

## Indikator-Factsheet: Verbreitung warmadaptierter mariner Arten

<b>Verfasser*innen:</b>	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106	
<b>Mitwirkung:</b>	Thünen-Institut (TI) für Seefischerei (Dr. Anne Sell, Dr. Matthias Bernreuther)	
<b>Letzte Aktualisierung:</b>	21.03.2014	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Ersterstellung
	30.04.2018	Thünen-Institut (TI) für Seefischerei (Dr. Anne Sell)
	21.12.2022	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Klärungen zur künftigen Verfügbarkeit der Daten, redaktionelle Anpassungen
	06.11.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Aktualisierung der Links
<b>Nächste Fortschreibung:</b>	für 2027	Aufgrund von Problemen mit einem der Forschungsschiffe wurde entschieden, den GSBTS Survey, der dem Indikator zugrunde liegt, perspektivisch weitestgehend einzustellen. So wird beispielsweise Box C künftig nicht mehr oder nur noch vereinzelt beprobt werden. Der Indikator wird daher umgestellt werden müssen, um eine – soweit möglich analoge – Aussage mit anderen Survey-Typen erreichen zu können.

### I Beschreibung

<b>Interne Nr.</b> FI-I-1	<b>Titel:</b> Verbreitung wärmeadaptierter mariner Arten
<b>Einheit:</b> %	<b>Kurzbeschreibung des Indikators:</b> Auftrittshäufigkeit von sechs ausgewählten lusitanischen Arten in den Fischereihols von fünf definierten standardisierten Untersuchungsgebieten des GSBTS („Boxen“) als gleitender 3-Jahresmittelwert
<u>Zusatz:</u> Anzahl	<u>Zusatz:</u> Anzahl lusitanischer Arten in fünf definierten standardisierten Untersuchungsgebieten des GSBTS als gleitender 3-Jahresmittelwert
	<b>Berechnungsvorschrift:</b> Auftretenshäufigkeit der sechs ausgewählten lusitanischen Arten in Box A = $\left[ \frac{(\text{Anzahl von Fischereihols von Box A mit Funden von mind. einer der sechs ausgewählter lusitanischer Arten) im Jahr } t_{-1} * 100}{\text{Anzahl aller Fischereihols von Box A im Jahr } t_{-1}} + \frac{(\text{Anzahl von Fischereihols von Box A mit Funden von mind. einer der sechs ausgewählter lusitanischer Arten) im Jahr } t_0 * 100}{\text{Anzahl aller Fischereihols von Box A im Jahr } t_0} + \frac{(\text{Anzahl von Fischereihols von Box A mit Funden von mind. einer der sechs ausgewählter lusitanischer Arten) im Jahr } t_{+1} * 100}{\text{Anzahl aller Fischereihols von Box A im Jahr } t_{+1}} \right] / 3$ analog für die Boxen C, E, H, K Dabei sind: lusitanische Arten = Arten mit traditionell südlichem Verbreitungsgebiet; ausgewählt wurden: Roter Knurrhahn ( <i>Chelidonichthys lucerna</i> ), Streifenbarbe ( <i>Mullus surmuletus</i> ), Sardine ( <i>Sardina pilchardus</i> ), Anchovis/ Sardelle ( <i>Engraulis encrasicolus</i> ), Lammzunge ( <i>Arnoglossus laterna</i> ), Zwergzunge ( <i>Buglossidium luteum</i> )

