# Prognose der Vorkommen von Großmuschelbeständen

Innerhalb des ReWaM-Projektes „BOOT-Monitoring“ wird ein bootgestütztes Messsystem zur Erfassung von Morphometrie, Wasserqualität und Hydrologie entlang der Verläufe von Fließgewässern entwickelt. Anwenderseitig soll dieses unter anderem dazu beitragen, Vorkommen von Großmuschelbeständen zu prognostizieren, um zukünftig bei ökologischen Gewässersanierungen das Auffinden von Lebensräumen der geschützten Arten zu erleichtern.

**Volker Thiele, Barbara Deutsch, Simone Eisenbarth, Martina Renner und Christian Gottelt-Trabandt**

Mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie [1] sind neue Anforderungen an den Gewässerschutz definiert worden. Das Erreichen eines guten ökologischen Zustandes/Potenzials steht dabei im Blickpunkt, bedingt aber oftmals ökologische Gewässersanierungen. Dabei sind häufig Eingriffe in das Sediment notwendig, die für wenig vagile Arten des Sohl- und Uferbereiches (u. a. Großmuscheln, Querder von Neunaugen) zum Problem werden können. Aber auch bei der Gewässerunterhaltung und im „klassischen“ Gewässerausbau lassen sich in vielen Fällen solcherart Eingriffe nicht vermeiden.

Der Gesetzgeber hat mit Verordnungen und Gesetzen [2, 3, 4, 5] den Arten- und Gebietsschutz abgesichert. Dabei gelten die Verbote des § 44 Abs. 1 Nr. 1-4 BNatSchG flächendeckend. Sie beziehen sich grundsätzlich auf alle besonders geschützten Arten, wobei es Gültigkeitseinschränkungen für bestimmte Vorhabentypen und Landnutzungen gibt. Zudem sind alle Veränderungen und Störungen, die zu einer erheblichen Beeinträchtigung von Erhaltungszielen oder dem Schutzzweck eines Natura 2000-Gebiets führen, unzulässig. Die Zugriffsverbote des Artenschutzes gelten somit auch für die Gewässerunterhaltung und den -ausbau [6].

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat 14 Projekte initiiert, die verschiedene Aspekte der Gewässerbeobachtung von der Entwicklung automatisiert arbeitender Analysesysteme, über neue Monitoringverfahren bis hin zur ökologischen Bewertung berücksichtigen. Innerhalb des Schwerpunktes „Gewässermonitoring“ wird dabei das Projekt „Bootgestütztes Messsystem für die Erfassung longitudinaler Gewässerprofile der Morphometrie, Gewässerqualität und Hydrologie als Teil eines integrierten Gewässermonitorings“ (Kurztitel: „BOOT-Monitoring“, Förderkennzeichen 033W039C) von mehreren Universitäten, Privatinstituten und assoziierten Partnern am Beispiel der Freiberger Mulde (Sachsen) und der Tollense (Mecklenburg-Vorpommern) bearbeitet [7].

Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung eines Prognoseinstrumentes für die Verortung von potenziellen Vorkommen an Großmuschelbeständen (Najaden) in größeren und tieferen Fließgewässern. Dieses Ziel ergibt sich daraus, dass es im Vorfeld notwendiger Eingriffe in das Sediment von nicht begehbaren Gewässern immer schwierig ist, Bestände von Großmuscheln zu lokalisieren, um entsprechende Maßnahmen zu ihrem Schutz ergreifen zu können. Sollten zukünftig große Muschelvorkommen über eine bootgestützte Analyse von habitatbestimmenden Faktoren auf definierte Bereiche eingegrenzt werden können, so kann viel Zeit, Arbeit und Geld eingespart werden.

In der ersten Phase des Projektes wurde in der Literatur nach strukturellen sowie physiko-chemischen Parametern gesucht, die das Auftreten/Fehlen von Muschelvorkommen bedingen. Im zweiten Schritt sind bodennahe Messungen dieser Faktoren in verschiedenen Bereichen der Tollense vorgenommen worden. Dort waren jeweils unterschiedliche Bestandsgrößen an Najaden vorhanden. Über statistische Methoden ist nach einer Kopplung zwischen einzelnen strukturellen/physiko-chemischen Parametern und den Bestandsgrößen gesucht worden. Dieses wäre eine Voraussetzung für die Entwicklung eines Boot-gestützten Prognoseinstrumentes für das Auftreten von Najaden. Die Ergebnisse werden präsentiert.

