

Indikator-Factsheet: Frühjahrsalgenblüte in Seen

Verfasser*innen:	Ecologic Institut (Darla Nickel, Ulf Stein) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106 Neufassung: Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3720 48 101 0	
Mitwirkung:	Brockmann Consult GmbH (Jorrit Scholze, Kerstin Stelzer) Universität Kiel (Katja Kuhwald, Natascha Oppelt) im Rahmen des UBA FKZ 3719 48 101 0	
Letzte Aktualisierung:	05.05.2014	Ecologic Institut (Evelyn Lukat, Jenny Tröltzsch): Vorherige Indikator-Version im Rahmen von UBA FKZ 3711 41 106
	10.05.2019	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Redaktionelle Anpassungen und Ergänzungen von Informationen zur Datenbereitstellung und Indikator-Berechnung; Indikatordarstellung wurde geändert, Datenreihe in die Vergangenheit verlängert; weitere Einschränkungen wurden ergänzt
	09.05.2022	Brockmann Consult GmbH (Jorrit Scholze, Kerstin Stelzer), Universität Kiel (Katja Kuhwald, Natascha Oppelt): Neufassung des Indikators, Beschreibung der Umsetzung des Indikators auf Basis von Fernerkundungsdaten. Die dem Indikator zugrundeliegenden Daten und alle daran gebundenen Berechnungen wurden geändert.
	27.07.2022	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Redaktionelle Anpassungen und Einarbeitung von Anmerkungen der SenUMVK (Antje Köhler), Titel und Nummerierung des Indikators geändert (vormals WW-I-6 Eintreten der Frühjahrsalgenblüte in stehenden Gewässern)
	27.07.2022	Brockmann Consult GmbH (Jorrit Scholze, Kerstin Stelzer): letzte Datenaktualisierung
	06.11.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Aktualisierung der Links
Nächste Fortschreibung:	ab sofort für 2027	Die aktuelle Auswahl der Seen wurde im Rahmen des DASIF Vorhabens (FKZ 3719481010) getroffen und beinhaltet Seen mit einer guten in-situ Messgrundlage. An den ausgewählten Seen wurde das Vorhaben getestet und durchgeführt. Für eine Fortschreibung kann die Anzahl der Seen erhöht und die Fallstudie damit ausgeweitet werden. Es wird zudem geprüft, inwiefern kontinuierliche Pigmentmessungen durch Sonden, die Phytoplanktongruppen differenzieren, künftig als in-situ-Daten in die Auswertung integriert werden können.

I Beschreibung

<p>Interne Nr. WW-I-9</p>	<p>Titel: Frühjahrsalgenblüte in Seen</p>
<p>Einheit: Kalenderwoche</p>	<p>Kurzbeschreibung des Indikators: Zeitpunkt (Kalenderwoche des Jahres) des Eintretens der Algenblüte (Phytoplankton-Frühjahrsmaximum); differenziert für die drei Ökoregionen Alpen und Alpenvorland, Mittelgebirge und Norddeutsches Tiefland</p> <p>Berechnungsvorschrift: Der Indikator wird für 24 über Deutschland verteilte und die Ökoregionen repräsentierenden Seen ermittelt.</p> <p><u>Schritt 1:</u> Es wird das Perzentil-90 (P90) der Chlorophyll-a Konzentration für jede valide Aufnahme eines Sees bestimmt. Das P90 wird dabei aus allen validen Seepixel eines Aufnahmezeitpunktes hergeleitet. Es wird eine Zeitreihe P90 Werte des meteorologischen Frühlings generiert. Das erste Maximum in der Zeitreihe, das über dem Perzentil-70 aller gemessenen Konzentrationen der Frühjahrsmonate liegt, gilt als Eintrittszeitpunkt der Frühjahrsblüte. Bedingung für eine valide Aufnahme ist: Mindestens 30 % der Pixel innerhalb der Seefläche müssen valide sein. Ein Pixel wird als valide angesehen, wenn es nicht durch äußere Bedingungen beeinflusst ist (Wolken, Wolkenschatten, Fehler in der Atmosphärenkorrektur, Landeinfluss).</p> <p><u>Schritt 2:</u> Der entsprechende DOY (Day of Year) der entsprechenden Aufnahme bestimmt die Kalenderwoche der Frühjahrsblüte.</p> <p><u>Schritt 3:</u> Die für alle ausgewählten Seen ermittelte Kalenderwoche wird für alle Seen einer Ökoregion gemittelt. Es wird der Median berechnet. Für den Indikator wurden Seen und Talsperren aus den folgenden Ökoregionen berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alpen und Alpenvorland: BY: Ammersee, Starnberger See, Walchensee, Abtsdorfer See BW/BY: Bodensee • Zentrale Mittelgebirgsregion: BY: Großer Brombachsee RP: Laacher See SN: Talsperre Bautzen, Saidenbachtalsperre TH: Bleilochtalsperre • Norddeutsches Tiefland: BB: Stechlinsee BE: Großer Müggelsee HH: Alster MV: Müritz, Kummerower See NI: Steinhuder Meer SH: Großer Plöner See, Dobersdorfer See SN: Speicher Witznitz ST: Arendsee
<p>Interpretation des Indikatorwerts:</p>	<p>Je niedriger der Indikatorwert ist, desto früher im Jahr setzt die Frühjahrsalgenblüte ein.</p>