	<p>Fischereihols = standardisierte Fänge (30 min. mit GOV Scherbrettnetz), die in den definierten ebenfalls standardisierten Untersuchungsgebieten („Boxen“) durchgeführt werden</p> <p><u>Zusatz:</u>                  Anzahl lusitanischer Arten in Box A = (Anzahl von in allen Fischereihols von Box A im Jahr <math>t_{-1}</math> aufgetretenen lusitanischen Arten + Anzahl von in allen Fischereihols von Box A im Jahr <math>t_0</math> aufgetretenen lusitanischen Arten + Anzahl von in allen Fischereihols von Box A im Jahr <math>t_{+1}</math> aufgetretenen lusitanischen Arten) / 3</p> <p>Hinweis: Das gleitende 3-Jahresmittel wird stets aus dem aktuellen sowie dem jeweils vorausgehenden und nachfolgenden Jahr berechnet. Das Start- und Endjahr der Zeitreihe berechnen sich abweichend nur als Mittel zwischen dem aktuellen und dem nachfolgenden bzw. vorausgehenden Jahr. Fehlwerte innerhalb der Zeitreihe werden aus dem vorausgehenden und nachfolgenden Jahr interpoliert.</p>
<b>Interpretation des Indikatorwerts:</b>	<p>Je höher der Indikatorwert, desto höher ist der Anteil der lusitanischen Arten und desto stärker die Ausbreitung warmadaptierter Arten.</p> <p><u>Zusatz:</u> Je höher der Indikatorwert, desto mehr lusitanische Arten tauchen in den Standarduntersuchungsgebieten auf.</p>

## II Einordnung

<b>Handlungsfeld:</b>	<p>1. Fischerei                  2. Biologische Vielfalt</p>
<b>Indikationsfeld:</b>	<p>1.1 Verteilungsmuster von kommerziell relevanten Arten, Arealveränderungen                  2.1 Arealveränderungen bei Tier- und Pflanzenarten</p>
<b>Thematischer Teilaspekt:</b>	<p>1.1.1 Arealverschiebungen warmadaptierter Fischarten nach Norden, Auswanderung kommerziell bedeutender kaltadaptierter Fischarten, Entwicklung neuer Fangmöglichkeiten</p>
<b>DPSIR:</b>	Impact

## III Herleitung und Begründung

<b>Referenzen auf andere Indikatorsysteme:</b>	keine
<b>Begründung:</b>	<p>Änderungen in der Verbreitung von Arten in den Meeren ist bereits heute eine der sichtbarsten Ausdrucksform des Klimawandels. Fische, Weichtiere und Krebstiere wandern tendenziell in nördlicher Richtung auf der Suche nach kälteren Gewässern, weil ihr Organismus eine bestimmte Temperaturspanne benötigt, die ihnen ihr natürlicher, zu warm gewordener Lebensraum nicht mehr bietet, oder weil sie Pflanzen, Plankton und anderen Meeresorganismen folgen, von denen sie sich ernähren und die in nördlicher Richtung wandern. Andere südliche warmadaptierte Arten breiten ihre Lebensräume nach Norden aus. Dabei spielen für die Ausbreitung der südlichen Arten neben den steigenden Wassertemperaturen im Sommer insbesondere die vielen milden Winter eine zentrale Rolle, die es den Arten ermöglichen, zu überwintern und sich zu reproduzieren.</p> <p>Änderungen in der Verbreitung von Arten schlagen sich in der Biodiversität nieder, und für einen entsprechenden Indikator kommen diverse Diversitätsparameter infrage. Die Erfassung des in einem begrenzten Gebiet vorkommenden Artenspektrums bedarf einer räumlich hoch aufgelösten Beprobung. Derzeit ist</p>

