

Indikator-Factsheet: Höhe von Sturmfluten

Verfasser*innen:	Vorherige Version: Ecologic Institut (Jenny Tröltzsch, Evelyn Lukat) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106 Neue Version: Bundesanstalt für Gewässerkunde (Dr. Hartmut Hein)	
Mitwirkung	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie BSH, M 2 Meeresphysik und Klima (Dr. Kerstin Jochumsen) Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), M1 - Hydrologische Grundsatzangelegenheiten, Hydrometrie und Gewässerphysik (Dr. Hartmut Hein, Dr. Peer Helmke)	
Letzte Aktualisierung:	21.10.2014	Ecologic Institut (Jenny Tröltzsch, Evelyn Lukat)
	28.07.2018	Bundesanstalt für Gewässerkunde (Dr. Hartmut Hein): Grundlegende Überarbeitung und Fortschreibung, Änderung der Datengrundlage
	09.01.2018	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Kleinere redaktionelle Anpassungen
	02.02.2021	UBA I 1.6 (Petra van Rūth): Änderung der Fachbegleitung nach Mitteilung von BMVI WS24
	12.08.2022	Bosch & Partner GmbH (Stefan von Andrian-Werbung): Verschiebung ins Handlungsfeld Küsten und Meeresschutz, Anpassung der Nummerierung, kleine formale und redaktionelle Anpassungen, Aktualisierung von Links
	28.03.2022	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): In Abstimmung mit BfG, Referat M1, Änderung der Einheit in cm bezogen auf Höhen über Normalhöhen-Null (NHN) im DHHN 2016 (vorher PNP), da diese Einheit gegenüber Änderungen der Pegelhöhe robust ist
	17.04.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Änderung des Indikatortitels (vormals Intensität von Sturmfluten)
	06.11.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Aktualisierung der Links
Nächste Fortschreibung:	05.05.2023	Das jährlich höchste Tidehochwasser an Pegeln der Nordsee wird als Indikator für nur bedingt geeignet gesehen, um abzuschätzen, ob die Höhe der Sturmfluten zunimmt. Sturmfluten sind nicht gleich verteilt: In manchen Jahren treten mehrere hohe Sturmfluten auf und in anderen nur niedrige. Durch die Vernachlässigung beispielsweise der zweit- und dritthöchsten Sturmflut in den Jahren mit mehreren hohen Sturmfluten wird ein möglicherweise positiver Trend möglicherweise später entdeckt. Besser wäre es alle Tidehochwasser, die als Sturmflut klassifiziert wurden zu berücksichtigen. Einer vergleichbaren Anforderung wurden im Handlungsfeld „Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft“ mit der Neuaufnahme des Indikators WW-I-5 „Spitzenabflüsse in Fließgewässern“ gefolgt. Für diesen Indikator wurde eine Kategorisierung der Hochwasserereignisse vorgenommen. An der Ostseeküste sollte geprüft werden, ob zum HW-Wert auch die Gesamt-Dauer mit betrachtet werden kann. Es sollte auch kritisch reflektiert werden, ob das 19-jährige Mittel auch für die Ostsee sinnvoll ist.

		Ferner sollte geprüft werden, ob Koserow anstelle von Sassnitz benutzt werden sollte (bei den Wiederkehrintervallen zeigt Sassnitz die kleinsten Werte der Außenküste (z. B bei 2-jähriger Wiederkehr nur 99 cm, also sogar unter Sturmflutniveau).
--	--	---

I Beschreibung

Interne Nr. KM-I-3	Titel: Höhe von Sturmfluten
Einheit: <u>Teil A:</u> cm bezogen auf NHN im DHHN 2016 <u>Teil B:</u> cm bezogen auf NHN im DHHN 2016	Kurzbeschreibung des Indikators: <u>Teil A:</u> Mittleres jährliches Höchstes (Tide)hochwasser (HThw) an ausgewählten Einzelpegeln der Nordsee tiefpassgefiltert mittels SSA mit einem Zeitfenster von 19 Jahren; entspricht in etwa einer gleitenden Mittelbildung über 19 Jahre <u>Teil B:</u> Mittleres jährliches Höchstes Hochwasser an ausgewählten Einzelpegeln der Ostsee tiefpassgefiltert mittels SSA mit einem Zeitfenster von 19 Jahren; entspricht in etwa einer gleitenden Mittelbildung über 19 Jahre Berechnungsvorschrift: Direkte Übernahme der Daten von der BfG Es werden folgende Pegel herangezogen: • für die Nordsee: Borkum Fischerbalje, Cuxhaven Steubenhöft, Wittdün • für die Ostsee: Kiel, Travemünde, Sassnitz In der Zeitreihenanalyse ist die singuläre Spektralanalyse (SSA) eine nichtparametrische spektrale Schätzmethode. Das Verfahren kombiniert Elemente der klassischen Zeitreihenanalyse, multivariate Statistik, multivariate Geometrie, dynamische Systeme und Signalverarbeitung. Die Werte sind bezogen auf das NHN im DHHN 2016. Für methodische Details der BfG-Berechnung s. Hein et al. 2014
Interpretation des Indikatorwerts:	<u>Teil A:</u> Je höher der Indikatorwert, desto höher sind die höchsten Tidehochwasserstände an den betrachteten Pegeln der Nordsee. <u>Teil B:</u> Je höher der Indikatorwert, desto höher sind die höchsten Hochwasserstände an den betrachteten Pegeln der Ostsee.

