

Indikatoren-Factsheet: Eintreten der Frühjahrsalgenblüte in stehenden Gewässern

Verfasser:	Ecologic Institut (Darla Nickel, Ulf Stein) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106	
Mitwirkung:	Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) (Dr. Rita Adrian) Umweltbundesamt (UBA), Fachgebiet II 2.4, Binnengewässer (Dr. Andreas Hoffmann)	
Letzte Aktualisierung:	05.05.2014	Ecologic Institut (Evelyn Lukat, Jenny Tröltzsch)
	10.05.2019	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) im Rahmen des UBA FKZ 3716 48 104 0 Redaktionelle Anpassungen und Ergänzungen von Informationen zur Datenbereitstellung und Indikator-Berechnung; Indikatordarstellung wurde geändert, Datenreihe in die Vergangenheit verlängert; weitere Schwächen wurden ergänzt
Nächste Fortschreibung:	ab sofort für 2023	Eine Erweiterung der Fallstudie war für die Berichtsfortschreibung 2019 nicht möglich. Es ist aber zu erwarten, dass Datensätze aus zeitlich hoch aufgelösten Messungen in anderen Seen verfügbar gemacht werden können. Der LAWA Expertenkreis (EK) Seen hat eine Liste von Seen erstellt, die künftig Bestandteil eines Klimafolgenmonitorings sein könnten. In Zukunft sollten dafür hochfrequente (möglichst Datenlogger-gestützte) Messungen durchgeführt und eine entsprechende Messinfrastruktur auf- oder ausgebaut werden. Seen mit dieser Messausstattung sollten perspektivisch die Datengrundlage auch für das DAS-Monitoring liefern. Es wird allerdings noch einige Jahre dauern, bis ausreichend lange und damit auswertbare Zeitreihen aus diesen Messungen zur Verfügung stehen werden. Da zur Wahrung der Übersichtlichkeit die Möglichkeiten für eine Darstellung zahlreicher einzelner Seen in einer einzigen Indikatorgrafik begrenzt sind, sollten die Möglichkeiten einer Mittelung der Werte mehrerer Seen (z. B. für die LAWA-Seetypen oder die Ökoregionen) weiter fachlich diskutiert werden.

I Beschreibung

Interne Nr. WW-I-6	Titel: Eintreten der Frühjahrsalgenblüte in stehenden Gewässern
	Fallstudie für Seen des Norddeutschen Tieflands: Müggelsee und Stechlinsee
Einheit: Kalenderwoche	Kurzbeschreibung des Indikators: Zeitpunkt (Kalenderwoche des Jahres) des Eintretens der Algenblüte (Phytoplankton; meist Diatomeen (Kieselalgen)) im meteorologischen Frühling für den Müggelsee und den Stechlinsee

	<p>Berechnungsvorschrift: Indikatorwerte (bereits ausgewertete Daten) werden vom IGB geliefert. Für Müggelsee: Der Zeitpunkt des Eintretens der Frühjahrsalgenblüte wird anhand von Dauermessungen der Biomasse des Phytoplanktons festgestellt. Der Zeitpunkt der Frühjahrsalgenblüte kann am einfachsten anhand der Sichttiefe (Secci-Scheiben Standardmethode) ermittelt werden. Ebenfalls kann das Biovolumen [z. B. in mm³/L] genutzt werden. Der Zeitpunkt der Frühjahrsalgenblüte ist der Zeitpunkt mit der geringsten Sichttiefe oder des höchsten Biovolumens. Für Stechlinsee: höchster Wert der Phytoplanktonbiomasse (in µg/L) im Zeitraum des meteorologischen Frühlings (1.3. bis 31.5.)</p>
Interpretation des Indikatorwerts:	Je niedriger der Indikatorwert ist, desto früher im Jahr setzt die Frühjahrsalgenblüte ein.

