

Planktische Primärproduktion in der Elbe: Die Bedeutung von Stillwasserzonen für den Hauptstrom der Elbe

Klaus Ockenfeld, Helmut Guhr

Abstract

As often described by other authors, the reduction of industrial contamination in the River Elbe since 1990 led to the increasing role of secondary pollution due to high algal primary production. The longitudinal development of chemical criteria, phytoplankton biomass or chlorophylla along the river has been described, but the function of riverbed-structures like groyne-fields for the biological turnover processes in the pelagic zone is unknown.

To find first answers, we measure the intensity of planktonic primary production and respiration within groyne-fields and the main stream of the Elbe river. In addition to the use of Winklers oxygen-method, the quantification of carbon-assimilation by ^{14}C and several fluorometer based activity measurements we quantify the amount of chlorophylla, nutrient-fractions and other water contents in both, groyne-fields and the main stream since summer 2000. The comparison of these concentrations or turnover-rates between both compartments gives information about the function of groyne-fields as a sink or a source for particular and/or soluble matter for the Elbe river. First results show a cooccurrence of source- or sink-funktions for different contents, a nearly identical amount of area-specific gross-primary-production for both compartments, but high differences in the area-specific respiration-rates.

Einleitung

Die beträchtliche Senkung der Primärverschmutzung der Elbe während der letzten 12 Jahre führte dazu, daß die gegenwärtige organische Belastung der Elbe von Sekundärverunreinigungen bestimmt wird, die sich aus der intensiven flußinternen Bioproduktion infolge des immer noch hohen Nährstoffangebotes ergeben (Guhr *et al.* 1998) Für das Ökosystem Fluß und die Gewässernutzungen interessiert hierbei unter anderem, welchen Einfluß künstlich geschaffene Gewässerstrukturen - insbesondere Bühnenfelder als Stillwasserzonen - auf den Stoffumsatz und die longitudinale Veränderung der Konzentration bedeutsamer Wasserinhaltsstoffe haben.

Um diese Frage zu beantworten, wird neben der Analyse chemischer und biologischer Bestandteile auch die Intensität der Sekundärbelastung in Form planktischer Primärproduktion und -respiration in Bühnenfeldern und Hauptstrom der Elbe seit Sommer 2000 erfaßt. Parallel zur Anwendung von Winkler-Sauerstoffmethode, ^{14}C -Assimilationsmessungen und/oder diversen fluorometrischen Verfahren erfolgt die Analyse wichtiger Nährstofffraktionen sowie die Chlorophylla-Detektion. Der Vergleich beider Teilkompartimente (Bühnenfeld/Hauptstrom) hinsichtlich Stoffumsatzleistungen und Konzentration chemisch-biologischer Meßgrößen gibt Aufschluss über die Bedeutung solcher Stillwasserzonen als Quelle und/oder Senke für den Hauptstrom. Um neben dem jahreszeitlichen auch den örtlichen Aspekt berücksichtigen zu können, werden sowohl wöchentliche Beprobungen einer zueig erreichbaren Routinemessstelle in Magdeburg als auch diverse

Längsbereisungen der Elbe durchgeführt. Im Folgenden werden schon ausgewertete Daten der Elbe-Längsbereisung (Juni/Juli 2000) sowie Ergebnisse der wöchentlich in Magdeburg durchgeführten Routinemessung vorgestellt und diskutiert. Dabei soll ausschließlich auf den Vergleich zwischen den Meßergebnissen gleicher Kriterien in Hauptstrom und Bühnenfeld eingegangen werden.