II Einordnung

Handlungsfeld:	Küsten- und Meeresschutz
Themenfeld:	Meeresspiegel und Meeresströmungen
Thematischer Teilaspekt:	Veränderung der Strömungsverhältnisse, der Gezeitendynamik und des Sturmflutgeschehens
DPSIR:	Impact

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:	keine
---	-------

Begründung:	Höher auflaufende Sturmfluten führen im Allgemeinen zu Schäden an küstennahen Gebäuden und Infrastrukturen. Vor allem an der Nordsee führten große Sturmfluten in der Vergangenheit auch zu großen wirtschaftlichen Schäden. Sturmfluten werden seit fast 2000 Jahren an den deutschen Küsten dokumentiert. Schon 1219 sorgte die sogenannte „Grote Mandränke“ an der Nordseeküste für etwa 36.000 Todesopfer. Die Sturmflut vom 16. Februar 1962, die für die gesamte deutsche Bucht und insbesondere in Hamburg spürbar war, hat sich vielen Menschen eingeprägt. Nach der großen Nordfrieslandflut im November 1981 kam es zu umfangreichen Schäden vor allem an den durch Dünen und nicht durch Deiche gesicherten Nordseeinseln. Der Orkan Anatol im Dezember 1999 erreichte Sturmspitzen von bis zu 200 Stundenkilometern und führte kurzfristig zu einem sehr hohen Anstieg der Pegelstände im gesamten Nordseegebiet. Im Dezember 2013 war das gesamte Nordseegebiet von Orkan Xaver und einer sehr schweren Sturmflut betroffen. Die Deiche am Festland hielten den Wassermassen stand, aber an den ost- und westfriesischen Inseln kam es zu starken Dünenabbrüchen. Die Höhe der Sturmfluten wird beschrieben mit dem höchsten Tidehochwasser (HTHW) bzw. höchsten Hochwasser (HW) im Jahr. Für die Indikatordarstellung wurden aussagekräftige Einzelpegel ausgewählt, die nicht zu stark durch Veränderungen in den letzten Jahren beeinflusst wurden bzw. nicht sehr stark durch lokale Gegebenheiten geprägt sind. Des Weiteren wurde eine regionale Verteilung der Pegel zwischen Nord- und Ostsee, aber auch an der jeweiligen Küste angestrebt. Die ausgewählten Pegel befinden sich jeweils in unterschiedlichen Bundesländern.
Einschränkungen:	Die Darstellung stützt sich nur auf Einzelpegel, die natürlich durch lokale Rahmenbedingungen geprägt sind. Der Indikator bildet nur eine Zustandsvariable ab, die direkten Folgen wie gefährdete Überflutungsgebiete oder erwartete Schäden durch Sturmfluten sind sehr stark von den lokalen Gegebenheiten abhängig. Für solche Abschätzungen fehlt zurzeit aber noch die Datenbasis.
Rechtsgrundlagen, Strategien:	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS)
In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen	DAS: Kap. 3.2.3: Häufigkeit und Höhe von Sturmfluten könnten zunehmen. Kap. 3.2.14: An der Küste und auf den Inseln sind die raumordnerischen Voraussetzungen zu schaffen, um den Schutz gegen zunehmende Sturmflut- und Hochwasserrisiken auch zukünftig nach Möglichkeit zu gewährleisten.
Ziele:	DAS, Kap. 3.2.14: An der Küste und auf den Inseln sind die raumordnerischen Voraussetzungen zu schaffen, um den Schutz gegen zunehmende Sturmflut- und Hochwasserrisiken auch zukünftig nach Möglichkeit zu gewährleisten.
Berichtspflichten:	keine

IV Technische Informationen

Datenquelle:	Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG): Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG): Pegeldatenbank der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV): Haupttabelle Tidehochwasserstände gesamt, Haupttabelle Wasserstände ausgewählter Einzelpegel an der Ostsee	
Räumliche Auflösung:	Punktdaten	NUTS: Nicht relevant
Geographische Abdeckung:	Nord- und Ostsee anhand von drei Einzelpegeln an der Nordsee (Borkum, Cuxhaven, Wittdün) und drei Einzelpegeln an der Ostsee (Kiel, Travemünde, Sassnitz)	