	<p>der GSBTS (German Small-scale Bottom Trawl Survey; Ehrich et al. 2007) der einzige Survey in der Nordsee, der diese Bedingung auf einer für die DAS relevanten Skala erfüllt. Im Rahmen des GSBTS werden in der Nordsee Langzeitdatenserien erfasst mit dem Ziel, die natürliche kleinskalige Variabilität der Fangraten häufiger Fischarten (nicht nur kommerziell genutzter Arten) abzuschätzen und mittel- bis langfristige Veränderungen in den Bodenfischgemeinschaften zu erfassen. Die Datenerhebungen erfolgen jährlich i. d. R. innerhalb von drei Tagen in Form von ca. 20 sogenannten Fischereihols (standardisierten Fängen) in „Boxen“ von 10 x 10 Seemeilen durch die Forschungsschiffe Walther Herwig und Solea. Beobachtbare Veränderungen lassen sich allerdings nicht nur auf das Klima zurückführen, sondern können auch durch anthropogene Aktivitäten, wie z. B. die Fischerei, hervorgerufen werden.</p> <p>In den Fanggebieten der Deutschen Bucht lässt sich eine (geringe) Zunahme in der Anzahl der südlichen lusitanischen Arten in den Fischgemeinschaften und eine Zunahme in ihrer Abundanz festzustellen (Erich &amp; Stransky 2001, Erich &amp; Stein 2005, Erich et al. 2008, Kröncke et al. 2012). Typische Vertreter aus der Gruppe der lusitanischen Arten sind beispielsweise der Rote Knurrhahn, die Streifenbarbe, Zwerg- und Lammzunge sowie Sardelle und Sardine. Der Indikator bildet ab, in wie vielen der pro Jahr in den standardisierten Untersuchungsgebieten („Boxen“) durchgeführten Fängen mind. ein Individuum dieser sechs Arten aufgetaucht ist. Im Indikator-Zusatz wird darüber hinaus über alle Fänge eines Jahres die Anzahl gefundener lusitanischer Arten (auch über die o.g. sechs Arten hinaus) ermittelt. Ausgewählt wurden für den Indikator fünf Boxen, auf unterschiedlicher geographischer Breite, um das Vordringen der Arten nach Norden erfassen zu können. Unter diesen ausgewählten liegt nur die Box A innerhalb der deutschen AWZ.</p> <p>Eine Abnahme bzw. Abwanderung Kälte liebender Arten wird z. T. bereits beobachtet (Engelhard et al. 2011, ter Hofstede &amp; Rijnsdorp 2011). Der Kabeljau ist aus der südlichen Nordsee fast verschwunden. Dies ist nicht nur die Folge intensiver Fischerei, sondern liegt auch daran, dass es dem Nachwuchs langsam zu warm wird.</p> <p>Mit der Veränderung der Artengemeinschaften in den marinen Ökosystemen verändern sich auch die Bedingungen für die Meeresfischerei. Die konkreten Veränderungen sind aber sehr schwer prognostizierbar. Neben möglichen Chancen (z. B. durch Fänge von wertvollen Speisefischarten wie Wolfsbarsch und Streifenbarbe) werden die Auswirkungen in aller Regel überwiegend negativ für die Fischerei sein. Sie verliert unter Umständen ihre angestammten Fischarten, wo sie räumlich nur begrenzt mobil ist. Falls es zu einer fortschreitenden Einwanderung von südlichen Arten in die Nordsee und einer zunehmenden Auswanderung von nördlichen Arten aus der Nordsee kommt, sollten verschiedene Szenarien für die Auswirkung auf das Ökosystem und damit einhergehend auf die Meeresfischerei genauer analysiert werden. Ziel sollte dann auch eine Anpassung des Fischereimanagements an die sich verändernden Bedingungen sein, um auch in Anbetracht der neuen Artenzusammensetzungen eine nachhaltige Ressourcennutzung der Fischbestände zu garantieren.</p>
<p><b>Einschränkungen:</b></p>	<p>Der Indikator hat nur eingeschränkte bzw. indirekte Bezüge zur kommerziellen Fischerei.</p> <p>Der Indikator wurde neu für die DAS entwickelt und hat noch keine strenge Prüfung auf Spezifität und Sensitivität durchlaufen. Auch andere Faktoren könnten die Ausprägung des Indikators direkt oder indirekt beeinflussen wie z. B. die kommerzielle Fischerei. Dennoch gibt der Indikator einen ersten Hinweis auf systematische Veränderungen in Fischartengemeinschaften, die im Falle ihres Auftretens genauer untersucht werden sollten. Unter Umständen wäre eine Kopplung mit anderen Indikatoren, auch komplexeren Biodiversitätsindikatoren, sinnvoll.</p>

