

### I-WW-4: Niedrigwasser der Elbe

I Indikationsidee		
Indikator	Infolge des Klimawandels kann das Risiko steigen, dass Trockenperioden häufiger und länger auftreten. Damit erhöht sich auch das Risiko von Niedrigwasserereignissen. An der Elbe haben diese weitreichende Auswirkungen auf das Gewässerökosystem und die Gewässernutzungen. Vor allem der Betrieb des Hamburger Hafens kann dadurch beeinträchtigt werden.	
II Basisinformationen		
Interne Nummer	I-WW-4	
Titel	Niedrigwasser der Elbe	
Verfasser/in	Bosch & Partner GmbH / Konstanze Schönthaler	
Ansprechperson	BUKEA, Stabsstelle Klimafolgenanpassung für das Klimafolgen-Monitoring: Dr. Andreas Gravert (stabsstelleklimafolgenanpassung@bukea.hamburg.de)  Hamburg Port Authority AöR, Hydrologische Beratung, WI 221-2 für Daten und Indikator: Ulrich Ferk (ulrich.ferk@hpa.hamburg.de)	
Letzte Aktualisierung	29.09.2022, Bosch & Partner / Konstanze Schönthaler: Erstentwurf 25.10.2022, Bosch & Partner / Konstanze Schönthaler: Einarbeitung redaktioneller Anmerkungen der HPA 03.01.2023, Bosch & Partner / Konstanze Schönthaler: Einarbeitung redaktioneller Anmerkungen der BUKEA SKR in Abstimmung mit der HPA	
Nächste Fortschreibung	derzeit nicht vorgesehen	
III Einordnung		
Handlungsfeld	Wasserwirtschaft und Binnenhochwasserschutz	
Kategorie	Impact II (beobachtbare Klimawandelfolge)	
Klimaparameter	S-NI-4 Jahresniederschlag S-NI-5 Jahreszeitlicher Niederschlag S-TP-6 Trockenperioden S-TP-2 Jahreszeitliche Temperatur	
IV Berechnung		
Kurzbeschreibung des Indikators [Einheit]	<b>Indikator Teil 1</b>	Niedrigwassertage der Elbe am Pegel Neu Darchau im Winter des Wasserhaushaltsjahres (01.10. des Vorjahres bis 31.3.) [Anzahl]
	<b>Indikator Teil 2</b>	Niedrigwassertage der Elbe am Pegel Neu Darchau im Sommer des Wasserhaushaltsjahres (01.04. bis 30.09.) [Anzahl]
Berechnungsvorschrift	<b>Indikator Teil 1</b>	<u>1. Schritt:</u> Berechnung des MNQ für den Winter des Wasserhaushaltsjahres für den Pegel Neu Darchau  $MNQ_{WHWinter1961-1990}$ = Mittel der jeweils niedrigsten im Winter des Wasserhaushaltsjahres der Periode 1961-1990 aufgetretenen Tagesabflusswerte am Pegel Neu Darchau

		<p>Winter des Wasserhaushaltsjahres (MNQWHWinter): 1. Oktober – 31. März des Folgejahres</p> <p><u>2. Schritt:</u> Berechnung der Anzahl der Niedrigwassertage im Winter des Wasserhaushaltsjahres (sumDWHWinter)</p> <p>sumDWHWinter = Anzahl der Tage im Winter des Wasserhaushaltsjahres, an denen der Tagesabflusswert den MNQWHWinter1961-1990 (aus Schritt 1) unterschreitet</p> <p>Niedrigwassertage sind Tage, für die gilt: Mittlerer Tagesabfluss – MNQ &lt; 0</p>
	<p><b>Indikator Teil 2</b></p>	<p><u>1. Schritt:</u> Berechnung des MNQ für den Sommer des Wasserhaushaltsjahres für den Pegel Neu Darchau</p> <p>MNQWHSommer1961-1990 = Mittel der jeweils niedrigsten im Sommer des Wasserhaushaltsjahres der Periode 1961-1990 aufgetretenen Tagesabflusswerte am Pegel Neu Darchau</p> <p>Sommer des Wasserhaushaltsjahres (MNQWHSommer): 1. April – 30. September</p> <p><u>2. Schritt:</u> Berechnung der Anzahl der Niedrigwassertage im Sommer des Wasserhaushaltsjahres (sumDWSommer)</p> <p>sumDWSommer = Anzahl der Tage im Winter des Wasserhaushaltsjahres, an denen der Tagesabflusswert den MNQWHSommer1961-1990 (aus Schritt 1) unterschreitet</p> <p>Niedrigwassertage sind Tage, für die gilt: Mittlerer Tagesabfluss – MNQ &lt; 0</p>

