

Die ökologische Verschlechterung des Stechlinsees – Wissensstand und Handlungsoptionen

IGB Dossier



Einleitung

Der Stechlinsee ist einer der größten und tiefsten Klarwasserseen Norddeutschlands. Er ist ökologisch, touristisch und kulturell von außergewöhnlicher Bedeutung – auch überregional. Der See liegt in einem Naturschutzgebiet und nimmt eine herausragende Stellung als Typusgewässer des geschichteten Tieflandsees mit relativ kleinem Einzugsgebiet ein (UBA 2014). Zudem ist das Areal als europäisches Natura-2000-Gebiet ausgewiesen. Neben anderen schützenswerten Arten lebt im See auch die Fontane-Maräne, eine Fischart, die ausschließlich im Stechlin vorkommt. Auch für den Tourismus spielt der See eine wichtige Rolle.

In den letzten 10 Jahren hat sich der ökologische Zustand des Stechlins jedoch gravierend und zunehmend schnell verschlechtert. Das zeigen Langzeitmessungen des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Deutschlands größtem Forschungszentrum für Binnengewässer. Eine Abteilung des Instituts ist am Südufer des Sees angesiedelt.

Angesichts der besonderen Bedeutung des Stechlins und seiner in jüngster Zeit dramatischen Veränderungen empfiehlt das IGB Politik und Behörden die Initiierung und Koordination eines strukturierten Konsultationsprozesses mit Verbänden, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Wissenschaft zur Zukunft des Sees sowie die Machbarkeitsprüfung von Restaurierungs- und Sanierungsmaßnahmen. Notwendige Grundlage für eine konstruktive und erfolgreiche Zusammenarbeit ist dabei eine evidenz- und sachorientierte Beurteilung und Bearbeitung unter einer objektiven Trägerschaft. Wegen des Umfangs und der Vielschichtigkeit der Aufgaben sollte sie möglichst bei einer Behörde oder öffentlichen Verwaltungseinheit angesiedelt sein.

Das IGB begrüßt die ersten Signale aus Politik und Behörden, sich des Themas annehmen zu wollen. Gerne ist das Institut bereit, den weiteren Prozess gemäß seines Leitspruchs „Forschen für die Zukunft unserer Gewässer“ beratend zu begleiten und mit seiner fachlichen Expertise und den Ergebnissen seiner Grundlagen- und Ursachenforschung zu einer nachhaltigen Entwicklung des Stechlinsees beizutragen. Dazu soll auch das vorliegende *IGB Dossier* dienen, das den aktuellen Wissensstand zusammenfasst und mögliche Handlungsoptionen aufzeigt.

Aktuelle Entwicklungen des Stechlinsees

Viele Seen leiden unter einem menschengemachten Problem: sie enthalten zu viele Nährstoffe. Besonders problematisch ist Phosphor, der vor allem durch Abwässer oder aus der Landwirtschaft in die Gewässer eingetragen wird. Verschiedene Beobachtungen weltweit zeigen allerdings in jüngster Zeit, dass selbst einige abgelegene, lokal vom Menschen wenig oder unbeeinflusste Seen steigende Nährstoffkonzentrationen aufweisen, die zu einer problematisch hohen Algenproduktion führen (Stoddard et. al. 2016; Ho et al. 2019). Dies trifft auch auf den Stechlinsee zu, der weder an Agrarflächen noch an größere Siedlungsgebiete angrenzt. Trotzdem steigen die Phosphorkonzentrationen im Seewasser seit mindestens 10 Jahren zunehmend schnell an und haben den ökologischen Zustand des Sees rasant verschlechtert.