II Einordnung

Handlungsfeld:	Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz
Themenfeld:	Gewässerökologie (biologische Parameter)
Thematischer Teilaspekt:	Phänologie
DPSIR:	Impact

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:	keine
Begründung:	<p>Die Frühjahrszirkulation transportiert nährstoffreiches Tiefenwasser an die Seeoberfläche und sauerstoffreiches Wasser in die Tiefe. Es beginnt eine Phase des Algenwachstums (Frühjahrsalgenblüte), die dann abklingt, wenn die Nährstoffe aufgebraucht sind und starker Fraßdruck durch das Zooplankton auftritt; das Klarwasserstadium tritt ein.</p> <p>Zwischen Klimawandel, Eisbedeckung, Einsetzen thermischer Schichtung und Wassertemperatur (direkter Temperatureffekt eher klein) eines Sees und dem zeitlichen Eintreten der Frühjahrsalgenblüte besteht ein direkter Zusammenhang. Der Indikator zeigt die Auswirkungen des Klimawandels auf einen biologischen Faktor, der ein wichtiger Baustein in der Nahrungskette ist, und gibt Hinweise auf eutrophierungsfördernde Verhältnisse in Seen.</p> <p>Höhere Wintertemperaturen und veränderte Windgeschwindigkeiten können zu einem früheren Eintreten der Algenblüte führen, das Algenwachstum verstärken (Biomasse) und die Artenzusammensetzung in Richtung temperaturliebender Organismen (z. B. Cyanobakterien) verschieben. Durch die Verschiebung der Algenblüte nach vorne verstärkt sich die Eutrophierung in Gewässern, da die Sauerstoffzehrung eher beginnt.</p> <p>Der Indikator kann derzeit nur für repräsentative Seen dargestellt werden. Die Unterteilung der Seentypen kann grob anhand von drei Ökoregionen erfolgen: Alpen und Alpenvorland, Mittelgebirge, Norddeutsches Tiefland. Es ist zu erwarten, dass sich aufgrund der unterschiedlichen makroklimatischen Ausgangsbedingungen und der morphologischen Unterschiede der Seentypen in diesen Ökoregionen der Klimawandel unterschiedlich auf die Zirkulation der Seen auswirken wird.</p> <p>Aufgrund der Datenlage können bisher nur zwei Seen des Norddeutschen Tief-</p>

	lands (Stechlinsee, Müggelsee) dargestellt werden. Das IGB nimmt die Auswertung der Rohdaten für diese beiden Seen regelmäßig vor.
Schwächen:	<p>Mit der Darstellung der Zeitreihen für nur beispielhaft ausgewählte Seen bleibt die Aussage mit Blick auf die bundesweite Situation begrenzt. Die Darstellung von einzelnen Seen kann möglicherweise dazu führen, dass die Spezifika der einzelnen Seen in den Vordergrund treten und sich in Folge dessen die Wirkungszusammenhänge zwischen Klimawandel und Stagnation nicht generalisieren lassen.</p> <p>Aufgrund der Festlegung des Eintretens der Frühlingsalgenblüte auf eine Kalenderwoche werden Feinheiten in der Verschiebung des Eintretens verwischt. Eine zweiwöchentliche Erhebungsfrequenz ist zu niedrig, um den Eintrittszeitpunkt ausreichend scharf zu bestimmen.</p>
Erläuterungen zur Fallstudie:	<p>Für die Seen des Norddeutschen Tieflands konnten bisher aufbereitete Datenreihen für zwei Seen geliefert werden. Auf diesen Daten beruht die derzeitige Darstellung.</p> <p><u>Perspektiven für eine bundesweite Darstellung des Indikators:</u></p> <p>Für die bundesweite Darstellung des Indikators ist es Ziel, für jede Ökoregion Datenreihen verschiedener Seen aufzubereiten. Für den Indikator sind zeitlich hochaufgelöste Daten erforderlich. Vor allem sind hochfrequente Messungen in den Monaten März und April erforderlich, da sich die Frühlingsalgenblüte in diesen Wochen vollzieht. Um Verschiebungen abbilden zu können, wären in diesem relevanten Zeitraum tägliche Messungen hilfreich, um den Zeitpunkt des Eintretens möglichst exakt bestimmen zu können. Das Blühmaximum dauert meist nur wenige Tage an und kann so – bei einer geringen Messfrequenz – auch zwischen zwei Messtermine fallen.</p> <p>Es ist allerdings zu erwarten, dass sich der Datenpool der derzeit noch sehr begrenzten Fallstudie durch die gezielte Ansprache weiterer wissenschaftlicher Einrichtungen ergänzen lässt und die Fallstudie entsprechend durch weitere Seen ergänzt werden kann.</p> <p>Über die fachlichen Möglichkeiten und Grenzen einer Mittelung von Daten über mehrere Seen hinweg ist zusammen mit dem LAWA EK Seen weiter zu diskutieren.</p>
Rechtsgrundlagen, Strategien:	<ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS) • Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. April 2013 (BGBl. I S. 734) (WHG)
In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen	<p>DAS, Kap. 3.2.3:</p> <p>Eine zunehmende Erwärmung der Wasser- und Bodentemperaturen aquatischer Systeme im Sommer bewirkt beispielsweise, dass der Sauerstoffgehalt der Gewässer sinkt. Für Wassertiere und -pflanzen bedeutet das zusätzlichen Stress, denn sie leiden bereits unter hoher Wassertemperatur und eingeschränktem Wasservolumen. Geringe Sauerstoffgehalte und höhere Wassertemperaturen begünstigen während Niedrigwasserperioden Rücklösungen aus Sedimenten und können so einen Stoffeintrag ins Gewässer nach sich ziehen. Darüber hinaus belasten Einleitungen, beispielsweise aus Kläranlagen, aber auch diffuse Einträge wegen des verschlechterten Verdünnungsverhältnisses die Gewässer in verstärktem Maße.</p> <p>(...) das koordinierte Management von Schutz und Nutzung aller Gewässer in einem Flussgebiet [...] erfolgt mit dem konkreten Ziel einen guten Zustand der Gewässer zu erreichen. Die Auswirkungen des Klimawandels werden zukünftig für Gewässer und deren Management zunehmend an Bedeutung gewinnen.</p>
Ziele:	<p>DAS, Kap. 3.2.3: In der WRRL sollten Maßnahmen bevorzugt werden, die die natürliche Anpassungsfähigkeit der Gewässer wie auch die Lebensraum- oder</p>