	<p>Der Indikator wurde auf Basis der bisher im Gebiet aufgetretenen lusitanischen Arten entwickelt. Die zugrundegelegte Artenliste sollte regelmäßig überprüft und ggf. erweitert werden, falls weitere lusitanische Arten einwandern.</p> <p>Die Effekte des Klimawandels wird überlagert von multidekadischen Schwankungen in marinen Systemen. Eine eindeutige Trennung dieser Effekte ist mit Fischereidaten aus wenigen Jahrzehnten nicht möglich.</p> <p>Für Indikator-Zusatz: Die Anzahl der gefundenen Arten kann in Abhängigkeit der Anzahl durchgeführten Fischereihols unterschiedlich sein. Die Anzahl der Fischereihols schwankt von Jahr zu Jahr in Abhängigkeit von Wetterbedingungen oder technischen Defekten. Dies ist bei der Interpretation des Indikators zu berücksichtigen.</p> <p>Die Gewinnung der Daten für den Indikator hängt von der Verfügbarkeit eines einzigen Fischereiforschungsschiffs ab. Dieses zeigte in den letzten Jahren der Zeitreihe altersbedingt zunehmend technische Ausfälle, wodurch Schiffszeit verloren ging und die Beprobungsintensität verringert werden musste. Auch die Corona-Pandemie schränkte die Möglichkeiten der Beprobung ein. Damit reduzierte sich in einigen Untersuchungsgebieten die Anzahl der Datenpunkte, die in den Indikator eingehen. Es gibt auch komplette Datenlücken für einzelne Jahre.</p>
<b>Rechtsgrundlagen, Strategien:</b>	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS)
<b>In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen:</b>	<p>DAS, Kap. 3.2.8: Überwiegend bedingt durch das Fehlen der kalten Eiswinter, sind zusätzlich zu den heimischen Arten bisher in südlicheren Meeresgebieten beheimatete Arten verstärkt in die Nordsee eingewandert und pflanzen sich hier teilweise fort.</p> <p>Ein verändertes Artenspektrum kann sich zum Beispiel über die Wechselbeziehungen zwischen eingewanderten und „einheimischen“ Arten positiv oder negativ in der Ertragsfähigkeit der kommerziellen Arten widerspiegeln (z. B. durch Nahrungskonkurrenz oder zusätzliche Nahrungsquellen). Weiterhin geht mit den Änderungen in den Verbreitungsgebieten kommerzieller Fischbestände unter Umständen eine Änderung der Erreichbarkeit für die Fischerei einher mit entsprechenden marktwirtschaftlichen Auswirkungen. Es ist zu erwarten, dass die in der Regel finanzschwache kleine Küstenfischerei besonders stark betroffen sein könnte.</p>
<b>Ziele:</b>	keine
<b>Berichtspflichten:</b>	keine

#### IV Technische Informationen

<b>Datenquelle:</b>	Thünen-Institut für Seefischerei: Langzeituntersuchungen im Rahmen des GSBTS (German Small-scale Bottom Trawl Survey)	
<b>Räumliche Auflösung:</b>	Punktdaten	NUTS: nicht relevant
<b>Geographische Abdeckung:</b>	Nordsee: Boxen A, C, E, H, K (die Boxen haben eine Größe von 10 x 10 Seemeilen, die Fischereihols innerhalb der Boxen werden jährlich neu nach dem Zufallsprinzip verteilt; zur räumlichen Lage der Boxen s. VIII Anhang	
<b>Zeitliche Auflösung:</b>	jährlich, seit 1987	
<b>Beschränkungen:</b>	keine	

<b>Verweis auf Daten-Factsheet:</b>	FI-I-1_Daten_lusitanische_Arten.xlsx
-------------------------------------	--------------------------------------

