

Untersuchung der Wasserqualität des Zu- und Abflusswassers von konventionell und biologisch bewirtschafteten Karpfenteichen mit Hilfe des Zoobenthos

JAN GRACÍK, ZDENĚK ADÁMEK, KATEŘINA FRANCOVÁ, DAVID HLAVÁČ

*Universität von Südböhmen in Budweis, Fakultät für Fischerei und Gewässerschutz,
Forschungszentrum für Aquakultur und Biodiversität von Hydrozönosen, Zátiší 728/II,
389 25 Vodňany, Tschechische Republik*

CHRISTIAN BAUER

*Bundesamt für Wasserwirtschaft, Inst. für Gewässerökologie und Fischereiwirtschaft
– Ökologische Station Waldviertel, Gebharts 33, 3943 Schrems*

Abstract

Investigation of water quality from conventional and organic farmed carp ponds using zoobenthos

Methods of bioindication are widely used in limnology. However, these methods are not commonly applied in pond aquaculture. Therefore the macrozoobenthos of the in- and outflow waters of 4 ponds (2 conventional, 2 organic) was investigated for bioindication using artificial substrates. While significant differences in the number of taxons between in- and outflow can be found, only small, not significant differences were found in the saprobity index.

Einleitung

Dass die jeweilige Methode der Bewirtschaftung (Besatz, Fütterung ...) die Wasserqualität von Karpfenteichen beeinflusst, ist trivial und kann als gegeben vorausgesetzt werden, ebenso wie die Tatsache, dass Zufluss und Umland ebenfalls einen Einfluss auf die Wasserqualität von Teichen haben. Während in natürlichen Gewässern (Flüssen, Seen) die Wasserqualität u. a. mit Methoden der Bioindikation (= die Bewertung des Umweltzustandes anhand biologischer Faktoren) untersucht wird, findet diese Methode in der Teichwirtschaft i. d. R. keine Anwendung.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird daher die Wasserqualität der Zu- und Abflüsse von konventionell bewirtschafteten Teichen in der Tschechischen Republik und von biologisch bewirtschafteten Teichen im niederösterreichischen Waldviertel mit Methoden der Bioindikation untersucht. Geeignete Bioindikatoren sind u. a. das Makrozoobenthos (= Tiere, die am oder im Boden eines Gewässers leben), wie es etwa für Bewertung von Abwässern und Fließgewässern herangezogen wird, da es häufig vorkommt und hoch empfindlich auf Wasseränderungen reagiert (Rosenberg und Resh, 1993).

Die Untersuchungen wurden durchgeführt, ohne auf die konkrete Bewirtschaftung und die Unterschiede zwischen konventioneller und biologischer Karpfenproduktion einzugehen, da es sich um einen Test der Methode und nicht um einen direkten Vergleich der Bewirtschaftungsarten handelt.

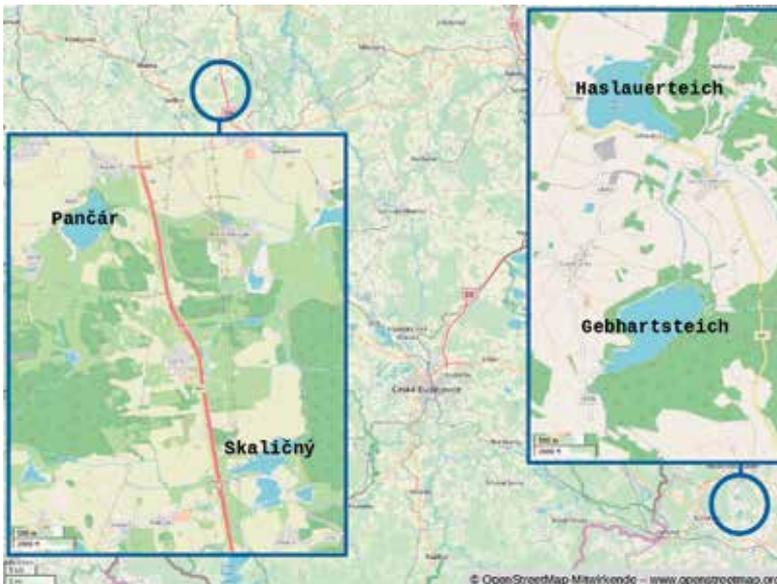


Abb. 1. Lage der untersuchten Teiche im Großraum Südböhmen und Waldviertel.