### V Begründung und Hintergrund

<p>Begründung</p>	<p>Niedrigwasserereignisse gehören zum natürlichen Abflussgeschehen. Üblicherweise kommt es in alpin geprägten Einzugsgebieten im Winter aufgrund der Speicherung der Niederschläge in Form von Schnee zu Niedrigwasserereignissen. In den von Mittelgebirgen geprägten Flussgebieten und bei den Flüssen des Tief- und Flachlandes treten Niedrigwasser hingegen vor allem im Sommer und Frühherbst auf.</p> <p>Länger anhaltende meteorologische Trockenzeiten (mit Niederschlagsmangel und hoher potenzieller Verdunstung) verschärfen die jahreszeitlich bedingten Niedrigwasser. Der Klimawandel kann über höhere Temperaturen sowie über eine Veränderung der mittleren Niederschläge ebenso wie über jahreszeitliche Verschiebungen von Niederschlägen und durch das vermehrte Auftreten extremer, lang anhaltender meteorologischer Trockenperioden (s. Indikator S-NI-6) das zeitliche Auftreten, die Dauer und den Schweregrad von Niedrigwasserereignissen beeinflussen.</p> <p>Niedrigwasserereignisse beeinträchtigen die Gewässerqualität. Sie führen zu verringerten Fließgeschwindigkeiten und stärkerer Wassererwärmung. Die Wassertemperatur beeinflusst die grundlegenden physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse im Gewässer: Höhere Wassertemperatur führt zu einer Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit chemischer und biochemischer Prozesse, einer Erhöhung der Wachstumsgeschwindigkeit, einer Zunahme der Aktivität der Organismen und des Stoffumsatzes sowie zu einer Abnahme der Löslichkeit von Gasen, vor allem auch von Sauerstoff, im Wasser. Mit erhöhtem Biomassewachstum kommt es gleichzeitig zu vermehrter Sauerstoffzehrung. Längere Niedrigwasserperioden haben nicht selten Fischsterben zur Folge.</p> <p>Auch für verschiedene Gewässernutzungen spielen ein ausreichender Abfluss bzw. eine ausreichende Wasserverfügbarkeit eine bedeutende Rolle: Das Einleiten von Abwasser stellt bei geringen Abflüssen und einer damit verbundenen geringeren Verdünnung eine zusätzliche Belastung für die Gewässerqualität dar.</p>
-------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Zudem kann bei geringem Abfluss die Wasserentnahme zu Kühlzwecken oder zur Bewässerung gefährdet sein. Die Einleitung von gebrauchtem Kühlwasser aus Kraftwerken bedeutet aufgrund der zusätzlichen Aufwärmung des Gewässers eine weitere Belastung. In Folge von Niedrigwasserereignissen kann die Kühlwassernutzung daher zur Einhaltung wasserrechtlicher Auflagen begrenzt werden, sodass die Kühlwasseranlagen gedrosselt werden müssen. Für die Tideelbe zwischen Geesthacht und Cuxhaven wurde – anlässlich verschiedener Planungen von Kraftwerksbauten (u. a. „Kohlekraftwerk Moorburg“) – von Hamburg, Niedersachsen und Schleswig-Holstein ein länderübergreifender Wärmelastplan beschlossen, der seit 2009 in Kraft gesetzt ist. Er regelt die maximale Auslaufmenge von Kühlwasser und die maximale Einleit-Temperatur durch die Kraftwerke und Industriebetriebe. Systematische Datenaufzeichnungen zu den Einschränkungen von Wärmeeinleitungen sind nicht verfügbar.