## V Zusatz-Informationen

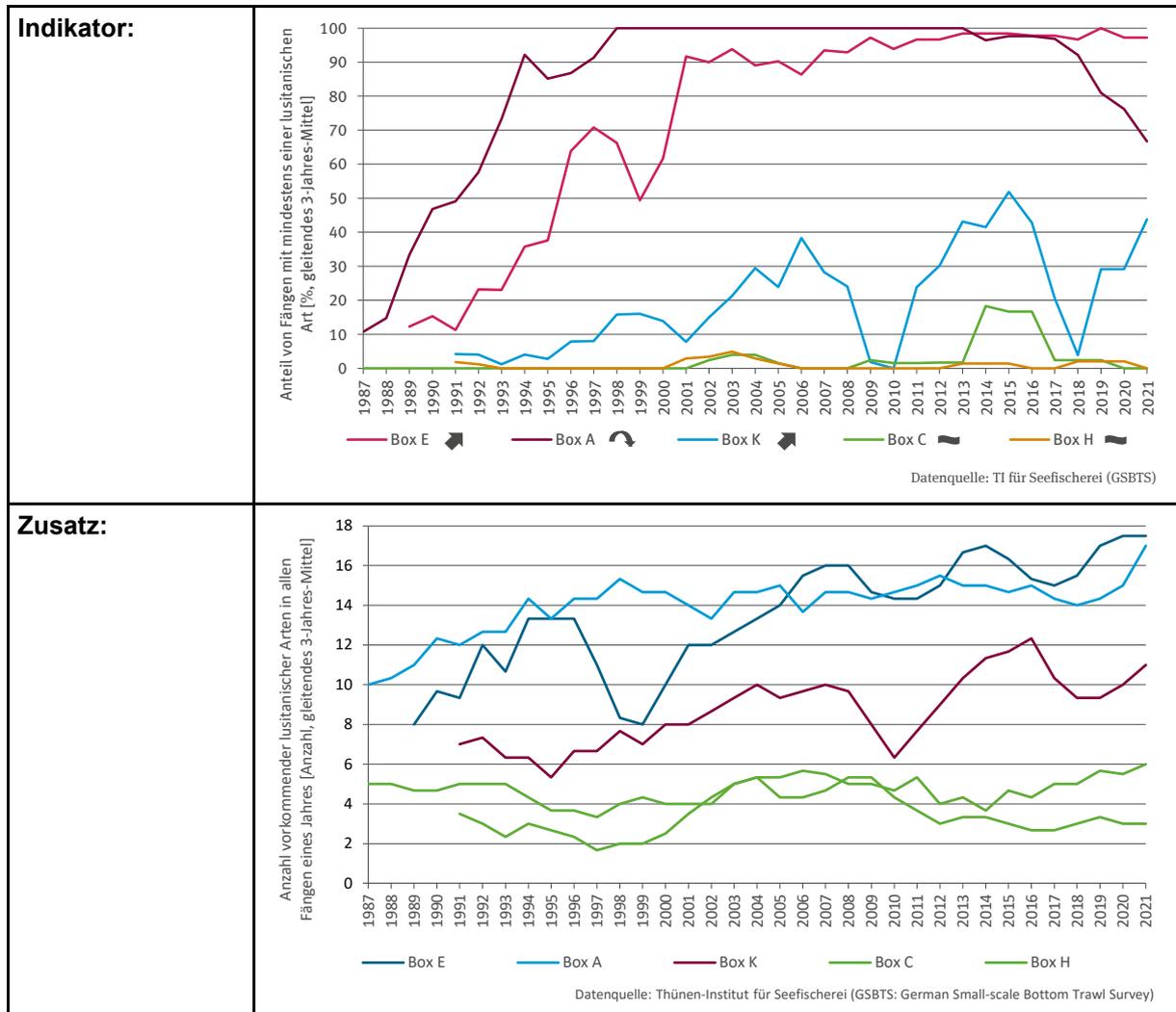
<b>Glossar:</b>	<p><b>Lusitanisch:</b> Das Lusitanische Becken gehört zu einer Vielzahl von atlantischen Randbecken und liegt als Bestandteil der Iberischen Platte in West-Zentral Portugal. Es ist ein Halbgraben mit einer Ausdehnung von ca. 500 km Länge und 200 km Breite.</p> <p><b>AWZ:</b> Als Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) wird nach Art. 55 des Seerechtsübereinkommens (SRÜ) der Vereinten Nationen das Gebiet jenseits des Küstenmeeres bis zu einer Erstreckung von 200 sm ab der Basislinie bezeichnet (daher auch 200-Meilen-Zone), in dem der angrenzende Küstenstaat in begrenztem Umfang souveräne Rechte und Hoheitsbefugnisse wahrnehmen kann. Hierzu gehört insbesondere das alleinige Recht zur wirtschaftlichen Ausbeutung einschließlich des Fischfangs.</p>
<b>Weiterführende Informationen:</b>	<p>Alheit J. 2008: Hering, Sardine und Sardelle – Klimawandel und Fischbestände. Biol. Unserer Zeit  1/2008 (38): 30-38.</p> <p>EEA – European Environment Agency, JRC – Joint Research Centre, WHO – World Health Organization 2008: Impacts of Europe`s changing climate – 2008 indicator-based assessment. EEA Report No 4/2008, Copenhagen, 246 S.</p> <p>EC – Europäische Kommission / Generaldirektion Fischerei und Maritime Angelegenheiten) 2007: Klimawandel: Wie wirkt sich der Klimawandel auf die Fischerei aus?. In: EC 2007: Fischerei und Aquakultur in Europa. Nr. 35, Brüssel: 4-6.</p> <p>Ehrich S. &amp; Stein M. 2005: Fisch und Klima. BMELV ForschungsReport 1/2005. Schwerpunkt: Klimawandel und die Folgen: 18-21.