

Indikatoren-Factsheet: Hochwasser

Verfasser:	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3716 48 104 0	
Mitwirkung:	Bearbeitet in Zusammenarbeit mit der LAWA Kleingruppe Klimaindikatoren: Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Referat M2 Wasserhaushalt, Vorhersagen und Prognosen (Peter Krahe) Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), Dezernat W3 Hydrologie, Hochwasserschutz (Gerhard Brahmer)	
Letzte Aktualisierung:	16.07.2014	Ecologic Institut (Evelyn Lukat, Jenny Tröltzsch) Vorherige Indikator-Version im Rahmen von UBA FKZ 3711 41 106
	05.03.2019	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) Der ehemalige Indikator „Hochwasser“ wird durch diesen neuen Indikator ersetzt und nicht weitergeführt.
	17.04.2019	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) Einarbeitung der Hinweise aus der Ressortabstimmung
	16.12.2019	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) Einarbeitung kleiner redaktioneller Hinweise aus den LAWA-gremien
Nächste Fortschreibung:	ab sofort	Die Grenzen der Einzugsgebiete der Pegel konnten noch nicht vollständig von den Bundesländern geliefert werden. Sie werden in der Messstellenkarte (s. Anlage 1) nach Eingang der GIS-Daten ergänzt. Für NRW wird eine Ergänzung der Messstellenauswahl um den Pegel Feudingen / Lahn angeregt, der bereits als Teil des Klimafolgenmonitorings NRW erprobt ist. Dieser ist allerdings mit 25,4 km ² sehr klein und außerdem im bereits berücksichtigten Pegel-Einzugsgebiet Marburg enthalten. Für SN soll geprüft werden, ob der Pegel Adorf 1 aufgrund seines kleinen Einzugsgebiets (> 250 km ²) durch einen anderen Pegel ersetzt werden kann. Ggf. könnte ein Pegel aus dem östlichen Teil von Sachsen ausgewählt werden. Die Flussgebietseinheit Donau ist flächenmäßig mit den ausgewählten Pegeln und deren Einzugsgebiete unterrepräsentiert. Es muss geprüft werden, ob weitere Pegel ergänzt werden können.

I Beschreibung

Interne Nr. WW-I-3	Titel: Hochwasser
Einheit: Teil A: Anzahl	Kurzbeschreibung des Indikators: Teil A: Flächengemittelte Anzahl von Tagen über mittleren Hochwasserabflüssen im hydrologischen Winterhalbjahr in mesoskaligen Einzugsgebieten, differenziert für die großen Flussgebietseinheiten