II Einordnung

Handlungsfeld:	Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft
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 Phytoplanktonwachstums (Frühjahrsalgenblüte), die dann abklingt, wenn die Nährstoffe aufgebraucht sind, die Schichtungsstabilität zunimmt bzw. starker Fraßdruck durch das Zooplankton ein Klarwasserstadium induziert. Auch erhöhte Filtrationsraten durch Muscheln können das Phytoplankton reduzieren. 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 eine biologische Qualitätskomponente, die 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. Das frühere Eintreten der Algenblüte und eine frühere Einschichtung des Sees können die Sauerstoffzehrung im Hypolimnion verlängern. Die dadurch durch mögliche Nährstoffrücklösung aus dem Sediment kann eutrophierend wirken.</p> <p>Die Unterteilung der klimatisch relevanten 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 Seen auswirken wird.</p> <p>Die Verwendung von Fernerkundungsdaten ermöglicht eine breite räumliche Abdeckung von Seen in Deutschland. Repräsentative Seen mit guter in situ-Datenbasis wurden für die Validierung des Verfahrens ausgewählt und in die drei Ökoregionen Alpen und Alpenvorland, Mittelgebirge und Norddeutsches Tiefland unterteilt. Das Verfahren ist auf weitere Seen ausweitbar.</p>
Einschränkungen:	<p>Aufgrund der Festlegung des Eintretens der Frühjahrsalgenblüte auf eine Kalenderwoche können Feinheiten bei der Verschiebung des Eintretens nicht herausgearbeitet werden. Eine tagesgenaue Angabe der Überflugzeit würde aber eine Pseudogenauigkeit implizieren, die nicht sachgerecht ist.</p> <p>Die zeitliche Auflösung zur Verfügung stehenden Daten ist der entscheidende Faktor für die Erkennung der Frühjahrsalgenblüte. Die Bestimmung des lokalen Maximums beruht auf validen Satellitenaufnahmen und wird durch Bewölkung, Nebel oder Eisbedeckung eingeschränkt. Die zeitlich exakte Erkennung einer Frühjahrsalgenblüte aus Satellitendaten ist daher abhängig von wolkenfreien Perioden. Das kann dazu führen, dass eine Frühjahrsalgenblüte durch wetterbedingte Einflüsse nicht erfasst wird. Das Maximum dauert meist nur wenige</p>