</p> <p>Ehrich S., Adlerstein S., Brockmann U., Floeter J., Garthe S., Hinz H., Kröncke I., Neumann H., Reiss H., Sell A.F., Stein M., Stelzenmüller V., Stransky C., Temming A., Wegner G., Zauke G.-P. 2007: 20 years of the German Small-Scale Bottom Trawl Survey (GSBTS): A review. Senckenbergiana maritima. 37(1): 13-82.</p> <p>Ehrich S. &amp; Stransky C. 2001: Spatial and temporal changes in the southern species component of North Sea bottom fish assemblages. Marine Biodiversity 31: 143-150.</p> <p>Engelhard G.H., Ellis J.R., Payne M.R., ter Hofstede R., Pinnegar J.K. 2011: Ecotypes as a concept for exploring responses to climate change in fish assemblages. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil 68: 580-591.</p> <p>Kröncke I., Boersma M., Czeck R., Dippner J.W., Ehrich S., Exo M.K., Hüppop O., Malzahn A., Marencic H., Markert A., Millat G., Neumann H., Reiss H., Sell A.F., Sobottka M., Wehrmann A., Wiltshire K.H., Wirtz K. 2012: Auswirkungen auf marine Lebensräume. In: Mosbrugger V., Brasseur G.P., Schaller M., Stribrny B. (Hg.): Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt: 106-127.</p> <p>Kulka D. W., Simpson S.D., van Hal R., Duplisea D., Sell A., Teal L., Planque B., Otterson G., Peck, M. 2011. Effects of climate variability and change on fish. In: Reid P. C. &amp; Valdés, L. (eds.): ICES Cooperative Research Report, No. 310, 262 pp.</p> <p>Laevastu T. 1963: Surface water types of the North Sea and their characteristics. Serial atlas of the marine environment. Vol. 4. American Geographical Society New York.</p>