Die Binnenschifffahrt ist eine weitere Gewässernutzung, die durch Niedrigwasser beeinträchtigt werden kann. Für die Wasserstraßen sind spezifische Wasserstände definiert, bei deren Erreichung oder Unterschreitung ein Befahren der jeweiligen Wasserstraße nur noch mit beschränkter Abladung möglich ist. Im Rahmen des Forschungsprogramms KLIWAS „Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland“ des (damaligen) BMVI wurde die zukünftige Klimaentwicklung unter anderem mit Blick auf den Abfluss und die Schifffahrt der Binnenwasserstraßen Rhein, Elbe und Donau untersucht. Für die Elbe ergab die Auswertung von Klimaprojektionsensembles zum Auftreten von Niedrigwassersituationen in der nahen Zukunft zunächst keine ausgeprägte Entwicklungsrichtung. Gegen Ende des Jahrhunderts überwiegen jedoch Projektionen mit häufigeren bzw. länger anhaltenden Niedrigwasserperioden (BMVI 2015: 24). Für den Hamburger Hafen ist die Schifffahrt der Elbe hoch relevant, da die Binnenwasserstraße neben den An- und Ablieferungen auf dem Schienenweg und über Lkw eine der zentralen Lieferverbindungen nach Mitteldeutschland und die östlichen Nachbarstaaten darstellt. Von Einschränkungen der Binnenschifffahrt ist nicht nur die Schifffahrt selbst, sondern sind auch all diejenigen Wirtschaftszweige betroffen, die auf den Gütertransport angewiesen sind.

Niedrigwasser kann zudem die Wassertiefenunterhaltung im Hamburger Hafen erschweren bzw. aufwändiger machen, weil die Trübungszone der Tideelbe bei anhaltend niedrigen Abflüssen der Mittel- und Unterelbe stromauf vorrückt und die Sedimentation begünstigt. Niedrige sommerliche Abflüsse können auch die Sauerstoffverhältnisse negativ beeinflussen. Bei Unterschreitung kritischer Sauerstoffgehalte können im Hafen aus Gewässerschutzgründen Sedimentumlagerungen nicht mehr stattfinden.

Für die den Hafen betreffenden wasserwirtschaftlichen Fragen ist der Pegel Neu Darchau der relevante Pegel, der kontinuierlich von der HPA (Hamburg Port Authority) beobachtet wird. Der Abfluss der Elbe ist ein hoch bedeutsamer Einflussfaktor für die Sauerstoffverhältnisse und die Sedimentation im Hafen.

Der Indikator stellt die Entwicklung der Niedrigwasserstagen getrennt für die Halbjahre des Wasserhaushaltsjahres dar. Das Wasserhaushaltsjahr beginnt im April und endet im März des Folgejahres. Im Gegensatz zu den anderen wasserwirtschaftlichen Indikatoren (wie I-WW-4 Mittlerer Abfluss der Elbe) wird dem Niedrigwasser-Indikator nicht das hydrologische Jahr zugrunde gelegt. Niedrigwasserperioden, die bis spät in den Herbst hineinreichen können, werden damit *einem* Jahr zugeordnet und nicht in zwei Jahre aufgeteilt. Niedrigwasser, die sich bis in den November oder gar Dezember hinein erstrecken, werden also für das gleiche Wasserhaushaltsjahr bilanziert, in dem die Niedrigwasserperiode begonnen hat. Bei Bezug auf das hydrologische Jahr, das am 1. November des jeweiligen Vorjahres beginnt, würden hingegen Niedrigwassertage im November und Dezember dem folgenden Jahr zugerechnet.