	Tage an und kann so zwischen zwei Aufnahmezeitpunkte fallen. Huminstoffgehalte und mineralische Trübungen können Algenpigmente überlagern.
Erläuterungen zur Nutzung von Fernerkundungsdaten:	<p><u>Grundlagen Gewässerfernerkundung:</u></p> <p>Entscheidend für die Gewässerfernerkundung sind alle optisch wirksamen Prozesse im Wasser, die durch Streu- und Absorptionseigenschaften des Wassers und der Wasserinhaltsstoffe hervorgerufen werden. Das resultierende spezifische Reflexionsverhalten des Wassers wird durch Satellitensensoren in verschiedenen Wellenlängen gemessen. Optisch aktive Inhaltsstoffe sind dabei Schwebstoffe (organisch und anorganisch), Chlorophyll-a in Algen und gelöste Gelbstoffe. Die Inhaltsstoffe haben jeweils spezifische optische Eigenschaften, d. h. ein charakteristisches Streu- und Absorptionsverhalten in den verschiedenen Wellenlängen. Um Frühjahrsalgenblüten zu erkennen, wird als proxy-Parameter die Chlorophyll-a Konzentration herangezogen. Voraussetzung für die Bestimmung der Chlorophyll-a Konzentration ist eine gute Atmosphärenkorrektur, sodass nur noch Informationen aus dem Wasser im Spektrum enthalten sind. Chlorophyll-a-Algorithmen nutzen häufig das Verhältnis vom blauen und grünen Wellenlängenbereich, um die Chlorophyll-a Absorption zu erfassen. Diese Verfahren sind aber nur in oligotrophen bis mesotrophen Seen anwendbar, und wenn Phytoplanktonpigmente der einzige optisch aktive Inhaltstoff sind. Sobald Schwebstoffe und vor allem Gelbstoff hinzukommen, werden die Bänder genutzt, die das sekundäre Absorptionsmaximum von Chlorophyll-a im roten Wellenlängenbereich abdecken. Hintergrund ist, dass sich das Absorptionsverhalten von Chlorophyll-a und Gelbstoff im blauen Wellenlängenbereich überlagert.</p> <p><u>Datengrundlage:</u></p> <p>Für alle Seen liegen Datenreihen mit einer räumlichen Auflösung von 300 m für die Jahre 2002-2012 und 2016-2020 und einer Wiederholrate von 1-2 Tagen sowie Datenreihen mit einer Auflösung von 20 m für die Jahre 2015-2020 und einer Wiederholrate von 2-5 Tagen vor. Die zeitliche Auflösung wird zusätzlich vom Wetter am Aufnahmezeitpunkt beeinflusst und kann die zeitliche Auflösung verringern. Ziel ist es, alle verfügbaren Aufnahmesysteme in einer Zeitserie zu verwenden, sofern die Größe des betreffenden Sees dies zulässt.</p> <p><u>Validierungsarbeiten mit in situ Messungen:</u></p> <p>Zur Validierung der Chlorophyll-a Konzentration aus Satellitendaten wurden über den LAWA Expertenkreis Seen Ansprechpersonen aus Ländern und wissenschaftlichen Einrichtungen angefragt, um Messdaten aus den Monitoringprogrammen bereitzustellen. Für die Validierung wurden die Messungen ausgewählt, die am nächsten zu Oberfläche durchgeführt wurden (zumeist 0 m oder 0,5 m) und innerhalb von 1-2 Tagen vor oder nach der Satellitenaufnahme stattfanden.</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 einer hohen 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</p>

	<p>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 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:</p> <p>(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.</p> <p>(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 (Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873), 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:	Fernerkundungsdaten: <ul style="list-style-type: none"> • MEdium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS); European Space Agency (ESA) • Ocean and Land Colour Instrument (OLCI); Copernicus Sentinel data processed by ESA • Multi-Spectral Instrument (MSI); Copernicus Sentinel data processed by ESA 	
Räumliche Auflösung:	flächenhaft	NUTS: nicht relevant
Geographische Abdeckung:	Ausgewählte Seen in den drei Ökoregionen Norddeutsches Tiefland, zentrale Mittelgebirge sowie Alpen und Alpenvorland	
Zeitliche Auflösung:	jährlich, seit 2002	
Beschränkungen:	In den Jahre 2012 bis Mai 2015 sind keine Satellitendaten vorhanden, aufgrund fehlender verwendbarer Satellitensensoren.	
Verweis auf Daten-Factsheets:	WW-I-9_Daten_Fruehjehrsalgenbluete_2023.xlsx	

