

## Indikator-Factsheet: Fließrichtungswechsel

<b>Verfasser*innen:</b>	Bosch & Partner GmbH (Can Ölmez, Konstanze Schönthaler) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3720 48 101 0	
<b>Mitwirkung:</b>	Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN), Hydrologie, Mess- und Beobachtungsdienst (Doris Wolf) Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG), Abteilung 3 - Geologie, Wasser und Boden, Dezernat 310 – Hydrologie, Hochwasserrisikomanagement (Philip Müller) Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg (StALU MM), Abteilung Küste (Knut Sommermeier)	
<b>Letzte Aktualisierung:</b>	16.06.2022	Bosch & Partner GmbH (Can Ölmez): Ersterstellung des Indikators
	24.06.2022	Bosch & Partner GmbH (Can Ölmez): Aktualisierung der Messstellenauswahl
	26.10.2022	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Einarbeitung weiterer redaktioneller Anmerkungen aus der IMAA-Abstimmung; Titel des Indikators wurde geändert.
	06.11.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Aktualisierung der Links
<b>Nächste Fortschreibung:</b>		

### I Beschreibung

<b>Interne Nr.</b> KM-I-5	<b>Titel:</b> Fließrichtungswechsel
<b>Einheit:</b> Anzahl	<b>Kurzbeschreibung des Indikators:</b> Tage mit Fließrichtungswechseln bei in die Ostsee mündenden Fließgewässern (anhand von vier ausgewählten Pegeln in den Einzugsgebieten Schlei / Trave und Warnow / Peene)
	<b>Berechnungsvorschrift:</b> <u>Schritt 1:</u> Prüfung über eine bedingte Abfrage für jeden Pegel, ob der Tagesmittelabfluss 0 m <sup>3</sup> /s unterschreitet. Sofern das zutrifft, wird dem Tag der Wert 1 zugeordnet, sonst 0. Berücksichtigt werden vier Pegel in den Einzugsgebieten Schlei / Trave und Warnow / Peene: Füsing (Füsinger Au), Lübeck-Moisling, Anklam und Demmin. <u>Schritt 2:</u> Aufsummieren der zugeordneten Abfragewerte (0 oder 1) für die hydrologischen Jahre und Prüfung auf Vollständigkeit. Sofern ein Jahr weniger als 75 % der möglichen Messwerte enthält, gilt die Datenabdeckung als nicht ausreichend und wird in der Darstellung nicht berücksichtigt.
<b>Interpretation des Indikatorwerts:</b>	Je höher der Indikatorwert an einem Pegel pro Jahr, desto häufiger wurde in diesem Jahr ein Rückstau in den Gewässern beobachtet.

## II Einordnung

<b>Handlungsfeld:</b>	Küsten- und Meeresschutz
<b>Themenfeld:</b>	Küste, Wattenmeere, Ästuare
<b>Thematischer Teilaspekt:</b>	Veränderung der Topographie, Morphodynamik und des Sedimenthaushalts an der Küste und in Ästuaren
<b>DPSIR:</b>	Impact