Ein markantes Merkmal der Verschlechterung ist die immer stärkere Abnahme der Sauerstoffkonzentrationen im Tiefenwasser des Stechlins am Ende der sommerlichen Schichtungsperiode. Während der Schichtung hat das Tiefenwasser keinen Kontakt zur Atmosphäre oder zum Oberflächenwasser, sodass kein Sauerstoff nachgeliefert werden kann. Deshalb nimmt jedes Jahr im Verlauf der Schichtung die Sauerstoffkonzentration im Tiefenwasser ab. In den Jahren 2019 und 2020 war dieser Sauerstoffschwund im Tiefenwasser besonders besorgniserregend. Ausgehend vom Gewässergrund hatte er sich von Jahr zu Jahr immer mehr Richtung Gewässer-

oberfläche ausgeweitet. Ende 2020 herrschte über der tiefsten Stelle (69 Meter) bereits ab 40 Meter Wassertiefe Sauerstofffreiheit. Alle drei Teilbecken des Sees waren von sauerstofffreien Zonen betroffen, in denen, abgesehen von verschiedenen Mikroorganismen, die ohne Sauerstoff auskommen, für einige Wochen oder Monate im Jahr kein Leben mehr möglich ist. Diese Lebensraumeinschränkung gefährdet besonders die nur im Stechlinsee vorkommende Fontane-Maräne, die kaltes und sauerstoffreiches Wasser benötigt und bevorzugt in Tiefen unterhalb von 20 Metern lebt.

Ein zweites auffälliges Merkmal ist die rasche Zunahme des Pflanzennährstoffs Phosphor im Wasserkörper des Stechlins. Zwischen den Jahren 1990 und 2010, als der See noch als nährstoffarm klassifiziert werden konnte, lag die Phosphormenge in der Wassersäule bei 1000 bis 2000 Kilogramm. Seitdem steigt die Konzentration rasant, sodass bis 2020 viermal höhere Werte erreicht wurden (Abb. 1). Damit erreicht der Stechlin ein Niveau, das charakteristisch für nährstoffreiche (eutrophe) Seen ist, obwohl der See im natürlichen Zustand nährstoffarm (oligotroph) ist. Außerdem unterliegen die Phosphormengen im Gesamtwasserkörper ungewöhnlich starken und zunehmend ausgeprägten jahreszeitlichen Schwankungen. Phosphor nimmt im oberflächennahen Wasser durch Algenproduktion und nachfolgende Sedimentation während des Sommerhalbjahres stark ab; gleichzeitig reichert sich Phosphor während der Schichtungsperiode im Tiefenwasser an.