<p><u>Teil B:</u> Anzahl</p> <p><u>Zusatz:</u> ohne Einheit</p>	<p><u>Teil B:</u> Flächengemittelte Anzahl von Tagen über mittleren Hochwasserabflüssen im hydrologischen Sommerhalbjahr in mesoskaligen Einzugsgebieten, differenziert für die großen Flussgebietseinheiten</p> <p><u>Zusatz:</u> Verhältnis von Tagen über mittleren Hochwasserabflüssen im hydrologischen Winterhalbjahr zu Tagen über mittleren Hochwasserabflüssen im gesamten hydrologischen Jahr</p>
<p>Berechnungsvorschrift:</p> <p><u>Hinweis:</u> Die datenliefernden Bundesländer stellen einen für jede Messstelle plausiblen Datensatz zur Verfügung mit dem das im Folgenden beschriebene Vorgehen störungsfrei durchgeführt werden kann.</p> <p><u>Schritt 1:</u></p> <p>Teil A: Berechnung der vieljährig gemittelten höchsten Tagesabflüsse je Pegel für das hydrologische Winterhalbjahr der Periode 1961-1990 $MHQ_{HyWinter} 1961-1990$ je Pegel = Mittel der jeweils höchsten im hydrologischen Winterhalbjahr der Periode 1961-1990 aufgetretenen Tagesabflusswerte je Pegel hydrologische Winterhalbjahr ($MHQ_{HyWinter}$): 1. November des Vorjahres – 30. April)</p> <p>Teil B: Berechnung der vieljährig gemittelten höchsten Tagesabflüsse je Pegel für das hydrologische Sommerhalbjahr der Periode 1961-1990 $MHQ_{HySommer} 1961-1990$ je Pegel = Mittel der jeweils höchsten im hydrologischen Sommerhalbjahr der Periode 1961-1990 aufgetretenen Tagesabflusswerte je Pegel hydrologische Sommerhalbjahr ($MHQ_{HySommer}$): 1. Mai – 31. Oktober</p> <p><u>2. Schritt:</u></p> <p>Teil A: Berechnung der Anzahl der Hochwassertage im hydrologischen Winterhalbjahr ($sumD_{HyWinter}$) je Pegel $sumD_{HyWinter}$ = Anzahl der Tage im hydrologischen Winterhalbjahr, an denen der Tagesabflusswert den $MHQ_{HyWinter}$ (1961-1990) des Pegels (aus Schritt 1) überschreitet</p> <p>Teil B: Berechnung der Anzahl der Hochwassertage im hydrologischen Sommerhalbjahr ($sumD_{HySommer}$) je Pegel $sumD_{HySommer}$ = Anzahl der Tage im hydrologischen Sommerhalbjahr, an denen der Tagesabflusswert den $MHQ_{HySommer}$ (1961-1990) des Pegels (aus Schritt 1) überschreitet</p> <p>Hochwassertage sind Tage, für die gilt: Mittlerer Tagesabfluss - $MHQ > 0$</p> <p><u>3. Schritt:</u></p> <p>Berechnung des flächengewichteten Mittels der Hochwassertage aller Pegel einer jeden Flussgebietseinheit bzw. der wie folgt zusammengefassten Flussgebietseinheiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flussgebietseinheit Donau • Flussgebietseinheit Rhein inkl. Maas • Flussgebietseinheit Weser und Ems • Flussgebietseinheit Elbe inkl. Oder • Flussgebietseinheit Eider inkl. Schlei/Trave, Warnow/Peene <p>Zur Pegelzuordnung zu den Flussgebietseinheiten s. Anlage 1</p> <p>Zu den Faktoren für die Flächengewichtung s. Anlage 1. Die Gewichtung erfolgt jeweils nach dem Anteil des oberirdischen Einzugsgebiets (AEo) des einzelnen Pegels an der gesamten durch die berücksichtigten Pegel repräsentier-</p>	