## III Herleitung und Begründung

<b>Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:</b>	keine
<b>Begründung:</b>	<p><b>Ursache-Wirkungszusammenhang:</b></p> <p>Der Klimawandel wirkt sich nicht nur auf die Temperatur, sondern unter anderem auch auf küstenhydrologische Parameter wie den Meeresspiegel, das Auftreten von Sturmfluten sowie den Seegang an Küstenregionen aus. Im vergangenen Jahrhundert wurde ein Meeresspiegelanstieg um 15 cm an der deutschen Ostseeküste beobachtet. Hinzu kommt dort das isostatische Absinken der Landmassen (Weiße &amp; Meinke 2017). Infolge eines höheren Meeresspiegels steigt das Ausgangsniveau von Sturmfluten, wodurch die Häufigkeit für das Auftreten sowie die Intensität der Ereignisse, nach der heutigen Definition, zunehmen (IPCC 2021, Meinke 2020, Meinke &amp; Reckermann 2012). Eine Folge des erhöhten Meeresspiegels und häufigerer Sturmflutereignisse kann ein Rückstau von Wasser in küstennahe Fließgewässerabschnitten sein. Der damit einhergehende Brackwassereinfluss führt dann partiell zu Schlammablagerungen (Organomudden), die auch zu Sauerstoffzehrungen führen können. Setzt sich ein Rückstau weit in die Binnengewässer hinein fort, kann er dort das Hochwasserrisiko verschärfen. Hier übernehmen in erster Linie Deiche den Überflutungsschutz. Diese haben allerdings einen relativ hohen Unterhaltungsaufwand und i.d.R. für Hochwasserereignisse bemessen, deren Entstehung im Binnenland liegt.</p> <p>Neben dem maritimen Einfluss, z. B. durch Sturmfluten, bedarf das Auftreten eines Rückstaus in einem Gewässer bestimmter Gewässercharakteristika. Rückstaubeeinflusste Fließgewässer zeichnen sich durch einen (sehr) schwachen Wasserabfluss und ein niedriges Talbodengefälle (&lt; 0,5 ‰, vereinzelt bis ≤ 2 ‰) aus. Diese Bedingungen treffen für die durch die letzte Eiszeit geprägten Jungmoränenlandschaften in Mecklenburg-Vorpommern und im östlichen Schleswig-Holstein zu. Im Bereich der Flachküsten der Ostsee münden die Gewässer in ein schwach brackiges, unterschiedlich stark verlandetes Küstengewässer. Beispielsweise mündet an der Messstelle Anklam die Peene in das Stettiner Haff, einen durch eine Nehrung bzw. die Insel Usedom vom Hauptteil der Ostsee getrennten Brackwasserbereich. Die mineralische Gewässersohle der rückstaubeeinflussten Fließgewässer liegt meist deutlich unterhalb des Ostseemeeresspiegels. Die Gewässersohle ist durch Organomudden aufgefüllt, die durch natürliche Sedimentationsprozesse entstanden sind.</p> <p>Rückstaubeeinflusste Fließgewässer an der Ostsee stellen einen eigenen LAWA-Fließgewässertyp (Typ 23: Rückstau- bzw. brackwasserbeeinflusste Ostseezufüsse) dar. Allerdings lässt sich ein Rückstau auch an anderen Fließgewässertypen (z. B. den kiesgeprägten Tieflandflüssen, Typ 17) – insbesondere bei Hochwasser – beobachten.</p>