Material und Methoden

Die Routinemessstelle des Umweltforschungszentrums Magdeburg an der Elbe befindet sich bei Fluss-Km 317. Das linksseitige Bühnenfeld beinhaltet bei mittlerem Durchfluß eine Wasseroberfläche von 30 (Tiefe der Bühnen) mal 70 (mittlerer Abstand der Bühnenränder) Meter bei einer Durchschnittstiefe um 1 Meter. Unter Bedingungen von NMQ bis MQ wird Hauptstromwasser an der flußabwärts gelegenen Bühne eingedröflet. Die äußere Lamelle des Wirbels verläßt das Bühnenfeld am Kopf der oberen Bühne nach einer mittleren Umdrehungsdauer von 0,5 h. Diese Einwirbelbewegung wurde regelmäßig beobachtet und zum Anlaß genommen, die Veränderung der Konzentration diverser Wasserinhaltsstoffe während dieser halbstündigen Reise zu quantifizieren. Hieraus lassen sich Rückschlüsse auf Zuwachs- und Verlusten ziehen.

Die Ergebnisse zur Längsbereisung der Elbe beziehen sich auf eine gemeinsame Ausfahrt mit der Bundesanstalt für Gewässerkunde (Koblenz/Berlin). Ein ausführlicher Bericht hierzu wird in Kürze erhältlich sein (Böhme et al. in press), die im folgenden erwähnten Resultate beziehen sich daher lediglich auf einen Vergleich zwischen Stillwasserzonen und Hauptstromwasser für die Kriterien Chlorophylla-Konzentration, integrale Brutto-Primärproduktion und Respiration.

Chemische Analysen wurden grundsätzlich nach den DIN-Bestimmungen vorgenommen. Die Chlorophylla-Detektion erfolgte mittels HPLC und/oder neueren fluorometrischen Meßverfahren (PAM-Fluorometrie), Sauerstoffproduktion und Respiration wurden mittels Winkler-Methode quantifiziert. Hierbei fand eine statische Inkubation mit Doppelbestimmungen in 6 Tiefen (Hellflaschen) statt. Hell- und Dunkelflaschen wurden für 4 Stunden über die Mittagszeit (11:00 – 15:00 Uhr nach Sommerzeit) ins Gewässer eingebracht. Die Umrechnung der Ergebnisse in tägliche Umsatzraten erfolgte anhand der Korrektur gemessener Attenuationswerte (sphärische Quantensensoren, LiCOR) mit den Ganglinien der Globalstrahlung (eigene Daten, Daten des Deutschen Wetterdienstes).

Ergebnisse

Die bislang wichtigsten Ergebnisse zu den Untersuchungen an der Routine-Meßstelle lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Das Bühnenfeld wirkt bei Wasserführungen unter MQ und ungestörten Bedingungen als Schwebstoffschenke. Mit der Abnahme des suspendierten Materials werden beim Durchlauf des Wasserkörpers im Bühnenfeld auch die Konzentrationen an POC, partikulärem Phosphat und partikulär gebundenem Stickstoff vermindert. Insbesondere natürliche Störungen (starker Wind, Niederschlag, sich rasch verändernde Durchflußbedingungen) oder Schiffsverkehr führen zu abweichenden Ergebnissen, die bislang keiner Systematik zugeordnet werden konnten. Die Gehalte an gelösten Wasserinhaltsstoffen und Chlorophylla sowie die flächenbezogene Brutto-primärproduktion in der euphotischen Zone unterschei-

den sich zwischen Bühnenfeld und Hauptstrom nicht wesentlich. Auch die volumenbezogene Respirationsleistung erreicht nahezu identische Werte. Da die mittlere Tiefe in Bühnenfeldern geringer ist als die des Hauptstromes, erreicht die flächenbezogene Respirationsleistung im Hauptstrom hingegen sehr viel höhere Werte.

Ähnliche Beobachtungen wurden auch für den Vergleich der Chlorophylla-Gehalte sowie der pelagischen Produktions- und Respirationsleistung verschiedener Bühnenfeld-Freiwasser-Paare während dieser Elbe-Bereisung gemacht. Die absolute Höhe der untersuchten Kriterien änderte sich zwar entlang des Flußlaufes teilweise erheblich, Differenzen zwischen Wasser aus Ruhezonen und jenem aus der freifließenden Welle waren hingegen unbedeutend (siehe Abbild. 1).