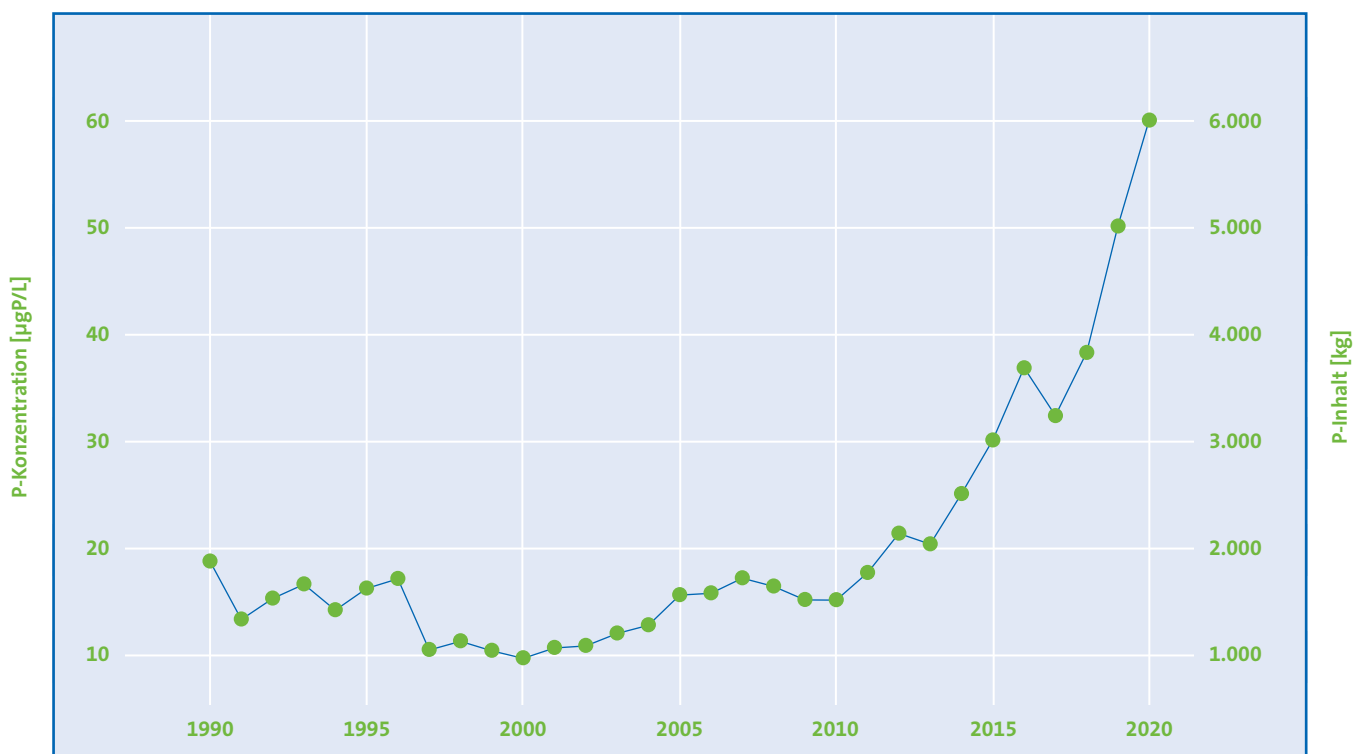


Abb. 1: Jahresmittel der Gesamt-Phosphorkonzentration [$\mu\text{g/l}$] und der Phosphorgesamtmenge [kg] im Wasserkörper des Stechlinsees.

Seesedimente spielen als Speicher und Zwischenspeicher für Phosphor eine große Rolle und beeinflussen damit stark den internen Phosphorkreislauf im Stechlin. Der Abbau organischer Substanz kann im Sediment und im grundnahen Wasserkörper insbesondere zu Sauerstoffmangel und veränderten Redoxverhältnissen führen, sodass Phosphor aus dem Sediment in den Wasserkörper freigesetzt wird. Neue Daten des IGB zeigen allerdings, dass Sedimente während der sommerlichen Schichtung des Sees auch dann Phosphor freisetzen können, wenn der Wasserkörper darüber noch gut mit Sauerstoff versorgt ist.

Aufgrund des stark gestiegenen Nährstoffangebots hat in den letzten 10 Jahren auch die Algenbiomasse im Stechlinsee stark zugenommen (Selmeczy et al. 2019). Im offenen Wasser entwickeln sich vermehrt freischwebende Algen (Phytoplankton), darunter auch einige Arten wie *Planktothrix rubescens*, die giftige oder allergene Stoffe für Mensch und Tier bilden können. Das starke Algenwachstum trübt das Seewasser ein und vermindert die Sichttiefe merklich. Lag sie vor 20 Jahren im Jahresmittel noch bei rund 9 Metern, beträgt sie heute weniger als 6 Meter. In Perioden ausgeprägter Algenblüten wurden bereits weniger als 3 Meter gemessen. Im Vergleich zu den meisten anderen Seen in Deutschland ist diese Sichttiefe immer noch hoch, im Vergleich zum ursprünglichen Zustand bedeutet sie jedoch eine dramatische Verschlechterung. Die Abnahme der Sichttiefe beeinträchtigt auch die Unterwasserpflanzen (Makrophyten), denen weniger Licht zur Verfügung steht. Verstärkter Algenaufwuchs beschattet die Makrophyten zusätzlich.

Aktueller Wissensstand: Grundlegende Mechanismen und Auslöser

Die grundlegenden Prozesse, die zur ökologischen Beeinträchtigung von Seen durch Nährstoffe führen, sind gut verstanden (Schindler et al. 2016, IGB 2018). Sie sind gekennzeichnet durch eine sich selbst verstärkende Negativspirale, die sich wie folgt zusammenfassen lässt:

Erhöhte Phosphorkonzentrationen im Seewasser führen zu verstärktem Algenwachstum. Ein Teil der Algenbiomasse sinkt im Verlauf der Vegetationsperiode in die Tiefe und lagert sich am Seeboden ab, wo sich der Kohlenstoff und Phosphor der Algen und anderer organischer Partikel anreichern. Beim mikrobiellen Abbau dieser organischen Substanz wird Phosphor freigesetzt und der im Wasser gelöste Sauerstoff verbraucht, sodass er vor allem nahe des Gewässergrundes vollständig aufgezehrt wird. Die Sedimentbeschaffenheit und die chemischen Bedingungen an der Grenzschicht zwischen Sediment und Wasser verändern sich dadurch stark (Scholtysik et al. 2020), die Freisetzung des an Eisen

gebundenen Phosphors in die sedimentnahen Wasserschichten wird gefördert. Bei der vollständigen Durchmischung des Wasserkörpers durch Wind, sobald sich die Temperatur von Oberflächen- und Tiefenwasser nahezu angeglichen hat, wird der gelöste Phosphor gleichmäßig im See verteilt, sodass ihn die Algen im Oberflächenwasser in der nächsten Wachstumsperiode wieder aufnehmen können. Der nächste Zyklus beginnt, wobei in jedem Jahr größere Mengen des Nährstoffs aus dem Sediment freigesetzt und genutzt werden.

Im Einzelnen sind die Prozesse, die zur Mobilisierung von Phosphor aus dem Sediment führen, deutlich komplizierter, denn die Sedimentoberfläche ist ein dynamisches System und für das Verhalten von Phosphor im Sediment spielen neben Sauerstoff und Eisen mehrere weitere Elemente eine Rolle. Es besteht jedoch kein Zweifel, dass seeinterne Prozesse für die rasante Entwicklung des Stechlins seit mindestens 2010 eine zentrale Rolle spielen. Die an anderen Seen so gut dokumentierten massiven Phosphoreinträge aus dem Einzugsgebiet durch häusliche Abwässer oder Düngung in der Landwirtschaft können dagegen für die beobachtete hohe Dynamik im Stechlin als Erklärung ausgeschlossen werden.

Im Gegensatz zu dem beschriebenen Mechanismus der zunehmenden Phosphoranreicherung im Wasserkörper sind die ursprünglich auslösenden Faktoren der Zustandsverschlechterung des Stechlinsees nicht eindeutig geklärt. Grund dafür ist die hohe Komplexität des Ökosystems, bedingt durch die vielen Faktoren und Mechanismen, die sich überlagern und zusammenwirken können. Einige theoretisch mögliche Mechanismen können zwar aufgrund der vorliegenden Daten de facto ausgeschlossen werden, mehrere andere können jedoch – auch gleichzeitig – eine Rolle spielen. Die folgenden Abschnitte beleuchten fünf dieser Themenfelder:

1) Klimawandel

Der mit zunehmender Erderwärmung fortschreitende Klimawandel verändert das Schichtungs- und Mischungsverhalten des Stechlinsees (Kirillin et al. 2013). Steigende Wassertemperaturen führen dazu, dass die sommerliche Schichtung, die warmes Oberflächenwasser von kaltem Tiefenwasser trennt, länger stabil bleibt. So verlängert sich nicht nur die Wachstumsperiode für Algen im lichtdurchfluteten Oberflächenwasser. Auch die Zeitspanne nimmt zu, in der das Sauerstoffreservoir im Tiefenwasser aufgezehrt wird und in der Folge vermehrt Phosphor aus dem Sediment zurückgelöst werden kann. Außerdem dehnt sich der Zeitraum aus, in dem vor allem von Algen aufgenommener Phosphor durch Sedimentation von der Oberfläche in die Tiefe

verlagert und dort freigesetzt werden kann. Die sommerliche Schichtung im Stechlinsee hat sich innerhalb der letzten 30 bis 40 Jahre um durchschnittlich einen Monat verlängert. Auch extreme Wetterereignisse nehmen mit fortschreitendem Klimawandel zu und können, wie bei dem außergewöhnlichen Sommersturm am Stechlin im Sommer 2011 (Kasprzak et al. 2017), massive Systemveränderungen in Klarwasserseen auslösen (Stockwell et. al. 2020).