	<p><b>Auswahl der Messstellen und Indikator:</b></p> <p>Der Indikator erfasst die Tage, an denen ein natürlicher Fließrichtungswechsel an Binnenpegeln beobachtet wurde. Ein Fließrichtungswechsel wird als negativer Abfluss im Tagesmittel identifiziert.</p> <p>Die Auswahl der Messstellen orientiert sich an der Lage der Pegel in den Hochwassergefahrenkarten der Bundesländer Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern und erfolgte nach den nachstehenden Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die ausgewählten Pegel liegen an Fließgewässerabschnitten mit einem geringen Gefälle, was einen Rückstau begünstigt.</li> <li>• Es werden nur Pegel berücksichtigt, an denen seit Beginn der Abflussmessungen mindestens ein Niedrigwasserabfluss (NQ) kleiner oder gleich Null beobachtet wurde.</li> <li>• Das Abflussverhalten an den Pegel ist nur gering bis nicht anthropogen beeinflusst.</li> </ul> <p>Insgesamt wurden 15 potenzielle Pegel geprüft, von denen vier für den Indikator ausgewählt wurden. Diese liegen im Einzugsgebiet Schlei / Trave oder im Einzugsgebiet Warnow / Peene.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Pegel Füsing (Füsinger Au) befindet sich im Rückstaubereich der Schlei. Höhere Wasserstände mit geringen Abflüssen treten hier bei Ostseehochwasser auf. Der Pegel spiegelt das Abflussverhalten im Einzugsgebiet der Schlei wider.</li> <li>• Der an der Trave gelegene Pegel Lübeck-Moisling befindet sich in einem sowohl von Küstenhochwasser als auch von Flusshochwasser betroffenen Gebiet. Der etwa 20 km von der Küste entfernte Pegel reagiert ebenfalls auf erhöhte Ostseewasserstände und Sturmfluten.</li> <li>• Der Pegel Anklam befindet sich an der Peene, die in das Stettiner Haff mündet. Er liegt im Einzugsgebiet Warnow / Peene und wird seit 1960 betrieben. Damit ist Anklam der Pegel mit der längsten Zeitreihe.</li> <li>• Auch der Pegel Demmin liegt an der Peene. Er befindet sich 58 km weiter landeinwärts als der Pegel Anklam und zeigt, wie weit sich der Fließgewässerrückstau ins Landesinnere fortsetzt.</li> </ul> <p>Die Beeinflussungen der ausgewählten Messpegel unterscheiden sich stark hinsichtlich ihrer Exposition zur Ostsee sowie der topographischen Gestalt der Gewässerbetten, des Talbodengefälles und des Wasserabflusses.</p>
<p><b>Einschränkungen:</b></p>	<p>Die Auswahl der Messstellen beruht unter anderem auf der Beobachtung eines Rückstaus bzw. eines Wechselns der Fließrichtung in der Vergangenheit. An den entsprechend ausgewählten Pegeln treten allerdings teilweise längere Messlücken auf, sodass nicht alle Jahre eine ausreichende Datendichte aufweisen. Unvollständige Datenreihen sind unter anderem auf Stromausfälle an den Messstationen, Frosteinflüsse oder zu geringe Wasserstände zurückzuführen.</p> <p>Eine weitere Einschränkung ist, dass an einigen Pegeln Tagesmittelwerte des Abflusses erst seit wenigen Jahren vorliegen. Eine lange Zeitreihe über 30 Jahre hinaus lässt sich nur für den Pegel Anklam bilden.</p>
<p><b>Rechtsgrundlagen, Strategien:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS)</li> </ul>
<p><b>In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen</b></p>	<p>DAS 2008:</p> <p>Kap. 3.3: „Die Küstenregionen könnten in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts zunehmend durch den Meeresspiegelanstieg und eine Änderung des Sturmklimas gefährdet werden. [...] Ein hohes Niveau der Küstenschutzmaßnahmen bestimmt die aktuelle sowie künftig möglicherweise zunehmende Verwundbarkeit dieser Region. Es bestehen allerdings große Unsicherheiten darüber, wie stark sich Meeresspiegelniveaus und Sturmklima verändern.“</p>

	DAS, Kap. 3.2.14: „An der Küste [...] sind die raumordnerischen Voraussetzungen zu schaffen, um den Schutz gegen zunehmende Sturmflut- und Hochwasserrisiken auch zukünftig nach Möglichkeit zu gewährleisten. Die Anpassung an den Klimawandel erfordert jedoch neben Deichbau- und Deichsanierungsmaßnahmen auch die Entwicklung neuer Formen von – insbesondere auch passiven – Sicherungsmaßnahmen für die Inseln und Küsten.“
<b>Ziele:</b>	DAS 2008: Kap. 3.2.5: Entwicklung von integrierte Entwicklungsstrategien für die Ökosysteme des Küstenraums einschließlich der Flusstrichter (Ästuarbereiche). Etablierung von Ausweichhabitaten für vom Meeresspiegelanstieg betroffene Lebensgemeinschaften. Entwicklung von Synergien zwischen Naturschutz und Küstenschutz nutzen. Kap. 3.2.11: Untersuchung und Dokumentation der durch den prognostizierten Meeresspiegelanstieg ergebnen Veränderungen der Strömungen, der Erosion und der Sedimentation in den Ästuaren und Seeschiffahrtsstraßen.
<b>Berichtspflichten:</b>	keine

#### IV Technische Informationen

<b>Datenquelle:</b>	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein: Pegelmessdaten	
<b>Räumliche Auflösung:</b>	Punktmessungen	NUTS 1
<b>Geographische Abdeckung:</b>	Ostseeküste Schleswig-Holsteins und Mecklenburg-Vorpommerns anhand von vier ausgewählten Pegeln	
<b>Zeitliche Auflösung:</b>	jährlich, seit 1961	
<b>Beschränkungen:</b>	keine	
<b>Verweis auf Daten-Factsheets:</b>	KM-I-5_Daten_Fliessrichtungswechsel.xlsx	