**/ Kompakt /**

- Ein bootgestütztes Prognoseverfahren für das Auftreten von Gemeinschaften der Großmuscheln (Najaden) in nicht begehbaren, tiefen Fließgewässern wurde erarbeitet.
- Erste Ergebnisse zeigen, dass die mittlere bodennahe Fließgeschwindigkeit und die Ammoniumkonzentration einen Einfluss auf das Vorkommen von Najadenbeständen ausüben.

## Material und Methoden

### Untersuchungsgebiet

Die Tollense hat eine Länge von ca. 68 km und entspringt nahe der Stadt Neubrandenburg im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte. Sie ist der wichtigste Nebenfluss der Peene, in die sie bei Demmin mündet. Das Gesamtgefälle beträgt 13 m. Bei dem Ort Klempenow hat sie ein Einzugsgebiet von 1.409 km² und ist durch folgende Durchflussparameter gekennzeichnet: HQ = 35,9 m³/s, MQ = 6,14 m³/s und NNQ = 0,66 m³/s [8]. Sie quert ein weitestgehend landwirtschaftlich geprägtes Gebiet und ist deshalb partiell stark ausgebaut. Im Talraum wird sie vielfach von Niedermooren geprägt, die zumeist stark entwässert sind. Der Hauptlauf gehört in großen Teilen zu den organisch geprägten bzw. natürlich rückgestauten