2) Kernkraftwerk Rheinsberg

Während des (1990 eingestellten) Betriebs des Kernkraftwerks Rheinsberg mit einer thermischen Leistung von 265 Megawatt wurden über 20 Jahre lang täglich etwa 300 Millionen Liter Kühlwasser aus dem benachbarten Nehmitzsee entnommen und um im Mittel 10 Grad erwärmt in den Stechlinsee geleitet. Dadurch war die Temperatur des Oberflächenwassers des Stechlins während des Betriebs im Jahresmittel um 1 bis 2 Grad Celsius erhöht. Gleichzeitig wurde die Verweilzeit des Wassers im Stechlinsee extrem verkürzt, von 40 bis 50 Jahren auf weniger als ein Jahr. Außerdem gelangte durch die hydrologische Verbindung der Seen einerseits nährstoffreicheres Wasser aus dem Nehmitzsee in den Stechlin, andererseits flossen im Sommer Schwebstoffe (Algen) im Oberflächenwasser über den Polzowkanal ab. Mit der Stilllegung des Kraftwerks stellten sich wieder die ursprünglichen Verhältnisse ein, außer dass die Oberflächentemperatur im Jahresmittel – nunmehr klimabedingt – erhöht blieb (Kirillin et al. 2013). Die Auswirkungen der starken Veränderung während des Kraftwerksbetriebs und nach Stilllegung können aufgrund vielfältiger Wechselwirkungen und teilweise langfristiger Prozesse nicht abschließend beurteilt werden. Überschlagsrechnungen legen jedoch nahe, dass mögliche erhöhte Phosphoreinträge durch den Kraftwerksbetrieb den in den letzten Jahren beobachteten starken Anstieg der Phosphorkonzentrationen im See nicht unmittelbar erklären können.

3) Grundwasser

Der Stechlin verfügt nur über wenige oberflächliche Zu- oder Abflüsse. Wegen ihrer geringen Wasser- und Stofffrachten sind sie für den See weitgehend unbedeutend. Eine wesentliche Rolle für den Wasser- und Stoffhaushalt spielt dagegen prinzipiell das Grundwasser. Insbesondere können Veränderungen der Menge und der Ionenzusammensetzung des Grundwasserzustroms die seeinternen Stoffkreisläufe des Stechlins beeinflussen. Hierbei spielt nicht nur der mögliche Eintrag von Phosphor selbst eine Rolle, auch die Einträge und die Verfügbarkeit wichtiger Bindungspartner wie Calcium, Eisen und Mangan können bedeutsam sein. Ebenso kann das Volumen des dem See zu- und abfließenden Grundwassers eine Rol-

le spielen und zusammen mit der Verdunstung sowohl verdünnend als auch aufkonzentrierend wirken. Deshalb könnten sehr niederschlagsarme und warme Jahre einen Effekt haben. Wasserbilanzen sind bei überwiegend grundwassergespeisten Seen auch bei umfangreichen Messnetzen wie im Stechlinseegebiet mit Unsicherheiten behaftet. Noch schwieriger ist die Erfassung der direkten Phosphoreinträge, weil die weit überwiegende Mehrzahl der Grundwassermessstellen um den Stechlinsee wegen ihrer Eisenverrohung für Phosphorbestimmungen im Grundwasser ungeeignet ist. An einigen der wenigen nutzbaren Messstellen wurden deutlich höhere Phosphorkonzentrationen als im Seewasser gemessen. Die Datenlage reicht jedoch bei weitem nicht für belastbare Mengenabschätzungen der Phosphoreinträge in den Stechlin durch Grundwasser aus.