#### V Zusatz-Informationen

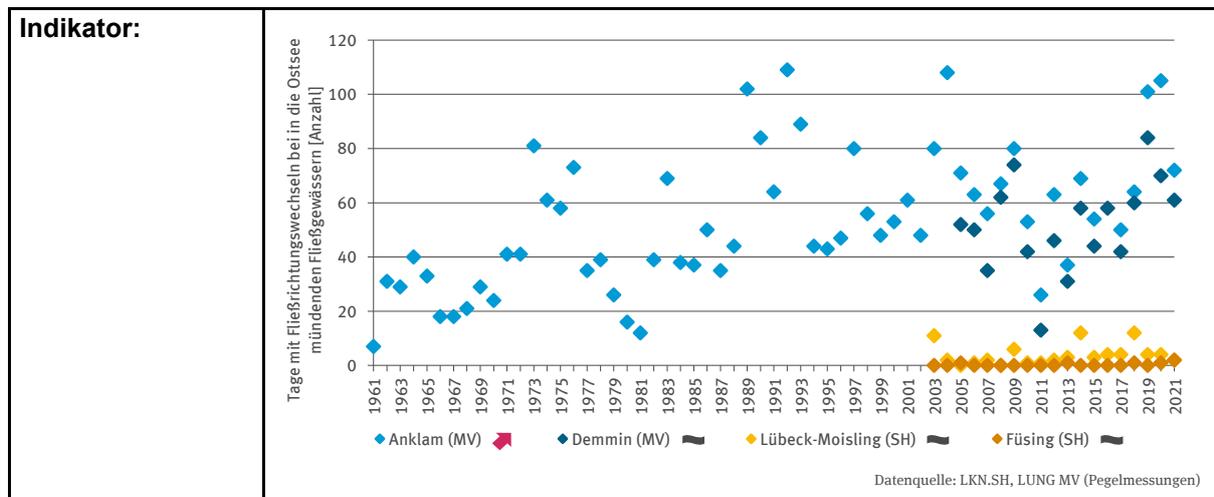
<b>Glossar:</b>	<p><b>Haff:</b> Ein Haff ist ein Brackwasserbereich, der durch eine Nehrung oder vorgelegerte Inseln vom tieferen Hauptteil eines Meeres getrennt ist.</p> <p><b>Nehrung:</b> Eine Nehrung ist ein schmaler Sandstreifen, der ein Haff vom offenen Meer abtrennt.</p> <p><b>Organomudden:</b> Organische Mudden, die sich aus Resten von Wasserpflanzen, Algen und anderen abgestorbenen Organismen zusammensetzen und sich über die Zeit am Grund von Stillgewässern oder in beruhigten Zonen von Fließgewässern abgelagert haben.</p>
<b>Weiterführende Informationen:</b>	<p>BACC II Author Team 2015: Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Springer Cham, Heidelberg. 501 S.                  doi: 10.1007/978-3-319-16006-1</p> <p>IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M.</p>