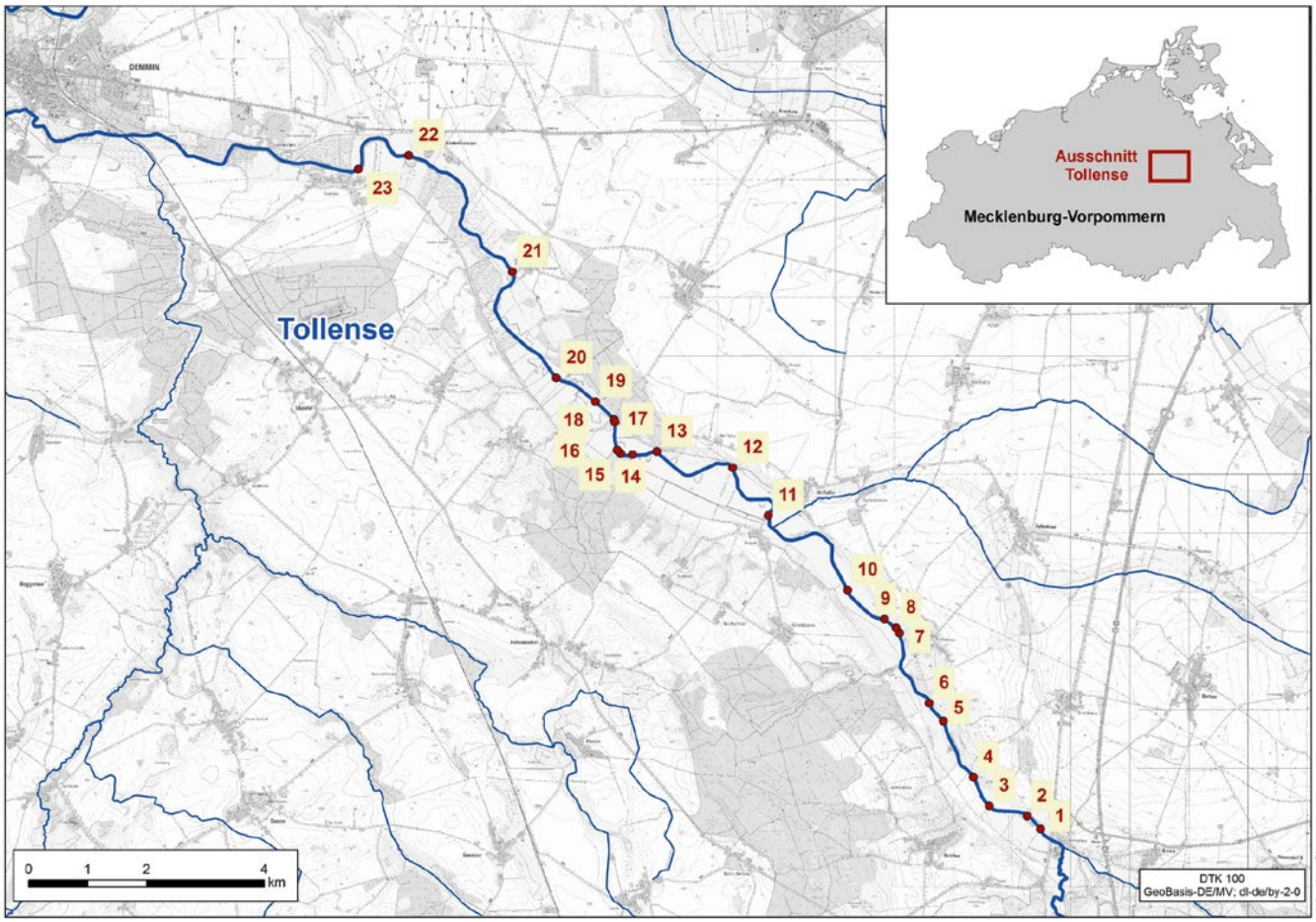


**Bild 1:** Lage der Tollense in Mecklenburg-Vorpommern und Verortung der Probestellen im Unterlauf der Tollense

Fließgewässern. Die biologische Gewässergüte schwankt im Längsverlauf zwischen den Güteklassen (GK) 3 und 4.

An der Tollense wurden 23 Probestellen untersucht (**Bild 1**). Diese können zumeist dem Fließgewässertyp der „Gefällearmen Fließgewässer der Moorniederungen mit teilmineralischem Sohlsubstrat" zugeordnet werden. Der bearbeitete Abschnitt hat eine Länge von ca. 27 km. Bei der Auswahl der Stationen wurde darauf geachtet, dass differierende Aufsiedlungssubstrate und unterschiedlich große Muschelbestände beprobt wurden (**Bilder 2** und **3**).

## Untersuchungsmethodik

Die Probestellen wurden zu Beginn der Untersuchungen morphologisch charakterisiert und typologisch klassifiziert. Danach ist ein ca. 10 – 15 m² großer, repräsentativer Bereich an jeder Probestelle ausgewählt und durch einen Rahmen markiert worden. Im Falle des Vorhandenseins von Schlamm- und losen Torfauflagen sind deren Mächtigkeiten und prozentuale Anteile pro Fläche bestimmt worden. An den Stationen wurden bodennah monatlich physiko-chemische Untersuchungen (u. a. Leitfähigkeit, pH-Wert, Konzentrationen von Nitrat-, Nitrit-, und Ammoniumionen) und Fließgeschwindigkeitsmessungen durchgeführt. Dazu kamen v. a. Handwasserschöpfer, Messgeräte der Firma Ott, HANNA-Instruments, ein induktives Strömungsmessgerät und Merck-Spektroquant Photometer-Schnelltests zur Anwendung. Die Erhebung der Najadenbestände auf dieser standardisierten Fläche erfolgte zweimalig im Zeitraum von Mai 2016 bis Juni 2017. Dazu wurde der Bestand zuerst mit einer Unterwasserkamera dokumentiert. Dann ist die obere Gewässersohle und der flutende Bewuchs zusätzlich durchsiebt wurden. Für diese Prozedur kam ein Wasserkescher mit einer Maschenweite von 0,8 mm zur Anwendung, so dass auch Jungmuscheln erfasst worden. Die kurzzeitig entnommenen Exemplare sind schonend an gleicher Stelle zurückgesetzt worden. Eine Artbestimmung erfolgte vor Ort.

## Statistische Auswertungen

Um zu bestimmen, welche der gemessenen Umweltparameter einen direkten Einfluss auf das Vorkommen und die Häufigkeit der Najaden haben, wurde eine Korrelationsanalyse nach Pearson unter Verwendung des Programmes „PAST" [9] durchgeführt. Die Parameter, die aufgrund eines vorangestellten Shapiro-Wilk bzw. Anderson-Darling Tests als nicht normalverteilt klassifiziert wurden, sind mittels des Box-Cox-Verfahrens transformiert worden (Anteil Organik in %, Dicke der organischen Schicht in cm, Mittlere Nitratkonzentrationen JFM 2017 in mg N $l^{-1}$, Mittlerer Sauerstoffgehalt JFM in mg $l^{-1}$).