	<p>Habitatvielfalt unserer Gewässer erhalten oder stärken.</p> <p>Das koordinierte Management von Schutz und Nutzung aller Gewässer in einem Flussgebiet [...] erfolgt mit dem konkreten Ziel einen guten Zustand der Gewässer zu erreichen. Die Auswirkungen des Klimawandels werden zukünftig für Gewässer und deren Management zunehmend an Bedeutung gewinnen.</p> <p>WHG, § 27 Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer: (1) Oberirdische Gewässer sind, soweit sie nicht [...] als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, so zu bewirtschaften, dass [...] ein guter ökologischer und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden. (2) Oberirdische Gewässer, die [...] als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, sind so zu bewirtschaften, dass [...] ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden.</p>
Berichtspflichten:	<p>Das Phytoplankton wird nach WRRL als biologische Qualitätskomponente für die Bewertung und Überwachung des Gewässerzustands herangezogen (s. a. Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429), Anlage 3).</p> <p>Im Rahmen ihrer Berichtspflichten gegenüber der EU (Artikel 8 und 15 WRRL), sind die Länder verpflichtet, über die Ergebnisse der Überwachung des Zustands des Gewässer zu berichten.</p>

IV Technische Informationen

Datenquelle:	Für die Fallstudie: IGB Leibniz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei: Gewässeruntersuchungen, Berlin und Neuglobsow	
Räumliche Auflösung:	Punktdaten	NUTS: nicht relevant
Geographische Abdeckung:	Ausgewählte Seen des Norddeutschen Tieflands: Müggelsee, Stechlinsee	
Zeitliche Auflösung:	jährlich, ab 1980	
Beschränkungen:	keine	
Verweis auf Daten-Factsheets:	WW-I-6_Daten_Frühjahrsalgenblüte.xlsx	

V Zusatz-Informationen

Glossar:	<p>Phytoplankton: bezeichnet die Gesamtheit der photoautotrophen, im Wasser leben Pflanzen, vor allem bestehend aus Kieselalgen, Grünalgen, Goldalgen, Dinoflagellaten und Blaualgen.</p> <p>Zooplankton: bezeichnet die Gesamtheit der im Wasser leben Organismen, die keine Photosynthese betreiben, sondern sich von anderen Organismen ernähren.</p> <p>LAWA-Seetypen: Die Typologie der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, Mathes et al. 2002) für die deutschen Seen umfasst 14 Seetypen mit Flächen größer 50 Hektar. Die 14 Typen werden den drei Ökoregionen Alpen und Alpenvorland, zentrale Mittelgebirge und Norddeutsches Tiefland zugeordnet (diese Regionalisierung orientiert sich an den biozönotischen Ökoregionen von Illies 1978, der Deutschland im Wesentlichen in drei Ökoregionen „zentrales Tiefland“ (Region 14), „zentrale Mittelgebirge“ (Region 9) und Alpen (Region 4) eingeteilt hat). Die Typologie nutzt abiotische Kriterien: Ökoregion, Geologie, Seegröße, relative Größe des Einzugsgebietes und Schichtungsverhalten. Als</p>
-----------------	---

