

Makrophyten – Besiedlung und Produktion im Vergleich zum Plankton in einem Kleingewässer im Initialstadium (Hühnerwasser)

Gudrun Lippert, Ute Abel, Dieter Leßmann, Ingo Henschke, Remo Ender, Maik Veste¹, Michael Böhme² & Brigitte Nixdorf

Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Gewässerschutz, D-15526 Bad Saarow, Seestraße 45, ¹Lehrstuhl Bodenschutz, ²Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ

Ziele und methodische Ansätze

Das Hühnerwasser ist ein 0,4 ha großer Teich eines im Frühjahr 2005 künstlich geschaffenen Einzugsgebietes im Rekultivierungsgelände eines ehemaligen Braunkohlentagebaus. Er ist ein Ca-Sulfat-Hydrogenkarbonat-Gewässer mit Nährstoffkonzentrationen auf mesotrophem Niveau. Die Initialentwicklung wurde seit 2008 regelmäßig untersucht. Im Sommer 2009 wuchsen bereits etliche Arten ubiquitärer Wasserpflanzen und bedeckten den größten Teil des Gewässerbodens.

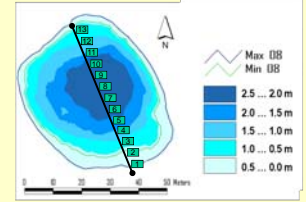
Fragen: Wie vollzieht sich die Erstbesiedlung durch Primärproduzenten und pelagische Bakterien in einem Kleingewässer in der Initialphase? Welche Produktionsintensitäten treten auf?

Methodik: Von Februar bis Juni 2008 wurden 2-wöchentlich Proben von einem Steg am südlichen Teichufer aus einer Tiefe von 0 - 50 cm genommen. Ab September 2008 erfolgte eine monatliche Beprobung an der tiefsten Stelle. Neben Profilmessungen mit Sonden wurden Mischproben in 50 cm-Abständen für die chemische und biologische Analytik genommen.

Tab. 1: Methoden zur Bestimmung der abiotischen und biotischen Parameter

Parameter	Geräte und Methoden	DIN/EN, Arbeitsanleitung
Beprobung des Pelagials, der Makrophyten	Limnos-Schöpfer, Planktonnetze, Van Veen-Greifer	Mischprobe, Einzelproben nach Arten Transkt Gesamtprobe
Temperatur, pH-Wert, Sauerstoffkonzentration, Sauerstoffsättigung	H 20 - Hydrolab Multiparametersonde	DIN 38404-C4 (Temp.) DIN 38404-C5 (pH-Wert) DIN EN 25814 (O ₂)
SRP, N-NO ₃ , N-NH ₄ , Si (gelöst), TP, TN	Fliedanalytik-Automaten	DIN EN ISO 10304-1, DIN 38405-D21, DIN EN ISO 15681, DIN EN ISO 13395
TIC, DIC, TOC, DOC	DIMATOC 100	DIN EN 1484, ISO 8245
Community Respiration	Titration nach Winkler	DIN 38412-L13
Trockengewicht, Aschfreies TG	Thermoofen, Analysenwaage	DIN EN ISO 12879-S3a
Chlorophyll-a im Freiwasser und Makrophyten	Spektralphotometer-UV/VIS-Lambda 2, Beadbeater	Nusch & Palme 1980, DIN 38412-16
Artenzusammensetzung des Phytoplanktons	Unkechmikroskop	Utermöhl-Methode (Utermöhl 1958)
Produktion des Phytoplanktons	Modifiziert nach Volleweider (1974)	¹⁴ C-Methode, Inkubation im Lichtgradienten (0-100% Licht) und I _{max}
Abundanz pelagischer Bakterien	Epi-Fluoreszenzmikroskop	DAPI-Färbung nach Porter & Feig (1992)
Produktion pelagischer Bakterien	³ H-Thymidin-Methode nach Bell	Dunkelinkubation

Untersuchungsgebiet



Tab. 2: Morphometrische Kenndaten des Hühnerwasserteichs (Vermessung vom Oktober 2008)

Volumen	V	m ³	4.109
Fläche	A	m ²	3.896
maximale Tiefe	z _{max}	m	2,4
mittlere Tiefe	z _{mean}	m	1,1