Untersuchungsgebiet

Für diese Studie wurden zwei Karpfenteichgebiete ausgewählt (Abb. 1, Tab. 1), von denen das erste, die tschechische Region Blatná, traditionell – konventionell bewirtschaftet wird. Diese Bewirtschaftung beruht auf traditioneller Fischzucht mit Nutzung, sowohl der natürlichen Nahrung als auch Zufütterung mit Getreide. Die untersuchten Teiche, Skaličný (SKAL) und Pančár (PAN), werden von der Gesellschaft Blatenská ryba, spol. s.r.o. bewirtschaftet (Abb. 2). Das zweite Gebiet befindet sich in der Region Waldviertel in Österreich. Die in diesem Gebiet untersuchten Teiche halten sich an die Grundsätze der biologischen Fischproduktion nach den Richtlinien der EU und der österreichischen Bioverbände. Untersucht wurden der Haslauerteich (HAS) und der Gebhartsteich (GEB), welche auf Grund ihrer biologischen Produktion nur mit zertifizierten Bio-Futtermitteln zugefüttert werden dürfen und eine genaue Dokumentation darüber geführt werden muss (Gracík, 2015) (Abb. 3).

Tab. 1. Charakteristik der untersuchten Teiche

Teich		Biologische Bewirtschaftung		Konventionelle Bewirtschaftung	
		Gebhartsteich	Haslauerteich	Skaličný	Pančár
Fläche	ha	48,5	57,0	21,5	34,3
Meereshöhe	m	570	548	474	441
durchschnittliche Tiefe	m	1,4	1,7	1,1	1,0
maximale Tiefe	m	3,7	3,4	2,8	3,4
Fischbesatz 2016	kg.ha ⁻¹	187	238	483	371



Abb. 2. Die konventionell bewirtschafteten Teiche Skaličný (a) und Pančár (b)

Material und Methoden

Um das Makrozoobenthos von Fließgewässern zu untersuchen, können künstliche Substrate (Aufwuchsunterlagen) verwendet werden, welche die Funktionen der natürlichen Wasserumwelt nachahmen (Beak et al. 1973) und gleichzeitig die Unterschiede der verschiedenen Umwelt bzw. Lebensraumtypen ausgleichen.

Die empfohlene Expositionsdauer von künstlichen Substraten im Wasserkörper beträgt 21 Tage und sollte nicht länger als 35 Tage betragen, weil sich sonst einige Organismen weiterentwickeln, wodurch jedoch die Anzahl der Tiere verringert werden kann (Olomukoro und Eloghosa, 2009). Die Kolonisierung von künstlichen Substraten wird insbesondere durch das verwendete Material, die Größe und den Zeitraum der Exposition im Gewässer beeinflusst (Cairns und Henebry, 1982).

Für die Probenahme wurde als künstliches Substrat eine standardmäßige Aufwuchsunterlage gewählt, die aus insgesamt 14 Kunststoffelementen besteht, von denen je sieben nebeneinander so platziert sind, dass sie einen zweireihigen Zylinder bilden. Die mittleren Einheiten sind also von sechs weiteren Elementen umgeben. Mit Fixierbändern aus Kunststoff werden die Elemente stabil zusammengehalten, was besonders wichtig bei der Fixierung am Teichboden und der Herausnahme des Gerätes ist (Abb. 4). An der Aufwuchsunterlage wurden zusätzlich noch zwei verstellbare 50 cm lange Stangen befestigt, die hauptsächlich für die Befestigung am Teichboden notwendig waren. Um bei der Entnahme aus dem Gewässer möglichst wenig Lebewesen zu verlieren, wurde beim Herausnehmen ein Benthosnetz mit der Maschenweite von 500 μm (tschechische Norm ČSN EN ISO 9391) hinter der Aufwuchsunterlage geführt.