	<p>erster Ansatzpunkt für die Lebensgemeinschaften wurde die Trophie berücksichtigt. (www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/seen#textpart-2)</p>
Weiterführende Informationen:	<p>Adrian R., O'Reilly C.M., Zagarese H., Baines S.B., Hessen D.O., Keller W., Livingstone D.M., Sommaruga R., Straile D., Van Donk E., Weyhenmeyer G.A., Winderl M. 2009: Lakes as sentinels of climate change. <i>Limnol. Oceanogr.</i>, 54 (6, part 2): 2283–2297. www.aslo.org/lo/toc/vol_54/issue_6_part_2/2283.pdf</p> <p>Huber V., Adrian R., Gerten D. 2008: Phytoplankton response to climate warming modified by trophic state. <i>Limnology and Oceanography</i>, 53 (1): 1-13.</p> <p>IGB – Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei 2018: Seen im Klimawandel – Diagnosen und Prognosen aus der Langzeitforschung. IGB Dossier, Berlin, 11 S.</p> <p>Illies J. 1978: Limnofauna Europaea: Eine Zusammenstellung aller die europäischen Binnengewässer bewohnenden mehrzelligen Tierarten mit Angaben über ihre Verbreitung und Ökologie. Stuttgart, 532 S.</p> <p>LAWA – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser & Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2017: Wasserwirtschaftliche Klima-Indikatoren in vorhandenen Monitoring-Programmen – Bundesweite Zusammenstellung und Handlungsempfehlungen für eine Vereinheitlichung und Anpassung. Stuttgart, 128 S.</p> <p>LAWA 2006: Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Berlin, 190 S.</p> <p>Nixdorf B., Rücker J., Deneke R., Grüneberg B. 2009: Gewässer im Klimastress? Eutrophierungsgefahr in Seen am Beispiel der Scharmützelseeregion. In: <i>Forum der Forschung</i>, Nr. 22: 99-106.</p> <p>Shimoda Y, Azim M. E., Perhar, G., Ramin, M., Kenney M.A., Sadraddini S., Gundimov, A., Arhonditsis G. B. 2011: Our current understanding of lake ecosystem response to climate change: What have we really learned from the north temperate deep lakes? <i>Journal of Great Lakes Research</i> 37 (1): 173-193.</p> <p>Straile A., Adrian R. 2000: The North Atlantic Oscillation and plankton dynamics in two European lakes - two variations on a general theme. <i>Global Change Biology</i> 6: 663-670.</p> <p>Vincent W.F. 2009: Effects of Climate Change on Lakes. <i>Encyclopedia of Inland Waters</i>: 55-60.</p> <p>Weyhenmeyer G. A., Adrian R., Gaedke U., Livingstone D. M., Maberly S. C. 2002: Response of phytoplankton in European lakes to a change in the North Atlantic Oscillation. <i>Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie</i> 28: 1436-1439.</p> <p>Wilhelm S. & Adrian R. 2008. Impact of summer warming on the thermal characteristics of a polymictic lake: Consequences for oxygen, nutrients and phytoplankton. <i>Freshwater Biology</i> 53: 226-237.</p>

VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

Aufwands-schätzung:	Datenbeschaffung:	1	nur eine datenhaltende Institution
	Datenverarbeitung:	1	einfache Zusammenführung der Daten zur Darstellung des Indikators ohne vorhergehende Datenaufbereitung
	<u>Erläuterung:</u> Für die Berechnung des Indikators stehen bisher nur die Daten zum Müggelsee und Stechlinsee Daten zur Verfügung, die direkt vom IGB übernommen		

	<p>werden können. Die Berechnung des Indikators stützt sich auf Daten von Dauermessstellen. Für die Übernahme und geringfügige Aufbereitung der jeweils aktuellen Daten sind für die Fallstudie ca. 2 Stunden zu kalkulieren.</p> <p>Der Aufwand für die Aufbereitung und Auswertung der Daten weiterer Seen für den Indikator lässt sich derzeit noch nicht abschätzen, wird aber nicht unerheblich sein.</p>
Datenkosten:	keine
Zuständigkeit:	Koordinationsstelle
	<u>Erläuterung:</u> keine

VII Darstellungsvorschlag