4) Wasserpflanzen

Der Bestandsrückgang von Unterwasserpflanzen ist ein typisches Phänomen bei zunehmender Nährstoffbelastung von Klarwasserseen. Verstärkte Rücklösung und mangelnder Rückhalt von Phosphor in der Uferzone können die Folge sein. Untersuchungen an 13 Abschnitten im Stechlinsee haben gezeigt, dass sich zwischen 2008 und 2020 die untere Tiefengrenze der Makrophyten von 14 auf 10 Meter Wassertiefe verringert hat. Makrophyten der Tiefenzone unterhalb von etwa 7 Metern und Armelechtermalgen haben stark abgenommen, während sowohl vegetationsfreie Bereiche und von höheren Unterwasserpflanzen dominierte Areale in flacherem Wasser zugenommen haben. Der Rückgang auch in den Flachwasserbereichen zeigt, dass die Ursachen dieser Veränderungen über ein – wegen erhöhter Algendichten – verringertes Lichtangebot in der Tiefe hinausgehen. Weitere mögliche Faktoren sind Veränderungen des Grundwasserzustroms, der Calciumverfügbarkeit, vor allem für Armelechtermalgen, der Temperatur und der Fischgemeinschaft. Phosphor wird in der Biomasse der Makrophyten und Aufwuchsalgen sowie an Kalkinkrustationen auf den Pflanzen gebunden. Menge und Zeitraum dieser Phosphorfestlegung haben sich mit der Abnahme und Artenverschiebung der Unterwasserpflanzen deshalb sehr wahrscheinlich verändert. Vegetationsfreie Flächen begünstigen außerdem die Aufwirbelung von Sediment und folglich eine Phosphorfreisetzung. Auch über diesen mechanischen Effekt hinaus beeinflussen Makrophyten die Phosphordynamik durch Bindung im Sediment.

5) Benthivore Fische

Daten des IGB zeigen, dass die Fischbiomasse im Stechlin zu 95 Prozent aus Kleinen Maränen besteht. Diese Fischart aus der Ordnung der Lachsartigen lebt im tiefen Freiwasser des Sees und ernährt sich von Zooplankton.

In der Uferzone des Stechlins leben auch Fischarten aus der Familie der Karpfenartigen (Cypriniden oder Weißfische), von denen einige Arten Makrophyten fressen, oder zur Nahrungsaufnahme den Seegrund aufwühlen und dabei Makrophyten beschädigen können. Dieses Fraßverhalten beeinträchtigt das Wachstum und die Ausbreitung von Makrophyten und kann durch Sedimentaufwirbelung die Nährstoffrücklösung in das Wasser intensivieren (vgl. Punkt 4). Während in Flachseen zum Teil drastische Effekte von Weißfischen gezeigt wurden (Arlinghaus et al. 2017), sind ähnlich starke, allein von Weißfischen verursachte Effekte im Stechlin nach den Daten des IGB zur Fischartenzusammensetzung nicht zu erwarten. Dafür ist der Anteil der Fischbiomasse in der Uferzone relativ zum gesamten See zu gering. Dies schließt nicht aus, dass Fraßeffekte von Weißfischen direkt oder über Wechselwirkungen mit anderen Faktoren zur Veränderung des Phosphorhaushalts des Stechlins beigetragen haben.

Fazit und Empfehlungen

Zur Verbesserung des ökologischen Zustands des Stechlins sollten die aktuell großen Mengen an Phosphor im Freiwasser massiv gesenkt und ein Wiederanstieg verhindert werden. Grundlage ist die Erkenntnis, dass gewässerinterne Prozesse im See bei der sehr dynamischen Entwicklung in den letzten Jahren eine entscheidende Rolle gespielt haben. Im Vordergrund steht deshalb kurz- bis mittelfristig die Unterbrechung des internen Phosphorkreislaufs. Dieser Ansatz ist erfolgversprechend, unabhängig davon, welches die ursprünglichen Auslöser der beobachteten Dynamik sind. Zur langfristigen Sicherung des Maßnahmenerfolgs und zur Ursachenbeseitigung können weitere Restaurierungs- und Sanierungsmaßnahmen notwendig sein, die sich beim aktuellen Wissensstand noch nicht konkret definieren lassen.