# Ergebnisse und Diskussion

## Nachweise und Verteilung der Großmuschelarten

Die Großmuscheln waren an den Probestellen stetig, aber mit eher geringen Häufigkeiten vertreten. An vielen Stationen traten

© Institut Biota

**Bild 2:** Probestelle 20 mit höherer Fließgeschwindigkeit

© Institut Biota

**Bild 3:** Probestelle 16 mit geringer Fließgeschwindigkeit

*Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758), *Unio tumidus Retzius*, 1788 und *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) auf. *Anadonta cygnea* (Linnaeus, 1758) hingegen wurde deutlich seltener gefunden. *Unio tumidus* dominierte im gesamten Verlauf die Najadengemeinschaft über alle Häufigkeitsklassen hinweg (**Bild 4**). Die beiden Anodonta-Arten nahmen hingegen einen weitaus geringeren Teil der Gesamtnajadengemeinschaft ein. Ähnliches wurde auch von ZETTLER [10, 11] über die Najadenbiozönose der Tollense berichtet.

## Abiotische Parameter und deren Einfluss auf die Najadengemeinschaft

Sowohl die Wassertemperatur, der Sauerstoffgehalt als auch die anorganischen Nährstoffe Nitrit und Ammonium zeigten nur geringe Schwankungen im Längsverlauf des untersuchten Flusses (**Bild 5**). Die Nitratkonzentration lag zwischen 3 und 5 mg N·l$^{-1}$ und wies in der graphischen Darstellung einen wellenförmigen Verlauf auf. Auch bei den Fließgeschwindigkeiten waren ähnliche Muster wie bei den Nitratkonzentrationen zu erkennen. Die Korrelationsanalyse zeigte hoch signifikante, positive Korrelationen zwischen den Muschelabundanzen und der mittleren bodennahen Fließgeschwindigkeit ($p < 0{,}01$, **Tabelle 1**). Eine signifikant negative Korrelation ließ sich zwischen den Muschelabundanzen und den Ammoniumkonzentrationen ($p < 0{,}015$) nachweisen. Weiterhin deutet sich ebenfalls ein negativer Zusammenhang zwischen den Muschelabundanzen und den Sauerstoffgehalten an, der aber statistisch nicht mehr als signifikant bewertet werden kann ($p < 0{,}09$). In der Auswertung stellt sich die Strömungsgeschwindigkeit als ein wichtiger Einflussfaktor für das Vorkommen der Najaden dar. Sind einerseits die bodennahen Scherkräfte zu groß, erschwert dies v. a. die erfolgreiche Ansiedelung der Jungmuscheln [12]. Andererseits kann dadurch in Bereichen mit höherer Strömungsgeschwindigkeit über dem Grund Detritus abtransportiert werden (Schleppkraft), was häufig zu „besiedlungsfreundlichen" Sohlverhältnissen für die Ansiedlung der Najaden führt. Sind bei zu niedrigen Fließgeschwindigkeiten die Sedimentationsraten größer, ist eine flächigere und dickere Auflage zu erwarten, was nicht nur detritiusarme Bereiche verhindert, sondern vielfach auch Abbauprozesse begünstigt, die zu Sauerstoffzehrungen führen.

Die signifikant negative Korrelation zwischen den mittleren Ammoniumkonzentrationen und den Muschelabundanzen unterstützt o. g. Aussagen. Erhöhte Ammoniumkonzentrationen finden sich häufig in Bereichen mit starken Detritusauflagen und dadurch bedingten verstärkten Zehrungsprozessen sowie geringeren Sauerstoffkonzentrationen.

Jungmuscheln stellen eine wesentliche sensible Phase im Entwicklungszyklus der Najaden dar. Abhängig von der Art können sie relativ tolerant gegenüber bestimmten Konzentrationen von Nitrat-N sein, zeigen sich jedoch äußerst empfindlich, wenn bei Abbauprozessen im Sediment Nitrit und Ammonium freigesetzt werden [13]. In ihren Untersuchungen fanden die Autoren an Stellen mit *U. tumidus, U. pictorum* und *A. anatina* Nitratkonzentrationen von 4,3 mg N l$^{-1}$, während von [14] für die sensiblere *Unio crassus* (Philipsson, 1788) ein Schwellenwert von 2,0 mg l$^{-1}$ $NO_3$-N angegeben wird. In der Tollense wurde im Untersuchungszeitraum eine