Der Inhalt des Probennehmers wurde auf ein Sieb mit der Maschengröße von 500 μm übertragen und durchgespült. Die Proben wurden in Kunststoffcontainer mit einem Volumen von 2 l gefüllt und mit 4 %iger Formaldehydlösung konserviert.

Die Datenaufnahme erfolgte von April bis September 2016. In diesem Zeitraum wurden die Aufwuchsunterlagen alle vier Wochen entnommen, kontrolliert und anschließend wieder am selben Platz im Teich ausgelegt. Die Bestimmung der benthischen Lebewesen erfolgte größtenteils auf Gattungsebene mit Hilfe der Lexika von Hrabě et al. (1954) und Rozkošný et al. (1980).



Abb. 3. Der biologisch bewirtschaftete Gebharts- (a) und Haslauerteich (b)

Die Ergebnisse wurden für die Feststellung des Saprobienindex (SI) nach der Norm ČSN 757 716 verwendet, welcher auf der Toleranz einzelner Indikatorarten (Saprobionten) gegenüber einer bestimmten Gewässerverunreinigungsstufe basiert.

Für die Bewertung der Artenvielfalt / Biodiversität wurde der Shannon-Wiener-Index (H') nach Begon et al. (1990) verwendet. Dieser berücksichtigt sowohl Artenvielfalt und die Anzahl der Individuen im Lebensraum als auch die relative Abundanz (Häufigkeit) der Arten innerhalb der Probe.

Die Datenbearbeitung und -analyse erfolgte im lizenzierten Tabelleneditor MS Excel 2016. Für die statistische Auswertung wurde der paarweise t-Test »Student t-Test« verwendet, der auf statistisch bedeutende / unbedeutende Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Gruppen auf einer Signifikanzebene von $p = 0,05$ und $p = 0,01$ prüft.

Ergebnisse und Diskussion

Grundsätzlich muss man sich bewusst sein, dass die Artenzahl und Diversität im Zoobenthos maßgeblich von den jeweiligen Umweltbedingungen bestimmt werden. Diese Umweltbedingungen werden aber nicht nur durch die (unterschiedliche) Bewirtschaftung beeinflusst, sondern auch durch Faktoren, die außerhalb der Bewirtschaftung liegen, z. B. Niederschlag/Trockenheit. Die Bewirtschaftung ist also nicht der alleinige Faktor und so ist diese Arbeit mehr eine Bestandsaufnahme als ein Vergleich der Bewirtschaftungsformen.

Insgesamt wurden in den entnommenen Proben (5479 benthische Lebewesen) aus

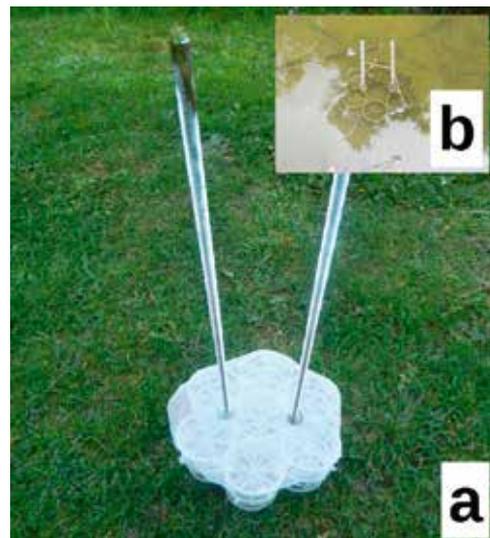


Abb. 4. Künstliches Probensubstrat (a) vor dem Einsatz (b) nach der Exposition im Wasserlauf

Tab. 2.: Vergleich der Durchschnittswerte (\pm SD) der Artenzahl am Zufluss (Z) und Abfluss (A, bzw. am Sicherheitsüberlauf (SÜ) Skaličný) der untersuchten Teiche. Anmerkung: NS = $p > 0,05$, * $p < 0,05$