Um den seeinternen Phosphorkreislauf zu unterbrechen, ist der Einsatz geeigneter Fällmittel im See oder in einer Anlage am Seeufer eine Option. Gleichzeitig sollten weitere Ansatzmöglichkeiten verfolgt werden, z.B. potenzielle Einflüsse des Einzugsgebiets, der Unterwasservegetation und der benthivoren Fische. Alle Maßnahmen erfordern eine sorgfältige faktenbasierte Abwägung der Erfolgsaussichten und Risiken durch unabhängige Stellen. Dafür sind angesichts der komplexen Situation am Stechlin ein strukturierter, gut koordinierter Konsultationsprozess und eine fundierte Machbarkeitsstudie erforderlich. Ziel der Machbarkeitsstudie sollte es sein, alle erfolgversprechenden Lösungsansätze und Verfahren einschließlich ihrer konkreten Umsetzung detailliert darzustellen sowie Risiken und Kosten gründlich zu analysieren, zu bewerten und dabei auch Unsicherheiten in den Vorhersagen und bei der Umset-

zung der Maßnahmen zu benennen. Eine solche Analyse und Bewertung setzt sowohl gewässerökologische als auch ingenieurtechnische Expertise voraus, ebenso wie Erfahrungen mit Großprojekten.

Darüber hinaus muss über Sofortmaßnahmen nachgedacht werden. Grund ist der extreme Sauerstoffschwund im Tiefenwasser aller drei Seebecken, der u.a. die endemische Fontane-Maräne in ihrem bevorzugten Lebensraum unterhalb von 20 Metern Wassertiefe akut bedroht. Um den Verlust dieser nur im Stechlinsee vorkommenden Fischart zu vermeiden, sollte deshalb die Möglichkeit einer Tiefenwasserbelüftung als unmittelbare Maßnahme geprüft werden. Wegen der Dringlichkeit sollten gleichzeitig die rechtlichen und andere Voraussetzungen geschaffen werden, damit die Maßnahme bei einem positiven Prüfergebnis noch im laufenden Kalenderjahr durchgeführt werden kann. Erfahrungen aus anderen Seen zeigen, dass Seenbelüftungen das Grundproblem zu hoher Phosphorkonzentrationen jedoch nicht lösen können. Eine Tiefenwasserbelüftung des Stechlins kann deshalb nur als kurzfristige Symptombekämpfung in Betracht gezogen werden.

Selbstverständnis und Rolle des IGB

Die Restaurierung des Stechlinsees ist eine ökologisch, technisch und gesellschaftlich anspruchsvolle Aufgabe. Vor diesem Hintergrund ist dem IGB eine klare Definition der eigenen Rolle wichtig, die die Möglichkeiten und Interessen des Instituts beschreibt. Als Forschungsinstitut der Leibniz-Gemeinschaft, vor Ort aktiv und mit dem Stechlinsee als langjährigem Hauptuntersuchungsobjekt, ist es dem IGB ein Anliegen, auf die rasante ökologische Verschlechterung des Sees in den vergangenen Jahren aufmerksam zu machen. Das IGB ist jedoch nicht in der Gewässerbewirtschaftung aktiv und kein politischer Akteur. Es kann deshalb keine Führungsrolle bei operativen Aktivitäten zur Planung oder Durchführung einer Machbarkeitsstudie oder von Restaurierungsmaßnahmen übernehmen.

Umso mehr begrüßt das IGB die ersten Signale aus Politik und Behörden, sich des Themas annehmen zu wollen. Angesichts des Umfangs und der Komplexität der Aufgabe, wäre die Federführung und Koordination durch eine Behörde oder öffentliche Verwaltungseinheit mit Gewässerexpertise eine sehr gute Option. Für das weitere Vorgehen erscheint ein strukturierter Konsultationsprozess zur Klärung der Strategien und möglicher Maßnahmen hilfreich. Gemäß seines Leitspruchs „Forschen für die Zukunft unserer Gewässer“ bringt das IGB hier sehr gerne seine fachliche Expertise und die Ergebnisse seiner Grundlagen- und Ursachenforschung am Stechlinsee ein, um zu einer nachhaltigen Entwicklung des Sees beizutragen.

Quellenverzeichnis

Ho, J. C. et al. (2019): Widespread global increase in intense lake phytoplankton blooms since the 1980s. *Nature* 574, 667–670.

