.
- GARCIA DE EMILIANI M. O., 1993: Seasonal succession of phytoplankton in a lake of the Paraná River floodplain, Argentina. *Hydrobiologia* 264, 101-114.
- GROBBELAAR J. U., 1985: Phytoplankton productivity in turbid waters. *J. Plankton Res.* 7, 653-663.
- GROBBELAAR J. U., 1989: The contribution of phytoplankton productivity in turbid freshwaters to their trophic status. *Hydrobiologia* 173, 127-133.
- HEILER G., HEIN T. & SCHIEMER F., 1994: The significance of hydrological connectivity for limnological processes in Danubian backwaters. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 25, 1674-1679.
- HENLEY W. J., 1993: Measurement and interpretation of photosynthetic light-response curves in algae in the context of photoinhibition and diel changes. *J. Phycol.* 29, 729-739.
- HOLAREK C., RAUSCH C., HEIN T. & GÄTZ N., 1996: Qualitative und quantitative Veränderungen des Phyto- und Zooplanktons in der Donau und einem Altarm bei unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen. *Verh. Zool.-Bot. Ges.* 133, 187-202.
- JASSBY A. D. & PLATT T., 1976: Mathematical formulation of the relationship between photosynthesis and light for phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 21, 540-547.
- KISS K. T. & NAUSCH M., 1987: Phytoplanktonuntersuchungen an ausgewählten Querprofilen der Donau bei Klosterneuburg und Göd. *Int. Arge Donauforschung* 26 — wissenschaftl. Kurzref., p. 379-389.

- KÖHLER J., 1993: Growth, production and losses of phytoplankton in the lowland River Spree. I. Population dynamics. *J. Plankton Res.* 15 (3), 335-349.
- KÖHLER J., 1994: Origin and succession of phytoplankton in a river-lake system (Spree, Germany). *Hydrobiologia* 289, 73-83.
- LAMPERT W. & SOMMER U., 1993: *Limnoökologie*. 1. Aufl. 440 pp. G. Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- LORENZEN C. J., 1967: Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343-346.
- MANTOURA R. F. C. & LLEWELLYN C. A., 1983: The rapid determination of algal chlorophyll and carotenoid pigments and their breakdown products in natural waters by reverse-phase high-performance liquid chromatography. *Analyt. Chim. Acta* 151, 297-314.
- MOSS B. & BALLS H., 1989: Phytoplankton distribution in a floodplain lake and river system. II. Seasonal changes in the phytoplankton communities and their control by hydrology and nutrient availability. *J. Plankton Res.* 11 (4), 839-867.
- REYNOLDS C. S., 1994: The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers. *Hydrobiologia* 289, 9-21.
- SCHAGERL M., 1993: *Ausgewählte Untersuchungen an Algen aus den Gebieten der Systematik, Physiologie und Ökologie*. 336 pp. Diss. Univ. Wien.
- SCHMIDT A., 1994: Main characteristics of the phytoplankton of the Southern Hungarian section of the River Danube. *Hydrobiologia* 289, 97-108.
- SCHWOERBEL J., 1993: *Einführung in die Limnologie*. 7. Aufl. 387 pp. UTB: Bd. 31. G. Fischer, Stuttgart, Jena.
- SCHWOERBEL J., 1994: *Methoden der Hydrobiologie/Süßwasserbiologie*. 4. Aufl. 368 pp. UTB: Bd. 979. G. Fischer, Stuttgart, Jena.
- SOMMER U., 1994: *Planktologie*. 1. Aufl. 274 pp. Springer Verlag, Berlin.
- TILZER M. M., 1983: The quantum yield as a fundamental parameter controlling vertical photosynthetic profiles of phytoplankton in Lake Constance. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 69, 169-198.

- TOCKNER C., 1996: Makrozoobenthosuntersuchungen im Zuge des Revitalisierungsprojektes Regelsbrunner Au. Unveröff. Zwischenbericht.
- VAN DEN BRINK F. W. B., VAN KATWIJK M. M. & VAN DER VELDE G., 1994: Impact of hydrology on phytoplankton and zooplankton community composition in floodplain lakes along the lower Rhine and Meuse. *J. Plankton Res.* 16 (4), 351-371.
- WAWRIK F., 1962: Zur Frage: Führt der Donaustrom autochthones Plankton? *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 27, 28-35.
- WETZEL R. G. & LIKENS G. E., 1990: *Limnological analyses*. 2. Aufl. 391 pp. Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg.
- WRIGHT S. W., JEFFREY S. W., MANTOURA R. F. C., LLEWELLYN C. A., BJORNLAND T., REPETA D. & WELSCHMEYER N. A., 1991: Improved HPLC method for the analysis of chlorophylls and carotenoids from marine phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 77, 183-196.
- WRIGHT S. W. SHEARER J. D., 1984: Rapid extraction and high-performance liquid chromatography of chlorophylls and carotenoids from marine phytoplankton. *J. Chromatogr.* 294, 281-295.

Manuskript eingelangt: 1996 05 09

Anschrift der Verfasser: Mag. Dr. Michael SCHAGERL, Helmut KRBEČ, Sandra NAIRZ und Claudia WIELTSCHNIG, Institut für Pflanzenphysiologie, Althanstraße 14, A-1090 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [133](#)

Autor(en)/Author(s): Schagerl Michael, Krbec Helmut, Nairz Sandra, Wieltschnig Claudia

Artikel/Article: [Pelagische Primärproduktion in einem Donauarm bei Regelsbrunn \(Niederösterreich\) 201-216](#)