Teich	Zahl der Taxa					
	Zufluss	Abfluss	Sicherheitsüberlauf	Signifikanz		
				Z/A	Z/SÜ	SÜ/A
Skaličný	6,3 \pm 7,1	8,5 \pm 3,3	22,5 \pm 7,9	NS	*	*
Pančár	8,8 \pm 2,8	17,0 \pm 3,7		*		
Gebhartsteich	8,3 \pm 2,2	12,8 \pm 4,6		NS		
Haslauerteich	8,3 \pm 4,3	7,3 \pm 1,7		NS		

109 Arten bestimmt. Die artenreichste Probenstelle war am Teich SKAL mit 64 Arten und die artenärmste am Teich HAS mit 31 Arten (Tab. 2). Die häufigsten und regelmäßig vorkommenden Arten waren *Asellus aquaticus* (Malacostraca) und *Erpobdella octoculata* (Hirudinea). In einzelnen Proben dominierten an einigen Standorten Arten, wie z. B. *Simulium noelleri* (Simuliidae) und *Chironomus annularius* (Chironomidae) unterhalb des Teichs SKAL oder *Psamoryctides albicola* (Oligochaeta) im Teich PAN.

Artenzahl im Zufluss und Abfluss

Im konventionell bewirtschafteten Karpfenteich SKAL wurden insgesamt 64 Arten in den künstlichen Substraten nachgewiesen, wobei im Sicherheitsüberlauf des Teiches eine signifikant höhere ($p < 0,05$) Anzahl von Zoobenthosarten (22,5 \pm 7,9 Arten) als im Zufluss (6,3 \pm 7,1) und dem regulären Abfluss über den Mönch (8,5 \pm 3,3) festgestellt wurde. Zufluss und regulärer Abfluss unterschieden sich nicht signifikant. Zu den dominierenden Arten gehörten mit 48,8 % Zuckmückenlarven *Chironomus annularius* und Kriebelmückenlarven *Simulium noelleri* mit 16,7 % Anteil am Zoobenthos.

Eine signifikant höhere Artenzahl ($p < 0,05$) im Abfluss (17,0 \pm 3,7) im Vergleich zum Zufluss (8,8 \pm 2,8) wurde ebenfalls im Teich PAN festgestellt.

Die Zahl der Arten in den Zuflüssen und Abflüssen aus den biologisch bewirtschafteten Teichen HAS und GEB waren nicht signifikant unterschiedlich.

Diversitätsindex

Der Diversitätsindex (H') ist eine Kennzahl zur Bestimmung der Diversität (Artenvielfalt) einer Lebensgemeinschaft/eines Lebensraumes. Unter den Probenstellen wies der Abfluss des Teiches PAN die höchsten Werte ($H' 2,20 \pm 0,22$) auf, die zudem signifikant höher ($p < 0,01$) waren als im Zufluss ($H' 1,05 \pm 0,24$). Im Teich SKAL gab es einen signifikanten Unterschied ($p < 0,05$) zwischen dem Sicherheitsüberlauf und dem regulären Abfluss durch den Teichablass ($H' 2,09 \pm 0,45$ versus $1,02 \pm 0,53$). Der Vergleich der anderen Probenstellen sowie auch der Probenstellen an den Teichen GEB und HAS erbrachte keine signifikanten Unterschiede in der Biodiversität der Zoobenthosorganismen (Tab. 2).

Tab. 3. Vergleich der Durchschnittswerte (\pm SD) der Saprobität und Diversität des Zoobenthos am Zufluss (Z) und Abfluss (A bzw. Sicherheitsüberlauf (SÜ) SKAL) der Teiche: Skaličný (SKAL), Pančár (PAN), Haslauerteich (HAS) und Gebhartsteich (GEB). Anmerkung: NS = $p > 0,05$, * $p < 0,05$,

Teich	Saprobienindex (SI)						Shannon-Wiener-Index (H')					
	Zufluss	Abfluss	Sicherheitsüberlauf	Signifikanz			Zufluss	Abfluss	Sicherheitsüberlauf	Signifikanz		
				Z/A	Z/SÜ	SÜ/0				Z/A	Z/SÜ	SÜ/A
SKAL	2,49 \pm 0,22	2,62 \pm 0,46	2,13 \pm 0,24	NS	NS	NS	1,20 \pm 1,04	1,02 \pm 0,53	2,09 \pm 0,45	NS	NS	*
PAN.	2,33 \pm 0,18	2,30 \pm 0,22		NS			1,05 \pm 0,24	2,20 \pm 0,22		**		
GEB	2,57 \pm 0,16	2,51 \pm 0,08		NS			1,33 \pm 0,64	1,30 \pm 0,58		NS		
HAS.	2,48 \pm 0,17	2,54 \pm 0,14		NS			1,45 \pm 0,40	0,83 \pm 0,32		NS		