	<p>ten Fläche (also nicht nach der Gesamtfläche) der Flussgebietseinheit. Teil A: $\text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ für Donau} = \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ am Pegel Hundersingen} * 0,444 + \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ am Pegel Sonthofen} * 0,066 + \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ am Pegel Pfaffenhofen} * 0,086 + \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ am Pegel Mettendorf} * 0,051 + \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ am Pegel Böhmischesbruck} * 0,082 + \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ am Pegel Teisnach} * 0,106 + \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ am Pegel Weilheim} * 0,103 + \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ am Pegel Stein} * 0,062$ Hinweis: Die Zusammenfassung der kleinen Flussgebietseinheiten (bzw. der kleinen nationalen Anteile größerer Flussgebietseinheiten) hat insbesondere darstellerische Gründe. Aufgrund der flächengewichteten Verrechnung sind die Werte der kleinen Einheiten sehr gering. analog für alle anderen Flussgebietseinheiten und für Teil B <u>Zusatz:</u> 1. Schritt: Teil A: $\text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ für Donau flächengewichtet} = \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ für Donau (aus obigem Schritt 3)} * 0,087$ Analog für alle anderen Flussgebietseinheiten und für Teil B Zu den Faktoren für die Flächengewichtung s. Anlage 1. 2. Schritt: $\text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ Gesamtfläche} = \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ für Donau flächengewichtet} + \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ für Rhein / Maas flächengewichtet} + \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ für Weser / Ems flächengewichtet} + \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ für Elbe / Oder flächengewichtet} + \text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ für Eider / Schlei/Trave / Warnow/Peene}$ analog für das hydrologische Sommerhalbjahr 3. Schritt: Verhältnis $\text{HyWin zu HyJh} = \frac{\text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ Gesamtfläche}}{(\text{sumD}_{\text{HyWinter}} \text{ Gesamtfläche} + \text{sumD}_{\text{HySommer}} \text{ Gesamtfläche})}$</p>
<p>Interpretation des Indikatorwerts:</p>	<p>Teile A und B: Je höher der Indikatorwert, desto mehr Tage mit Hochwasser sind im jeweiligen hydrologischen Halbjahr in den Flussgebietseinheiten aufgetreten. <u>Zusatz:</u> Je höher der Indikatorwert, desto höher ist die Anzahl der Hochwassertage im Winterhalbjahr im Vergleich zu der im gesamten hydrologischen Jahr. Indikatorwerte größer als 0,5 bedeuten ein Überwiegen der winterlichen Hochwassertage, Werte unter 0,5 ein Überwiegen der sommerlichen Hochwassertage. Werte von 0,5 oder nahe 0,5 weisen auf über das Jahr gleichverteilte Anzahl der Hochwassertage hin.</p>

II Einordnung

Handlungsfeld:	Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz
Themenfeld:	Abflussverhältnisse
Thematischer Teilaspekt:	Häufung und Verstärkung von Hoch- und Niedrigwasser
DPSIR:	Impact

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indika-	Indikatorensystem zu Klimaentwicklung und Klimawandelfolgen der Europäischen Umweltagentur (EEA): CLIM 017 River floods
--------------------------------------	---

toerensysteme:	Klimafolgenmonitoring Baden-Württemberg: I-WH-2 Hochwasserabfluss Klimafolgenmonitoring Thüringen: I-WW-2 Hochwasser Klimafolgenmonitoring Sachsen: I-W1: Jahreszeitliche Auflösung der Abflüsse (hier: Hochwasserscheitelabflüsse am Pegel Dresden)
Begründung:	<p>Ursache-Wirkungszusammenhang: Hochwasserereignisse gehören zu den natürlichen Phänomenen und treten je nach Entstehungsursache jahreszeitlich und räumlich in unterschiedlicher Ausprägung auf. Im Sommer kommt es aufgrund sommerlicher Starkniederschlagsereignisse oft zu räumlich begrenzten Hochwasserereignissen in Bächen und kleineren Flüssen, während lang andauernde und großräumige Niederschlagsereignisse oft in Verbindung mit einer Schneeschmelze im Winter und im Frühjahr zu Hochwasser in den mittleren und größeren Flüssen führen. Der Klimawandel kann zu einer Veränderung der Häufigkeit und Intensität (Schwere) von Hochwasserereignissen führen, wenn sich sommerliche Starkniederschlagsereignisse intensivieren, oder die winterlichen Niederschläge zunehmen bzw. vermehrt als Regen und weniger als Schnee fallen. Bei den in den Wintermonaten häufig wassergesättigten Böden werden diese Niederschläge i. d. R. direkt abflusswirksam.</p> <p>Relevanz: Extreme Hochwässer können je nach Ort des Auftretens und der Nutzung ufernaher Bereiche zu gravierenden gesundheitlichen und wirtschaftlichen Schäden führen. In den vergangenen Jahrzehnten ist das Hochwasserrisiko gestiegen, da hochwassergefährdete Gebiete eine immer stärkere Nutzung erfahren haben. Zudem können sich die Verminderung von Retentionsräumen und die Flächenversiegelung verstärkend auf natürliche Hochwasserphänomene auswirken. Andererseits werden zunehmend technische Maßnahmen ergriffen (z. B. gesteuerte Polder, Hochwasser-Rückhaltebecken, Talsperren) mit denen der Hochwasserscheitel, also der höchste Pegelstand, der während eines Hochwassers erreicht wird, vermindert werden kann.</p> <p>Auswahl der Messstellen für das bundesweite Netz: Für den Indikator zu den Hochwassertagen werden Daten von den Ländern ausgewählter Messstellen ausgewertet. Die Auswahl der Messstellen erfolgte nach den folgenden Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Einzugsgebietsgrößen der Pegel bewegen sich in einer Größenordnung von 250 bis 2.500 km². • Die Pegel repräsentieren bestmöglich die hydrologische Situation im Land. • Die Pegel sollten möglichst wenig anthropogen beeinflusst sein (z. B. durch Wasserüberleitungen oder Stauhaltungen). • Die Pegel liefern Daten ab 1960 (sodass eine Auswertung mit Beginn des hydrologischen Jahres 1961 möglich ist). • Die künftige Fortsetzung der Datenerhebung an den Pegeln ist bestmöglich gesichert. <p>Auswertung der Daten: Der Indikator fokussiert mit der vorgenommenen Pegelauswahl auf die Einzugsgebiete mittlerer Größe. Er nimmt über die separate Auswertung nach den großen Flussgebietseinheiten eine gewisse Regionalisierung vor und ermöglicht so, auch unterschiedliche Entwicklungen in den Klimaregionen Deutschlands herauszuarbeiten.</p>
Schwächen:	Die Berechnung und Darstellung erlauben keine räumliche Differenzierung innerhalb der großen Flussgebietseinheiten. So kann sich das Hochwasserge-schehen auf einzelne Pegel konzentrieren, während andere innerhalb der Flussgebietseinheit nicht betroffen sind.