	<p>Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: 3-32.                  doi: 10.1017/9781009157896.001</p> <p>LAWA – Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser 2017: Wasserwirtschaftliche Klima-Indikatoren in vorhandenen Monitoring-Programmen. Bundesweite Zusammenstellung und Handlungsempfehlungen für eine Vereinheitlichung und Anpassung. Stuttgart, 128 S.  <a href="http://www.lawa.de/documents/bericht_wasserwirtschaftl_klimaindikatoren_2_3_1552304133_2_1587471360.pdf">www.lawa.de/documents/bericht_wasserwirtschaftl_klimaindikatoren_2_3_1552304133_2_1587471360.pdf</a></p> <p>LUNG MV – Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern 2020: Wasserhaushaltsbericht 2019. Bericht zur meteorologischen und hydrologischen Lage in Mecklenburg-Vorpommern im Wasserhaushaltsjahr 2019. Güstrow, 55 S.  <a href="http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/whh_bericht_2019_20210126.pdf">www.lung.mv-regierung.de/dateien/whh_bericht_2019_20210126.pdf</a></p> <p>MLUV-MV – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern &amp; MLUR-SH – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein 2011: Umsetzung der Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlamentes und des Rates vom 23.10.2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken in der FGE Schlei/Trave.</p> <p>Meinke I. &amp; Reckermann M. 2012: Ostseeküste im Klimawandel – Ein Handbuch zum Forschungsstand. Norddeutsches Klimabüro und Internationales BALTEX-Sekretariat Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (Hg.), Geesthacht, 63 S.  <a href="https://ostsee-der-zukunft.experience-science.de/files/ostsee-der-zukunft/hintergruende/Treiber/norddeutsches%20klimab%C3%BCro%20ostsee.pdf">https://ostsee-der-zukunft.experience-science.de/files/ostsee-der-zukunft/hintergruende/Treiber/norddeutsches%20klimab%C3%BCro%20ostsee.pdf</a></p> <p>Meinke I. 2020: Norddeutschland im Klimawandel - Was wissen wir über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Norddeutschland? Helmholtz Zentrum Geesthacht, 151 S.</p> <p>Pottgiesser T., Sommerhäuser M. 2008: Erste Überarbeitung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen – Typ 23: Rückstau- bzw. brackwasserbeeinflusste Ostseezuflüsse</p> <p>Weißer R. &amp; Meinke I. 2017: Meeresspiegelanstieg, Gezeiten, Sturmfluten und Seegang. In: Brasseur G. P., Jacob D., Schuck-Zöllner S. 2017: Klimawandel in Deutschland – Entwicklung, Folgen und Risiken in Deutschland, Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg: 78-85. doi: 10.1007/978-3-662-50397-3_9</p>
--	---

## VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

<b>Aufwands-schätzung:</b>	Datenbeschaffung:	2	Daten werden von den Ländern Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein geliefert, es sind mehrere datenhaltende Organisationen involviert.
	Datenverarbeitung:	2	Zur Darstellung des Indikators sind eine Datenaufbereitung und -verarbeitung notwendig.
	<u>Erläuterung:</u> Die Daten müssen von den Ländern individuell angefragt werden. Für die weitere Verarbeitung sind Auswertungsroutinen im Daten-Factsheet angelegt.		
<b>Datenkosten:</b>	keine		
<b>Zuständigkeit:</b>	Koordinationsstelle		
	<u>Erläuterung:</u> Die Datenanfrage an die Länder sollte über die LAWA-Gremien erfolgen.		

## VII Darstellungsvorschlag



## VIII Anlagen

Die nachstehende Tabelle zeigt Pegel, die für die Auswertung des Indikators geprüft wurden. In Grau dargestellt sind die Pegel, die für den Indikator ausgeschlossen wurden.

Pegel	Gewässer	Einzugsgebiet	LAWA-Gewässertyp	Kommentar
Anklam	Peene	Warnow/Peene	23	Jahr 2016 fehlt
Bad Schwartau	Schwartau	Schlei/Trave	14	große Nähe zu Lübeck-Moisling
Demmin-Meyenkrebsbrücke	Peene	Warnow/Peene	23	Zeitreihe erst ab 2005
Eulenkrug	Tarnewitzer Bach	Warnow/Peene	14	keine dokumentierten Fließrichtungswechsel
Füsing	Füsinger Au	Schlei/Trave	17	teilweise frostbeeinflusst
Grambin	Zarow	Oder	15	Datenreihe endet 2017
Lübeck-Moisling	Trave	Schlei/Trave	15	einzelne wenige Messausfälle
Ribnitz-Damgarten	Klosterbach	Warnow/Peene	23	starke Beeinflussung des Pegels durch saisonale Verkräutungen
Rieth	Teufelsgraben	Oder	22	keine dokumentierten Fließrichtungswechsel
Rostock Mühlenendamm	Warnow	Warnow/Peene	23	keine dokumentierten Fließrichtungswechsel
Rothentor	Wallensteingraben	Warnow/Peene	12	keine dokumentierten Fließrichtungswechsel
Tessmannsdorf	Hellbach	Warnow/Peene	23	keine dokumentierten Fließrichtungswechsel
Ueckermünde	Uecker	Oder	23	Datenreihe endet nach dem 13.09.2012
Wehrland	Brebobach	Warnow/Peene	14	keine dokumentierten Fließrichtungswechsel
Weißenhaus	Oldenburger Graben	Schlei/Trave bzw. Ostsee	19	Pegel an Siedanlage, relevante anthropogene Beeinflussung