Konventionelle versus biologische Bewirtschaftung

In der vorliegenden Untersuchung war eine Veränderung der Vielfalt des Zoobenthos zu beobachten. Zu einer signifikanten Erhöhung der Zoobenthosdiversität ($p < 0,01$) kam es bei den konventionell bewirtschafteten Teichen (Abfluss aus dem Teich PAN und im abfließenden Wasser des Sicherheitsüberlaufes des Teichs SKAL ($p < 0,05$)). Im Abfluss aus den Teichen mit biologischer Bewirtschaftung (GEB und HAS) hingegen war die Vielfalt benthischer Wirbelloser niedriger als im Zufluss. Die Zusammensetzung und Häufigkeitsverteilungen in den biologischen und traditionellen Zuchten waren jedoch ähnlich und die Unterschiede waren nicht signifikant.

Wasserqualität / Saprobienindex

Dass das Maß der Qualitätsänderung des abfließenden Wassers von der Qualität des zufließenden Wassers abhängig ist, ist bereits aus Studien an anderen Karpfenteichen bekannt (Rozkošný et al. 2011, Všeticková et al. 2012, 2013, Všeticková, Adámek 2013). Die Qualität des aus südmährischen Teichen abfließenden Wassers zeigte im Vergleich zum Zufluss eine bedeutende Verbesserung des Saprobienindex (SI) von 2,38 auf 2,59, wenn der Zufluss stärker (SI 2,81 – 2,89) mit organischen Stoffen belastet war. In den mit nicht verunreinigtem Zuflusswasser versorgten Teichen (Betamesosaprobität SI 2,32) kam es umgekehrt zu einer signifikanten Qualitätsverschlechterung ($p < 0,01$) des abfließenden Wassers auf Alphamesosaprobität (SI 2,82).

Die Ergebnisse des Saprobienindex an den einzelnen Probennahmestellen der Teiche (Tab. 2) waren sehr ausgeglichen und bewegten sich an der Grenze der Beta- und Alphamesosaprobität, was i. d. R. charakteristisch für Teichabflüsse ist (Všeticková, Adámek 2013).

Die nach dem Zoobenthos bewertete Wasserqualität bewegte sich in den Zuflüssen im Bereich der Beta- und Alphamesosaprobität mit den Werten SI 2,33 im PAN bis 2,57 im Teich GEB. Im Abfluss dieser beiden Teiche wurde eine geringe und nicht signifikante Verbesserung der Qualität registriert (SI 2,30 bzw. 2,51), in den beiden anderen Teichen (SKAL und HAS) kam es umgekehrt zu einer nicht signifikanten Verschlechterung ($p > 0,05$) (Tab. 3). Insgesamt waren die Differenzen zwischen der Wasserqualität im Zufluss und Abfluss aus den bewerteten Teichen nach den saprobologischen Kennzahlen sehr klein und statistisch nicht signifikant ($p > 0,05$), gleichgültig ob es sich um traditionell oder biologisch bewirtschaftete Karpfenteiche handelte.