	<p>Mit den der Berechnung zugrunde gelegten mesoskaligen Einzugsgebieten lassen sich möglicherweise lokal auftretende sommerlicher Starkniederschlagsereignisse, die oft zu räumlich begrenzten Hochwasserereignissen in Bächen und kleineren Flüssen führen, nicht oder nur teilweise abbilden bzw. führen nicht zu einem ausgeprägten Signal.</p> <p>Ich fürchte, bei dieser Größe ist zwar die Wahrscheinlichkeit größer, dass ein Schauer-Ereignis im Gebiet stattfindet und erfasst wird größer als bei einem kleineren Gebiet, allerdings ist es vermutlich schon so groß, dass kein ausgeprägtes Signal entsteht.</p> <p>Die hinter den Teilstapeln zu den Flussgebieten liegenden Werte sind flächengewichtet bezogen auf das Bundesgebiet. Sie lassen sich nicht als Absolutwerte interpretieren (d. h. die Werte sind gegenüber den real aufgetretenen Hochwassertagen zu niedrig) (vgl. Anlage 2 mit Auswertung ohne Flächengewichtung).</p>
<p>Rechtsgrundlagen, Strategien:</p>	<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) • EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007) (HWRM-RL) • Handlungskonzept der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels vom 23.01.2013 (MKRO 2013), beschlossen von der Ministerkonferenz für Raumordnung am 06.02.2013
<p>In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen</p>	<p>DAS, Kapitel 3.2.11: Die Wasserstände in deutschen Flüssen variieren schon immer beträchtlich. Im Zuge des Klimawandels könnten diese Schwankungen zunehmen. Folgenabschätzungen von Klimaänderungen fokussieren sowohl auf längerfristige Veränderungen des Wasserdargebots (Mittelwerte) als auch auf eine Zunahme von Schwankungen (Variabilität und Extreme), die sich auf Wasserstände und Abflüsse und damit auf die Schiffbarkeit der Flüsse auswirken können.</p>
<p>Ziele:</p>	<p>DAS: Kap. 3.2.3: Unterstützung der Eigenvorsorge im Hochwasserschutz Kap. 3.2.14: In Flussgebieten Schutz gegen zunehmende Hochwasserrisiken durch Verstärkung von passiven Sicherungsmaßnahmen (insbesondere Freihaltung von Bebauung) als auch durch aktive Abflussregulierung sowie erhebliche Ausweitung der Retentionsflächen in regionaler und überregionaler Abstimmung.</p> <p>WHG, § 76 Abs. (2): Festsetzung von Überschwemmungsgebieten 1. innerhalb der Risikogebiete (oder der nach § 73 Absatz 5 Satz 2 Nummer 1 zugeordneten Gebiete) mindestens die Gebiete, in denen ein Hochwasserereignis statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten ist, und 2. die zur Hochwasserentlastung und Rückhaltung beanspruchten Gebiete. Die unter 1. genannten Gebiete sind bis zum 22. Dezember 2013 festzusetzen.</p> <p>EU-HWRM-RL: Art 7.1: Auf der Grundlage der Karten nach Artikel 6 erstellen die Mitgliedstaaten auf Ebene der Flussgebietseinheiten oder Bewirtschaftungseinheiten (nach Artikel 3 Absatz 2 Buchstabe b) für die Hochwasserrisikogebiete (nach Artikel 5 Absatz 1 sowie nach Artikel 13 Absatz 1 Buchstabe b) koordinierte Hochwasserrisikomanagementpläne (für die im Einklang mit den Absätzen 2 und 3 des vorliegenden Artikels).</p> <p>Art 7.3: Die Hochwasserrisikomanagementpläne umfassen Maßnahmen zur Erreichung der gemäß Absatz 2 festgelegten Ziele und beinhalten ferner die in</p>