Zeitliche Auflösung:	jährlich, Cuxhaven (Nordsee) seit 1843 Travemünde (Ostsee) seit 1853 Kiel (Ostsee) seit 1901 Wittdün (Nordsee) seit 1936 Sassnitz (Ostsee) seit 1953 Borkum (Nordsee) seit 1963
Beschränkungen:	keine
Verweis auf Daten-Factsheet:	KM-I-3_Daten_Hoehe_Sturmfluten.xlsx

V Zusatz-Informationen

Glossar:	Höchstes Tidehochwasser (HTHW): Höchster Wert des Tidehochwassers eines bestimmten Zeitraums Höchstes Hochwasser (HW): Höchstes Hochwasser in einem bestimmtem Zeitraum SSA: Die singuläre Spektralanalyse (SSA) ist in der Zeitreihenanalyse eine nichtparametrische spektrale Schätzmethode. Das Verfahren kombiniert Elemente der klassischen Zeitreihenanalyse, multivariate Statistik, multivariate Geometrie, dynamische Systeme und Signalverarbeitung.
Weiterführende Informationen:	EEA – European Environment Agency 2008: Impact of Europe's changing climate - 2008 indicator based assessment. EEA Report No. 4, Kopenhagen, 246 S. EEA 2012: Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 – An indicator based report. EEA Report No. 12, Kopenhagen, 300 S. Hawkes P, Paul G., Moser H., Arntsen Ø, Gautres P., Mai S., White K. 2010: Waterborne transport, ports and navigation: climate change drivers, impacts and mitigation. In proceedings PIANC MMX Congress Liverpool UK 2010, 17 S. Hein H, Mai S., Barjenbruch U. 2014: Klimabedingt veränderte Tidekennwerte und Seegangsstatistik in den Küstengewässern. BfG, Koblenz. doi.bafg.de/KLIWAS/2014/Kliwas_33_2014_2.03.pdf Hein H., Mai S., Barjenbruch U. 2011: Coastal long term processes, tidal characteristics and climate change, 5th International Short Conference on Applied Coastal Research, Aachen, Conference Proceedings. Hein H., Jennings S., Schüttrumpf H. 2011: Statistisch-Probabilistische Analyse von Pegelstandsmessungen im Tidebereich, Hydrobrief 54, September 2011. Norddeutsches Klimabüro, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH o.J.: Nordseesturmfluten im Klimawandel. Geesthacht, 7 S. Neumann T. 2010: Climate-change effects on the Baltic Sea ecosystem: A model study, Journal of Marine Systems, 81 (3): 213-224. Sztobryn M., Stigge H.-J., Wielbińska D., Weidig B., Stanisławczyk I., Kańska A., Krzysztofik K., Kowalska B., Letkiewicz B., Mykit M. 2005: Sturmfluten in der südlichen Ostsee (westlicher und mittlerer Teil). Berichte des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie Nr. 39 / 2005. Rostock, 74 S. www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/_Anlagen/Downloads/Meer_und_Umwelt/Berichte-des-BSH/Berichte-des-BSH_39_de.html UBA – Umweltbundesamt 2009: Klimawandel und marine Ökosysteme. Meeresschutz ist Klimaschutz. Dessau-Roßlau. 62 S. www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimawandel-marine-oekosysteme

	von Storch H. & Woth K. 2008: Storm surges, perspectives and options, Sustainability Science 3: 33-44. doi: 10.1007/s11625-008-0044-2.
--	--

VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

Aufwands-schätzung:	Daten-beschaffung:	1	nur eine datenhaltende Institution
	Daten-verarbeitung:	1	einfache Datenübernahme ohne weitere Datenaufbereitung
	<u>Erläuterung:</u> Die Indikatorwerte werden durch die BfG bereitgestellt. Die Daten werden durch die verschiedenen pegelbetreibenden Wasser- und Schifffahrtsämter erfasst und geprüft, aber zentral durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) bereitgestellt. Die Aufbereitung der Daten ist in geringem Umfang notwendig. Eine zusätzliche Prüfung der Daten ist notwendig. Die Berechnung ist mit nur wenig Aufwand möglich. Die Übernahme der von der BfG gelieferten Indikatorwerte in das DAS-Indikatorensystem ist nicht mit einem nennenswerten Zusatzaufwand verbunden. Für die Übernahme der jeweils aktuellen Daten in das Daten-Factsheet ist ca. 1 Stunde zu kalkulieren.		
Datenkosten:	keine		
Zuständigkeit:	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) (Federal Maritime and Hydrographic Agency)		
	<u>Erläuterung:</u> Im BfG Projekt KLIWAS 2.03 wurden Methodiken für gemittelte Werte über verschiedene Pegel erarbeitet und Trends für einzelne Pegel und Gebiete berechnet. Eine Verwendung der Verfahren aus KLIWAS für die Übernahme in das DAS-Indikatorensystem ist derzeit nur bedingt möglich.		

VII Darstellungsvorschlag