**Tabelle 1:** Ergebnisse der Korrelationsanalyse. Geprüft wurde die Korrelation zwischen den Muschelabundanzen vom Mai 2017 und den jeweiligen Parametern in der linken Spalte. Die signifikanten Korrelationen sind in fetter Schrift hervorgehoben

| Geprüfte Parameter | Korrelationskoeffizient | p-Wert |
|---|---|---|
| Sandanteil in % | – 0,044 | 0,8403 |
| Anteil Organik in % | 0,140 | 0,5240 |
| Dicke der organischen Schicht in cm | – 0,178 | 0,4160 |
| **Mittlere bodennahe Fließgeschwindigkeit Jan/Feb 2017 in m s$^{-1}$** | **0,548** | **0,0068** |
| **Mittlere Ammoniumkonzentrationen Jan/Feb/Mrz 2017 in mg N l$^{-1}$** | **– 0,502** | **0,0147** |
| Mittlere Nitratkonzentrationen Jan/Feb/Mrz 2017 Jan/Feb/Mrz 2017 in mg N l$^{-1}$ | 0,122 | 0,5778 |
| Mittlerer Sauerstoffgehalt Jan/Feb/Mrz 2017 in mg l$^{-1}$ | – 0,367 | 0,0846 |
| Mittlerer pH-Wert Jan/Feb/Mrz 2017 | – 0,135 | 0,5384 |

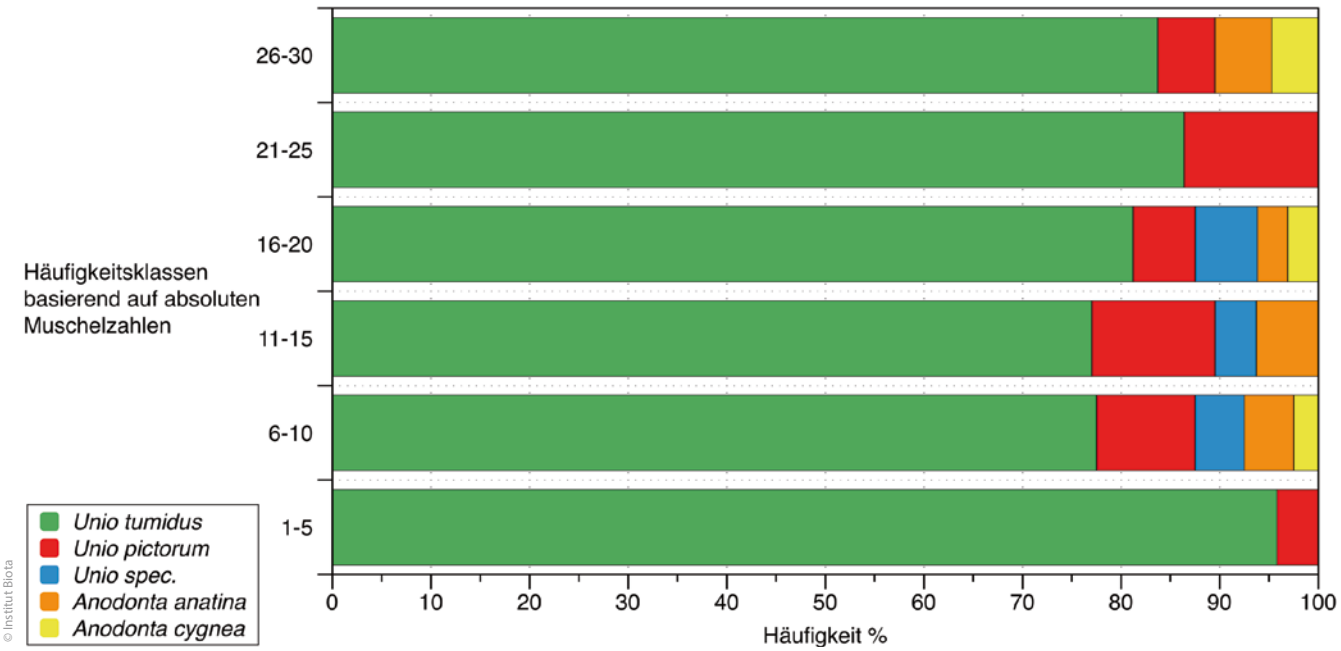


**Bild 4:** Prozentuale Anteile der nachgewiesenen Arten an der Gesamtnajadengemeinschaft, sortiert nach klassifizierten Individuenanzahlen