	<p>Mieszowska N., Sims D., Hawkins S.J. 2007: Fishing, climate change and north-east Atlantic cod stocks. 12 S.  <a href="https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2005-01/cc_cod_report.pdf">https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2005-01/cc_cod_report.pdf</a></p> <p>Mieszowska N., Sims D., Hawkins S.J. 2007: Fishing, climate change and north-east Atlantic cod stocks. Summary report of commissioned scientific report for the World Wildlife Fund. WWF Marine Update (59): 1-4.</p> <p>Sell A. 2005: Mit dem Kabeljau durch Raum und Zeit - Langzeitanalysen in der Fischereiforschung – Voraussetzung für eine nachhaltige Bewirtschaftung. ForschungsReport 2/2005: 34-37.</p> <p>Tasker M. L., Anker-Nilssen T., Borges M., Brander K., Duplisea D., Frederiksen M., Gallego A., Gislason A., van Hall R., Heath M., ter Hofstedt R., Holliday P., Hughes S., Kenchington E., Kulka D. W., Licandro P., Morgado C., Pederson J., Piet G., Reid J., Rice J., Rijnsdorp A., Rogers S. I., Rumohr H., Scheidat M., Scott C. L., Sell A., Skagseth Ø., Sundby S. and many other members of the ICES scientific community 2008: The effect of climate change on the distribution and abundance of marine species in the OSPAR Maritime Area. ICES Cooperative Research Report No. 293, 49 p.</p> <p>Hofstede R. &amp; Rijnsdorp A.D. 2011: Comparing demersal fish assemblages between periods of contrasting climate and fishing pressure. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil 68: 1189-1198.          doi: 10.1093/ICESJMS/FSR053</p> <p>WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen 2006: Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten, Berlin, 114 S.</p>
--	--

## VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

<b>Aufwands-schätzung:</b>	Datenbeschaffung:	1	nur eine datenerhebende Institution
	Datenverarbeitung:	3	Zur Generierung der Daten zur Darstellung des Indikators sind spezifische Auswertungen erforderlich.
	<u>Erläuterung:</u> Für die Berechnung des Indikators sind spezifische Datenauswertungen durch das TI für Seefischerei erforderlich, da die standardmäßige Auswertung der im Rahmen des GSBTS gewonnenen Daten die Auswertung nach dem Vorkommen der lusitanischen Arten nicht beinhaltet. Der Aufwand für die Aktualisierung des Indikators beläuft sich auf ca. 2-3 Tage zusätzlich zur jährlich erforderlichen Schiffszeit (3 Tage je Box plus 2 x 2 Tage Transitzeit).		
<b>Datenkosten:</b>	keine		
<b>Zuständigkeit:</b>	Thünen-Institut für Seefischerei		
	<u>Erläuterung:</u> Die Auswertungen der GSBTS-Daten werden vom TI Seefischerei durchgeführt. Die Werte zur Berechnung des Indikators werden in bereits ausgewerteter Form vom TI zugeliefert.		

VII Darstellungsvorschlag



## VIII Anhang

### Lage der Boxen

Für die Indikatorenbildung wurden aus den 12 Boxen des GSBTS die in nachstehender Abbildung rot umrandeten Boxen ausgewählt. Diese fünf Boxen liegen in verschiedenen ozeanographischen Regionen der Nordsee, in der Abbildung angedeutet durch grün markierte Grenzen von Wassermassen wie von Laevastu (1963) beschrieben.

Die Boxen E und A liegen dem von Süden kommenden Einstrom aus dem Englischen Kanal am nächsten, weshalb man hier früher bzw. häufiger ein Auftreten lusitanischer Arten erwarten würde als in den Boxen H und C im Bereich des nördlichen Nordseewassers. Box K liegt im zentralen Übergangsbereich, weshalb hier Werte zwischen denen in den Boxen A/E und C/H erwartet werden.