LITERATUR

- Adámek Z., Maršálek B., 2013: Bioturbation of sediments by benthic macroinvertebrates and fish and its implication for pond ecosystems: a review. *Aquaculture International*, 21(1):1–17
- Beak, T. W., Griffing, T. C., Appleby, A. G., 1973: Use of artificial substrate samplers to assess water pollution. In: Cairns, J., Jr. ed. 1982, *Artificial substrates*, Ann Arbor, Michigan: Ann Arbor Science Publishers, Inc., 266 p.
- Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R., 1990: *Ecology, Individuals, Populations and Communities*. Oxford (UK): Blackwell Science, 220 p.
- Cablík, J., 1960: *Základy stavby rybníků a hospodářských nádrží*. I. Vydání. SZN, Mechanizace a výstavba. 311 s. [Grundlagen des Baus von Teichen und Wirtschaftsbehältern. I. Ausgabe. SZN, Mechanisierung und Aufbau. 311 Seiten.]
- Cairns, J., Jr., Henebry, M. S., 1982: Interactive and noninteractive protozoan colonization processes In: *Artificial substrates*, Cairns, J., Jr. (Editor), 1982: *Artificial substrates*, Ann Arbor Science, Ann Arbor, Michigan, 23–70 p.
- ČSN EN ISO 9391, 1996: *Jakost vod – Odběr vzorků makrozoobentosu v hlubokých vodách – Pokyny pro použití kolonizačních, kvalitativních a kvantitativních vzorkovačů*. Český normalizační institut Praha, 16 s. [Norm: ČSN EN ISO 9391, 1996: *Wasserqualität – Probenahme von Makrozoobenthos in tiefen Gewässern – Anweisungen für die Verwendung von Kolonisierungs-, qualitativen und quantitativen Probennehmern*. Tschechisches Normierungsinstitut Prag, 16 Seiten.]
- ČSN EN ISO 8689-1 *Jakost vod – Biologická klasifikace vodních toků – Část 1: Pokyny pro interpretaci údajů o biologickém stavu toků na základě sledování makrozoobentosu*. Český normalizační institut Praha. [Norm: ČSN EN ISO 8689-1: *Wasserqualität – Biologische Wasserlaufklassifizierung - Teil I: Anweisungen für die Dateninterpretierung über den biologischen Wasserlaufstand anhand der Verfolgung des Makrozoobenthos*. Tschechisches Normierungsinstitut Prag.]
- ČSN 757 716, 1998: *Jakost vod – Biologický rozbor – Stanovení saprobního indexu*. Český normalizační institut Praha. [Norm ČSN 757 716, 1998: *Wasserqualität – Biologische Analyse – Festsetzung des Saprobienindex*. Tschechisches Normierungsinstitut Prag.]
- Gracík, J., 2015: *Organický chov kapra a jeho perspektivy v ČR*. Bakalářská práce, FROV JU Vodňany, 51 s. [Organische Karpfenzucht und ihre Perspektiven in der Tschechischen Republik. Bachelorarbeit, FROV JU Vodňany, 51 Seiten.]
- Hrabě, S., Bartoš, E., Kostrouh, K., 1954: *Klíč zvířeny ČSR I*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 539 s. [Tierlexikon Tschechoslowakei I. Verlag der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Prag, 539 Seiten.]
- Olomukoro, J.O., Eleghosa, O., 2009: *Macroinvertebrate colonisation of artificial substrates*. *African scientist*, 10 (1): 53–63 p.
- Rosenberg, D. M., Resh V. H., 1993: *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman and Hall, New York, 488 p.
- Rozkošný, R., 1980: *Klíč vodních larev hmyzu*. Academia, Praha, 521 s. [Lexikon von Wasserinsektenlarven. Academia, Prag, 521 Seiten.]
- Rozkošný, M., Adámek, Z., Heteša, J., Všetická, L., Marvan, P., Sedláček, P., 2011: *Vliv rybníků na vodní ekosystémy recipientů jižní Moravy*. *Vodní hospodářství* 2, 2011: 18–21 s. [Einfluss von Teichen auf die Wasserökosysteme der Rezipienten Südmährens. *Wasserwirtschaft* 2, 2011: Seiten 18–21]
- Všetická, L., Adámek Z., 2013: *The impact of carp pond management upon macrozoobenthos assemblages in recipient pond canals*. *Aquaculture International*, 21(4): 897–925.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 2021

Band/Volume: [74](#)

Autor(en)/Author(s): Gracik Jan, Adamek Zdenek, Francova Katerina, Hlavac David

Artikel/Article: [Untersuchung der Wasserqualität des Zu- und Abflusswassers von konventionell und biologisch bewirtschafteten Karpfenteichen mit Hilfe des Zoobenthos 266-272](#)