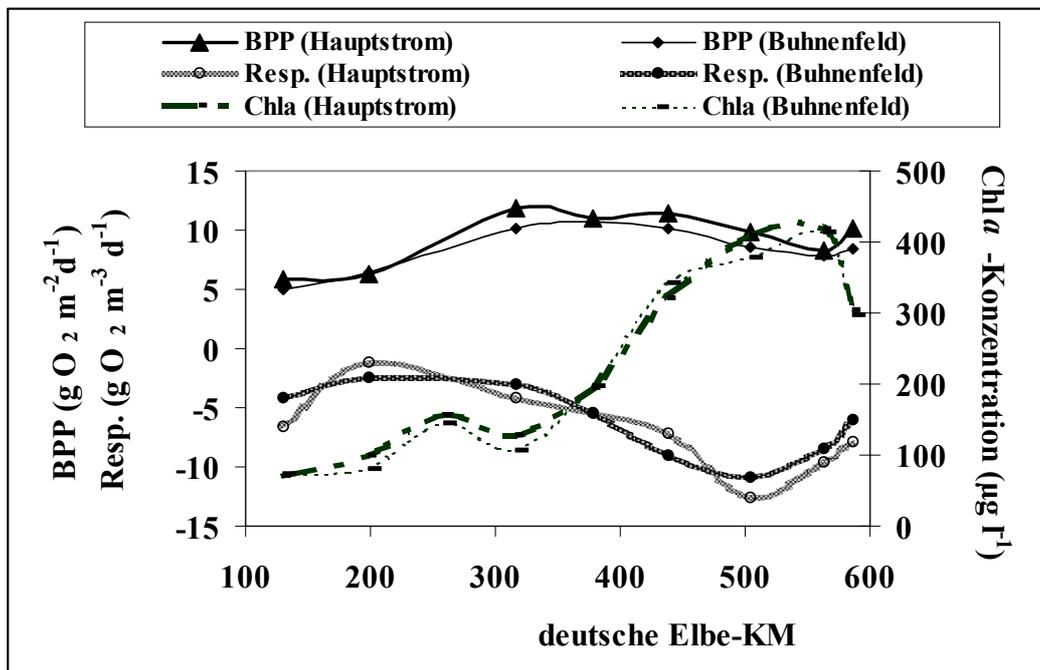


Abb. 1: Ergebnisse der fließzeitkonformen Elbe-Bereisung Juni/Juli 2000: Dargestellt ist die longitudinale Veränderung der Chlorophylla-Gehalte sowie der flächenbezogenen pelagischen Bruttoprimärproduktion (BPP) bzw. der volumenbezogenen Respirationsleistung (Resp.).

Beachte: Würde die Respirationsleistung ebenfalls flächenbezogen dargestellt, ergäbe sich für den Hauptstrom eine im Vergleich zum Bühnenfeld erheblich höhere Atmungsrate, da hier die mittlere Tiefe und damit die Wassermasse unterhalb einer spezifischen Oberfläche größer ist.

[Anmerkung: Dem starken Anstieg der Chlorophylla-Konzentrationen zwischen Km 350 und 550 steht eine nur moderate Änderung der integralen Brutto-Primärproduktion entgegen. Ursache hierfür ist ein beträchtlicher Abfall der euphotischen Lamelle in diesem Bereich. Der enorme Biomassezuwachs führt zum Anstieg der vertikalen Attenuation und damit zur Reduktion der Kompensationstiefe von Werten um 1 m bei Magdeburg (Km 317) auf unter 0,5 Meter unterhalb Dömitz (Km 504).