Die getrennte Abbildung der Niedrigwassertage für das Winter- und Sommerhalbjahr ermöglicht, eine mit den Veränderungen des jahreszeitlichen Niederschlags-

	<p>und Temperaturregimes einhergehende veränderte jahreszeitliche Verteilung der Niedrigwasserereignisse zu erkennen.</p> <p>Im Gegensatz zum Niedrigwasser ist Elbe-Hochwasser am Pegel Neu Darchau für den Hamburger Hafen von deutlich geringerer Relevanz. Hochwasser in diesem Elbeabschnitt bewirkt im Bereich von Unterelbe und Hamburger Hafen i. d. R. nur geringe Wasserstandserhöhungen von wenigen Dezimetern. Dies ist auf die Querschnitte der seeschiffstiefen Elbe im Hamburger Hafen zurückzuführen, die um ein Vielfaches größer sind als in der Mittelelbe. In der Oberen Tideelbe, dem Abschnitt zwischen der Bunthäuser Spitze und dem Wehr Geesthacht, sind die Gewässerquerschnitte hingegen vergleichsweise klein, sodass die Wasserstände in diesem Teil der Elbe bei Binnenhochwassern beträchtlich erhöht sein können. Grundsätzlich sind hohe Wasserstände durch Sturmfluten (s. Indikator I-KH-1 Intensität von Sturmfluten) für den Hamburger Hafen und die Tideelbe von sehr viel größerer Bedeutung als Binnenhochwasser der Elbe.</p>
Anwendungshinweise	Die Abflussverhältnisse am Pegel Neu Darchau sind von menschlichen Aktivitäten nicht unbeeinflusst. Zum Beispiel können Talsperrenbewirtschaftung und Wasserentnahmen im Oberlauf den Abfluss teilweise merklich beeinflussen. Dies ist zu berücksichtigen, wenn die Einflüsse des Klimawandels bewertet werden.
Schnittstellen	I-WW-3 Mittlerer Abfluss der Elbe
Referenzen auf andere Indikatorenssysteme	<p>Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS): WW-I-6 Niedrigwasser</p> <p>Monitoring zu Klimawandelfolgen in Baden-Württemberg: I-WH-4 Niedrigwasserabfluss</p> <p>Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring in NRW: 4.5 Hoch- und Niedrigwasser</p> <p>Klimafolgenmonitoring Sachsen: I-W1 Jahreszeitliche Auflösung der Abflüsse (hier: NM7Q an den Pegeln Berthelsdorf und Dresden)</p> <p>Klimafolgen-Indikatoren für Sachsen-Anhalt: Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss</p> <p>Klimawandelmonitoring Schleswig-Holstein: Niedrigwasser</p> <p>Klimafolgenmonitoring Thüringen: I-WW-4 Niedrigwasser</p>
Bezüge zu Maßnahmen	 <p><i>Im Zuge der Fertigstellung der Hamburger Anpassungsstrategie im Jahr 2023 wird dieses Feld ausgefüllt.</i></p>

## VI Definitionen und Referenzen

Glossar	<b>Wasserhaushaltsjahr</b>	Das Wasserhaushaltsjahr beginnt im April und endet im März des Folgejahres.
	<b>Hydrologisches Jahr</b>	Das hydrologische Jahr beginnt zum 1. November des jeweiligen Vorjahres und endet zum 31. Oktober des jeweiligen Jahres.
	<b>MNQ</b>	Das MNQ bezeichnet den mittleren Niedrigwasserabfluss der betrachteten Zeitspanne als arithmetische Mittel der niedrigsten Abflüsse (NQ) gleichartiger Zeitabschnitte für die Jahre des Betrachtungszeitraums innerhalb eines Einzugsgebiets (in l/s oder m <sup>3</sup> /s).
	<b>Niedrigwasser</b>	Eine umfassende Definition des Begriffs Niedrigwasser gibt es gegenwärtig nicht, vielmehr handelt es sich um einen Sammelbegriff für unterschiedliche Kenngrößen, die zur Charakterisierung unterdurchschnittlicher Abflüsse herangezogen werden können. Allgemein kann Niedrigwasser durch eine über mehrere Tage andauernde Abflusssituation unterhalb des jahreszeitlichen Mittelwerts beschrieben werden. Die speziellen Niedrigwasserkennwerte erlauben dann die Charakterisierung der Niedrigwasser unter Verwendung von Schwellenwerten,