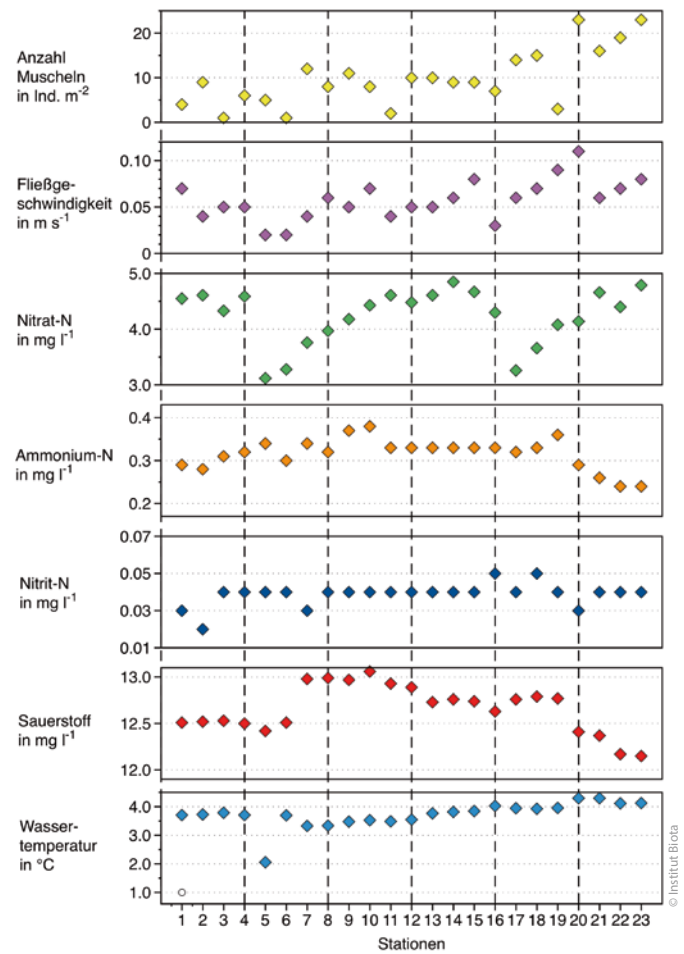


**Bild 5:** Mittelwerte der Nährstoffkonzentrationen, Wassertemperaturen, Sauerstoffgehalte (jeweils Januar – März 2017) sowie der Fließgeschwindigkeiten (Januar – Februar 2017) sowie der Muschelzahlen vom Mai 2017

maximale Konzentration von 4,9 mg·l$^{-1}$ $NO_3$-N gemessen, eine Konzentration, die für die nachgewiesenen Muschelarten wahrscheinlich gerade noch tolerierbar ist.

Obwohl aus der Literatur bekannt ist, dass sandige Substrate einen idealen Lebensraum für Großmuscheln bilden [11] und eine dicke Detritusauflage oftmals die Besiedelung erschwert, wurde kein Zusammenhang zwischen den beschreibenden Parametern der Sedimentcharakteristik, wie Sandanteil, Anteil Organik bzw. Dicke der organischen Schicht und der Anzahl Großmuscheln gefunden. Das zeigt, dass diese visuell aufgenommenen Parameter offenbar nicht ausreichend sind, um die An- bzw. Abwesenheit von Großmuscheln vorherzusagen. Demgegenüber scheint sich anhand der hier gefundenen Ergebnisse anzudeuten, dass Messungen der mittleren bodennahen Fließgeschwindigkeit und/oder der bodennahen Ammoniumkonzentrationen durchaus das Potenzial haben, die Präzision der Vorhersage von Großmuschelvorkommen zu erhöhen. Für den Unterlauf der Tollense scheinen mittlere bodennahe Fließgeschwindigkeiten von mehr als 0,06 m·s$^{-1}$ erforderlich zu sein, um eine Großmuschelanzahl von mehr als 15 Individuen pro Quadratmeter zu gewährleisten. Die Ammoniumkonzentrationen sollten dabei unter 0,3 mg N·l$^{-1}$ liegen. Um diese Ergebnisse zu bestätigen und um die Übertragbarkeit auf andere Gewässer zu überprüfen sind aber noch weitere Untersuchungen notwendig. Für breitere und tiefere Gewässer mit schlechten Sichtverhältnissen können bootgestützte Messungen ein Weg zur Prognose von Vorkommen dieser geschützten Arten sein.