Phytoplanktonbesiedlung und -produktion

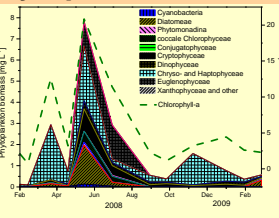


Abb. 1: Biomasse und Zusammensetzung des Phytoplanktons von Februar 2008 bis März 2009

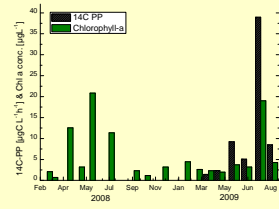


Abb. 2: Chl a-Konzentration und ¹⁴C-Primärproduktion von Febr. 2008 bis Aug. 2009

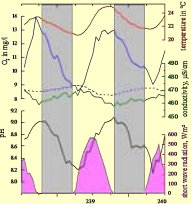
Tab. 3: Abundanz und Biovolumen der dominanten Taxa im Hühnerwasserteich im Jahre 2008.

Date	Taxon	Abundance [10 ⁶ cells/L]	Biovolumen [µm ³ /L]	Dominance [%]
16/04/2008	Dinobryon divergens	4327.7	1.183	40.4
14/05/2008	Chromulina sp.	953.3	0.491	64.7
03/06/2008	Prasinodimella erikensis	6466.9	2.159	27.6
09/06/2008	Fragilaria sp.	1060.6	1.746	22.3
09/06/2008	Euglena clovata	129.3	1.373	15.0
09/06/2008	Cryptomonas meniscus	1681.4	0.717	9.2
09/06/2008	Schroederia setigera	1215.8	0.485	5.3
25/07/2008	Euglena clovata	181.1	1.605	55.1
03/12/2008	Dinobryon sociale	6039.8	1.331	84.8

Die Besiedlung des Pelagials durch Phytoplankton erfolgt aufgrund der verfügbaren Ressourcen auf mesotrophem Niveau und zeigt keine Saisonalität. Siliziumlimitation ist wahrscheinlich. Die Primärproduktion ist mit der Chl a-Konzentration korreliert.

Makrophytenproduktion

a) Sauerstoffganglinienanalyse (SGA) im August 2009



Tab. 5: Kalkulation der Netto- (NPP) und Bruttotagesprimärproduktion (BPP) und der Respiration im Freiwasser des Hühnerwasserteichs vom 26.-28.8.2009 ermittelt durch Sauerstoffganglinienanalyse (Umrechnung O₂ in C mit 0.32)

Tagessummen	Primärproduktion	
	g O ₂ m ⁻² d ⁻¹	g C m ⁻² d ⁻¹
Respiration Tag 1	10.91	3.49
NPP Tag 2	0.191	0.06
Respiration Tag 2	7.86	2.52
BPP Tag 2	9.58	3.07

b) ¹⁴C-Inkubation

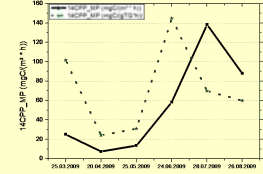
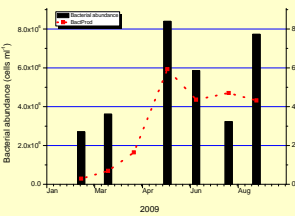


Abb. 4: Primärproduktion der Makrophyten (flächenbezogen) sowie auf Trockengewicht im Hühnerwasserteich mit der ¹⁴C-Methode ermittelt

Die spezifische Makrophytenproduktion war zu Beginn der Besiedlung hoch und erreichte ein Maximum im Juni. Die flächenspezifische Makrophytenproduktion hatte ein Maximum im Juli 2009 zum Zeitpunkt des Biomasse-maximums. Die flächenspezifische Produktion liegt mit ca. 1 g C/(m²d) im Bereich der Ergebnisse aus der SGA (BPP = 3 g C/(m²d)).

Pelagische Bakterien – Abundanz und Produktion



Tab. 4: Abundanz und Produktion der pelagischen Bakterien im Hühnerwasserteich im Jahre 2009.