die aus Abflüssen und Wasserständen abgeleitet werden und für einen betreffenden Fluss oder ein Flussgebiet von Relevanz für Wassernutzungen, stoffliche Belastungen etc. sind.

Referenzen,  
weiterführende  
Literatur

BfG – Bundesanstalt für Gewässerkunde, BMU – Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit: Informationsplattform Undine, Informationen zum aktuellen Wasserstand und Durchfluss an Elbepegeln. [Link: Website](#)

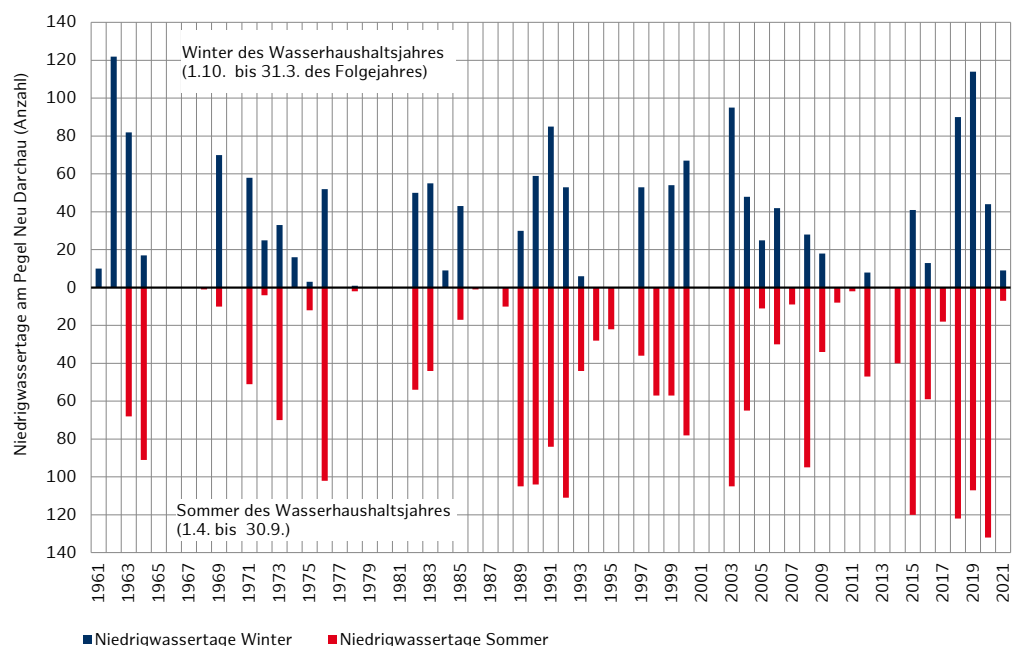
BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) 2015: KLI-WAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland. Abschlussbericht des BMVI – Fachliche Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen des Forschungsprogramms KLIWAS. Berlin, 112 S. [Link: Bericht](#)

### VII Technische Informationen

Datenquelle	<b>Indikator</b>	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Elbe: Pegelmessnetz
Räumliche Auflösung	<b>Indikator</b>	repräsentativ anhand des Pegels Neu Darchau
Zeitliche Auflösung	<b>Indikator</b>	jährlich, ab 1961

### VIII Visualisierung des Indikators

Indikator



Datenquelle: WSA Elbe (Pegelmessungen)

### I-WW-6: NIEDRIGWASSER DER ELBE