IGB (2018): Seen im Klimawandel. Diagnosen und Prognosen aus der Langzeitforschung. IGB Dossier, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin.

Kasprzak, P. et al. (2017). Extreme weather event triggers cascade towards extreme turbidity in a clear-water lake. *Ecosystems* 20: 1407–1420.

Kirillin, G. et al. (2013): Consequences of thermal pollution from a nuclear plant on lake temperature and mixing regime. *Journal of Hydrology* 496: 47–56.

Schindler, D.W. et al. (2016): Reducing phosphorus to curb lake eutrophication is a success. *Environmental Science & Technology* 50: 8923–8929.

Scholtysik, G. et al. (2020). Geochemical focusing and sequestration of manganese during eutrophication of Lake Stechlin (NE Germany). *Biogeochemistry* 151: 313–334.

Selmeczy, G. B. et al. (2019): Old sins have long shadows: climate change weakens efficiency of trophic coupling of phyto- and zooplankton in a deep oligo-mesotrophic lowland lake (Stechlin, Germany) – a causality analysis. *Hydrobiologia* 831: 101–117.

Stockwell, J. D. et al. (2020): Storm impacts on phytoplankton community dynamics in lakes. *Global Change Biology* 26: 2756–2784.

Stoddard et al. (2016): Continental-scale increase in lake and stream phosphorus: Are oligotrophic systems disappearing in the United States? *Environmental Science & Technology* 50: 3409–3415.

UBA (2014): Steckbriefe der deutschen Seentypen. Umweltbundesamt. Online: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/13_steckbrief_seetyp_13.pdf [02.02.2021]

Impressum

Herausgeber

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)
im Forschungsverbund Berlin e.V.
Müggelseedamm 310
12587 Berlin
Telefon: +49 (0)30 641 815
E-Mail: info@igb-berlin.de
www.igb-berlin.de
Facebook: IGB.Berlin
Twitter: @LeibnizIGB
Newsletter: www.igb-berlin.de/newsletter

Verantwortliche Autor*innen

Stella Berger, Mark Gessner, Tobias Goldhammer, Thomas Gonsiorczyk,
Hans-Peter Grossart, Sabine Hilt, Michael Hupfer, Andreas Hussner, Jörg
Lewandowski, Thomas Mehner, Jens Nejstgaard, Sabine Wollrab

Redaktionelle Koordination

Johannes Graupner

Gestaltung

unicom Werbeagentur GmbH

Titelbild

Der Stechlinsee ist einer der größten und tiefsten Klarwasserseen Norddeutschlands. Er ist ökologisch, touristisch und kulturell von außergewöhnlicher und überregionaler Bedeutung. In den letzten 10 Jahren hat sich sein ökologischer Zustand jedoch gravierend und zunehmend schnell verschlechtert.

© Michael Feierabend

Über diese Publikation

„Forschen für die Zukunft unserer Gewässer“ ist das Leitmotiv des IGB. Dazu gehört die objektive und evidenzbasierte Information und Beratung von Politik, Behörden, Verbänden, Wirtschaft, Bildungseinrichtungen und der Öffentlichkeit. Im Rahmen seiner eigenen Schriftenreihe *IGB Outlines*, zu der auch das *IGB Dossier* gehört, macht das Institut forschungsbasiertes Wissen kostenfrei für die Öffentlichkeit zugänglich. Für die Inhalte der Beiträge sind die jeweiligen Autor*innen verantwortlich.

Eine Weiterverbreitung des zusammenhängenden Gesamtdokumentes ist grundsätzlich gestattet. Sollten Sie aus dem Dokument im Rahmen anderer Publikationen und Formate zitieren, bitten wir um einen Hinweis.

Zitationsvorschlag

IGB (2021): Die ökologische Verschlechterung des Stechlinsees. Wissensstand und Handlungsoptionen. IGB Dossier, Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin.

DOI: <https://dx.doi.org/10.4126/FRL01-006425865>

Copyright: IGB, März 2021

Mit Ausnahme von Fotos und Abbildungen ist der Inhalt dieses Dokuments lizenziert unter einer Creative Commons BY-NC 4.0 Germany.