V Zusatz-Informationen

<p>Glossar:</p>	<p>Phytoplankton: bezeichnet die Gesamtheit der photoautotrophen, im Wasser leben planktischen Organismen, zum Beispiel Kieselalgen, Grünalgen, Goldalgen, Dinoflagellaten und Cyanobakterien.</p> <p>Zooplankton: bezeichnet die Gesamtheit der im Wasser lebenden planktischen 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. Die Typologie nutzt abiotische Kriterien: Ökoregion, Geologie und Wasserhärte, Seegröße, relative Größe des Einzugsgebietes und Schichtungsverhalten. Als erster Ansatzpunkt für die Lebensgemeinschaften wurde die Trophie berücksichtigt. (www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/seen#textpart-2)</p> <p>Wellenlängen: Die elektromagnetische Strahlung transportiert Energie in Wellenform. Die Strahlung kann durch ihre Wellenlänge und Frequenz beschrieben werden. Als Wellenlänge bezeichnet man den Abstand zwischen jeweils zwei Wellenbergen. Satellitensensoren vermessen die Energie des Lichts in ausgewählten Wellenlängenbereichen.</p>
<p>Weiterführende Informationen:</p>	<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. doi: 10.4319/lo.2009.54.6_part_2.2283</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. doi: 10.1016/j.jglr.2010.10.004</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. Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie 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. Freshwater Biology 53: 226-237.</p> <p><u>Informationen zur Nutzung von Fernerkundungsdaten:</u></p> <p>Brockmann C., Doerffer R., Peters M., Kerstin S., Embacher S., Ruescas A. 2016: Evolution of the C2RCC neural network for Sentinel 2 and 3 for the retrieval of ocean colour products in normal and extreme optically complex waters. ESASP, 740, 54.</p> <p>Doerffer R. & Schiller H. 2007: The MERIS Case 2 water algorithm. International Journal of Remote Sensing, 28(3-4): 517-535.</p> <p>Dörnhöfer K. & Oppelt N. 2016: Remote sensing for lake research and monitoring – Recent advances. In: Ecol. Indic. 64, S. 105–122. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.12.009.</p> <p>Gilerson A. A., Gitelson A. A., Zhou J., Gurlin D., Moses W., Ioannou I., Ahmed S. A. 2010: Algorithms for remote estimation of chlorophyll-a in coastal and inland waters using red and near infrared bands. Optics Express, 18(23): 24109-24125.</p> <p>Gons H. J., Rijkeboer M., Ruddick K. G. 2005: Effect of a waveband shift on chlorophyll retrieval from MERIS imagery of inland and coastal waters. Journal of Plankton research, 27(1): 125-127.</p> <p>Odermatt D., Gitelson A., Brando V.E., Schaepman M. 2012: Review of constituent retrieval in optically deep and complex waters from satellite imagery. In: Remote Sensing of Environment 118 (2012): 116-126.</p> <p>O'Reilly J.E. and (21 authors) 2000: Ocean color chlorophyll a algorithms for SeaWiFS, OC2, and OC4: SeaWiFS Postlaunch Technical Report Series, vol.11. SeaWiFS postlaunch calibration and validation analyses" version 4. In Hooker S. B. & Firestone E. R. (Eds.), part 3 Greenbelt, MD: NASA Goddard Space Flight Center: 9-23.</p> <p>Pitarch J., Ruiz-Verdú A., Sendra M. D., Santoleri R. 2017: Evaluation and reformulation of the maximum peak height algorithm (M PH) and application in a hypertrophic lagoon. Journal of Geophysical Research: Oceans, 122(2): 1206-1221.</p> <p>Vanhellemont Q. 2019: Adaptation of the dark spectrum fitting atmospheric correction for aquatic applications of the Landsat and Sentinel-2 archives. Remote Sensing of Environment, 225: 175-192.</p>
--	--

VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

Aufwands-schätzung:	Datenbeschaffung:	3	Mehrere Quellen, aus denen Daten abgerufen werden müssen
	Datenverarbeitung:	3	Satellitenbildauswertung
	<u>Erläuterung:</u> Den Indikator basiert auf Satellitenbildauswertungen, die spezifischen technischen Sachverstand erfordern. Die Auswertungen müssen separat beauftragt werden. Eine biologische Validierung ist notwendig.		
Datenkosten:	keine		

Zuständigkeit:	Koordinationsstelle
	<u>Erläuterung:</u> keine

VII Darstellungsvorschlag