## Dank

Die Autoren danken dem Staatlichen Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburgische Seenplatte für die Bereitstellung chemischer Messdaten sowie der Universität Rostock für die gute Kooperation bei den Messfahrten mit der bootgestützten Technik.

## Literatur


[1] WRRL (2000): Richtlinie 86/280/EWG des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich Wasserpolitik. – Dokument -6173/99 ENV 50 PRO COOP 31.

[2] BNatSchG: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. September 2017 (BGBl. I S. 3434).

[3] BArtSchV: Verordnung zum Schutz wildlebender Tier- und Pflanzenarten (BUNDESARTENSCHUTZVERORDNUNG) vom 16. Februar 2005 (BGBl. I S. 258, 896), zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 21. Januar 2013 (BGBl. I S. 95).

[4] FFH-Richtlinie: Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Pflanzen und Tiere (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie). - (Abl. EG Nr. L 206 S. 7), zuletzt geänd. durch Akte v. 23.09.2003 (Abl. EG Nr. L 236 S. 33).

[5] VSchRL: Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (kodifizierte Fassung) (Vogelschutzrichtlinie – VSchRL), Amtsblatt der EG Nr. L 20/7 vom 26.1.2010.

[6] Linke, C. (2014): Arten- und Naturschutz bei der Gewässerunterhaltung – rechtliche Aspekte. – Schulungsveranstaltung der Landeslehrstätte Mecklenburg-Vorpommern, 14./15.05.2014, Power-Point-Präsentation.

[7] BfG (2015): Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland. – DOI: 10.5675/ReWaM_2015.

[8] STALU MS (2016): mdl. Mitt. aus einem Vortrag anlässlich des Statusseminars zum Boot-Monitoring in Dresden.

[9] Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001): PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4: 9pp.

[10] Zettler, M. L. (1996): Die aquatische Malakofauna (Gastropoda et Bivalvia) im Einzugsgebiet eines norddeutschen Tieflandflusses, der Warnow. – Limnologica 26: 327–337.

[11] Zettler, M. L. (1998): Die Wassermollusken im Einzugsgebiet der Peene (Nordostdeutschland). – Malakologische Abhandlungen 19: 127-138.

[12] Glover, S. K. (2013): The Role of Hydrodynamics in Determining the Habitat Selection of Juvenile Unionid Mussels. – M.Sc. thesis, University of Guelph.

[13] Augspurger, T., Keller, A. E., Black, M.C., Cope, W. G. & Dwyer, F. J. (2003): Water quality guidance for protection of freshwater mussels (Unionidae) from ammonia exposure. – Environmental Toxicology and Chemistry 22: 2569–2575.

[14] Camargo, J. A., Alonso, A. & Salamanca, A. (2005): Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data from freshwater invertebrates. – Chemosphere 58: 1255-1267.


## Autoren


**Dr. rer. nat. Volker Thiele**
biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
Nebelring 15
18246 Bützow
E-Mail: volker.thiele@institut-biota.de

**Dr. rer. nat. Barbara Deutsch**
E-Mail: barbara.deutsch@institut-biota.de

**M.Sc. Simone Eisenbarth**
E-Mail: simone.eisenbarth@institut-biota.de

**Dipl.-Ing. Martina Renner**
E-Mail: martina.renner@institut-biota.de

**Dipl.-Geogr. Christian Gottelt-Trabandt**
E-Mail: christian.gottelt@institut-biota.de



SpringerProfessional.de

Gewässersanierung

Mühlmann, H.; Pleschko, D.; Michor, K.: Gewässerentwicklungs- und Risikomanagementkonzepte als Planungsinstrument für ein integratives Flussraummanagement. In: Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Ausgabe 01-02/2018. Wien: Springer, 2018. www.springerprofessional.de/link/15225184

Lietz, J.; Bruens, A.; Pätzold, A.: Auswirkung strukturverbessernder Maßnahmen an Fließgewässern auf das Makrozoobenthos. In: Wasser, Energie und Umwelt. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017. www.springerprofessional.de/link/12350190