Die Zellzahlen der meist suspendierten Bakterien liegen zwischen 3 und 8 Mio. Zellen/ml in einem mittleren Bereich. Die Produktion steigt bis zum Mai auf 6 µgC/(L*h) an und verbleibt auf einem relativ hohen Niveau zwischen 4 und 6 µgC/(L*h).

c) PAM – Messung und ¹⁴C- Primärproduktion einzelner Makrophytenarten und fädiger Algen

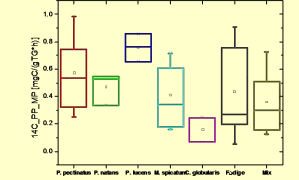


Abb. 5: Spezifische Primärproduktion der Makrophytenarten und fädiger Algen sowie eines Makrophytengemisches (Mix) von März bis August 2009

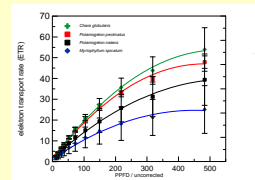


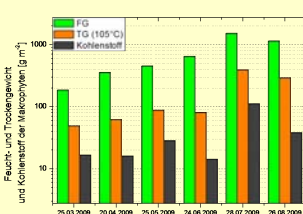
Abb. 6: Elektronentransportrate für einzelne Arten aus dem Hühnerwasserteich im Juli 2009



Makrophytenbesiedlung und -biomasse

Flächige Makrophytenfassung (Kohler, Melzer)	Apr. 09	Mai 09	Jun 09	Juli 09	Aug. 09
Arten / Quantität	9 / 54	54 / 54	54 / 91	54 / 91	35 / 152
Myriophyllum spicatum / Abies Tausendblatt	9 / 54	54 / 54	54 / 91	54 / 91	35 / 152
Potamogeton pectinatus / Karmel-Lackkraut	9 / 54	54 / 54	54 / 91	54 / 91	35 / 152
Potamogeton lucens / Spiegel-Lackkraut	28 / 91	91 / 91	91 / 91	91 / 91	91 / 91
Potamogeton natans / Schwimmendes Lackkraut	2 / 9	9 / 9	9 / 9	9 / 9	9 / 9
Chara globularis / Zerbrech. Armleuchteralge	1 / 2	2 / 1	2 / 1	2 / 1	1 / 1
Gesamtquantität	131 / 247	247 / 246	246 / 246	246 / 288	288 / 288

Abb. 3: Entwicklung des Feucht- und Trockengewichtes sowie der C-Biomasse der Makrophyten im Hühnerwasser 2009



Die Primärproduktion der Makrophyten (PP_MP) von März bis August 2009 hat einen ähnlichen Verlauf wie die phytoplanktonische Produktion (PP_PH), die Intensität ist aber 4-10 mal höher! Im Juli trat das Maximum der Makrophyten- und Phytoplanktonproduktion auf. Die bakterielle Produktion ist relativ ausgedehnt und übersteigt bei Kalkulation der Tageswerte die planktische Primärproduktion geringfügig.

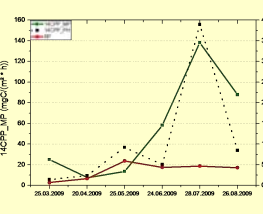


Abb. 7: Verlauf der Primärproduktion der Makrophyten (¹⁴C-PP), des Phytoplanktons (¹⁴C-PP) und bakterielle Produktion (BP) im Hühnerwasserteich 2009 – unterschiedliche Skalierung beachten

- Die autotrophe Besiedlung während der Initialphase des Hühnerwasserteichs wird geprägt von hoher Variation der phytoplanktonischen Besiedlung auf insgesamt mesotrophem Niveau ohne saisonale Muster. Es wurde postuliert, dass der Beginn der Initialphase durch Heterotrophie geprägt war (Dörschel 2008).
- Seit 2008 entwickelten sich Makrophyten und erreichten im Sommer 2009 eine etwa 4-10fach höhere Primärproduktion im Vergleich zum Phytoplankton. Somit dominierten die autotrophen Stoffumsätze das System zum Ende der Initialphase.

Literatur
Melzer, A. (1988). Der Makrophytenindex – Eine biologische Methode zur Beurteilung der Nährstoffbelastung von Seen. Habilitationsschrift TU München, 248 S.
Leßmann, D. et al. (2009). Limnological development of Hühnerwasserteich, subm.
Dörschel, Ch. (2008). Limnologie von Kleingewässern: Pelagische Stoffumsätze und Besiedlungsmuster im Winter und Frühjahr 2008 am Beispiel Hühnerwasserteich. Diplomarbeit an der BTU Cottbus
Hickey CW (1988). River oxygen uptake and respiratory decay of sewage fungus biofilms. Water Research 22(11): 1375-1380.
Odum HT (1956). Primary production in flowing water. Limnol. Oceanogr 1:102-117.
Kohler, A. (1978). Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserökosystemen. Landschaft + Stadt, 102:73-85.