Diskussion

Ziel der noch andauernden Untersuchungen ist unter anderem, einen Schwellenbereich für den Shift von einer Quellen- zu einer Senkenfunktion der Bühnenfelder anzugeben. Erste Resultate lassen den Schluß zu, daß es für diverse Wasserinhaltsstoffe keine einheitliche Spanne gibt. Entsprechend muß für alle untersuchten Kriterien nach spezifischen Durchfluß-Abhängigkeiten gesucht werden, die sich später eventuell zu Gruppen zusammen fassen lassen. Die Auswertungen ergaben auch, daß solche Beziehungen zunächst nur für ungestörte Verhältnisse aufgestellt werden können. Die Datengrundlage muß für präzisere Aussagen noch erweitert und die unter „gestörten Bedingungen“ gewonnenen Ergebnisse vorerst aus der Betrachtung herausgenommen werden.

Die Diskussion bezieht sich daher auf die Ergebnisse zu den quantifizierten Stoffumsatzleistungen. Die sowohl bei Routineuntersuchungen in Magdeburg, als auch während der Fluß-Bereisung gefundene nahezu homogen Verteilung von flächenbezogener Brutto-Primärproduktion und volumenspezifischer Respiration könnte zum Fehlschluß führen, daß Bühnenfelder für die Turnover Raten im Fluß unerheblich sind. Mit geringeren Wassertiefen weisen diese Ruhezonen jedoch eine vergleichsweise geringe pelagische flächenbezogene Atmungsrate auf, so daß vom pelagischen Primärprodukt bzw. pelagisch produzierten Sauerstoff pro Fläche und Zeiteinheit zunächst netto mehr erhalten bleibt. Eine exaktere Quantifizierung der flächenbezogenen Respirationsraten kann später durch Einbezug flußmorphologischer Meßdaten erfolgen. Dem primären Zugewinn an Masse stehen zwar eventuell verglichen mit dem Hauptstrom höhere Verluste im Bühnenfeld entgegen (Sedimentation, benthische Respiration, benthischer/ pelagischer Fraß), bei relativ zügigem Wasseraustausch (Verweilzeit wenige Stunden, bei Störungen durch Eddies noch kürzer) sollte jedoch zumindest die Fraßkapazität nahezu homogen verteilt sein (Zooplankton wäre dann gleichverteilt, benthische Grazer spielen in der Elbe wahrscheinlich eine untergeordnete Rolle). Sedimentationsverluste würden in erster Linie schnell aussinkbare Stoffe (anorganische Partikel) betreffen, geringe Sedimentationsverluste an Primärproduzenten könnten durch Neuproduktion ausgeglichen werden. Vergleichende Untersuchungen zu Sauerstoffganglinien hatten gezeigt, daß die Tagesamplituden in den Bühnenfeldern ausgeprägter sind als jene des Hauptstromes. Höhere Maxima belegen dabei die beschriebene höhere Netto-Produktion, teilweise niedrigere Tagesminima sprechen hingegen für höhere benthische Respirationsleistungen in den Stillwasserzonen (Böhme, pers. Mitt.). Der Bühnenfeldinternen Gesamt-Atmung kommt daher eine Schlüsselstellung zu, die über die Rolle als Quelle oder Senke für den Sauerstoffgehalt der Elbe entscheidet. Die hohe Sauerstoffübersättigung in der Elbe (bis > 250%) spricht aber dafür, daß der Sauerstoffverbrauch weit hinter der Produktion zurückbleibt und gerade Bühnenfelder folglich nahezu ganzjährig zumindest als Quelle für Primärprodukte pelagischer Algen angesehen werden können.

Literatur

Böhme, M., Eidner, R., Ockenfeld, K. & Guhr, H. (2002): Ergebnisse der fließzeitkonformen Elbe-Längsbereisung 26.06.- 07.07.2000. – Berichte der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz. BfG-1309 (in press)

Guhr, H., Desortova, B., Spott, D., Bormki, G., Karrasch, B. & Barorowski, M. (1998): Nährstoffangebot und Chlorophyllentwicklung in der Elbe. – Vom Wasser 91: 195-205