	<p>Teil A des Anhangs beschriebenen Bestandteile. Die Hochwasserrisikomanagementpläne erfassen alle Aspekte des Hochwasserrisikomanagements, wobei der Schwerpunkt auf Vermeidung, Schutz und Vorsorge, einschließlich Hochwasservorhersagen und Frühwarnsystemen, liegt, und die besonderen Merkmale des betreffenden Einzugsgebietes bzw. Teileinzugsgebietes berücksichtigt werden. Die Unterstützung nachhaltiger Flächennutzungsmethoden, die Verbesserung des Wasserrückhalts und kontrollierte Überflutungen bestimmter Gebiete im Falle eines Hochwasserereignisses können ebenfalls in die Hochwasserrisikomanagementpläne einbezogen werden.</p> <p>Art. 7.5: Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass die Hochwasserrisikomanagementpläne bis zum 22. Dezember 2015 erstellt und veröffentlicht werden.</p> <p>Art. 14: (1) Die vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos oder die Bewertung und Beschlüsse nach Artikel 13 Absatz 1 werden bis zum 22. Dezember 2018 und danach alle sechs Jahre überprüft und erforderlichenfalls aktualisiert. (2) Die Hochwassergefahrenkarten und die Hochwasserrisikokarten werden bis zum 22. Dezember 2019 und danach alle sechs Jahre überprüft und erforderlichenfalls aktualisiert. (3) Der bzw. die Hochwasserrisikomanagementpläne, einschließlich der in Teil B des Anhangs beschriebenen Bestandteile, werden bis zum 22. Dezember 2021 und danach alle sechs Jahre überprüft und erforderlichenfalls aktualisiert.</p> <p>MKRO 2013, Kap. 3.1: Das Handlungskonzept identifiziert folgende Handlungsbedarfe: Sicherung vorhandener Überschwemmungsbereiche als Retentionsraum, Rückgewinnung von Überschwemmungsbereichen als Retentionsraum, Risikovorsorge in potenziellen Überflutungsbereichen, Verbesserung des Wasserrückhaltes in der Fläche der Einzugsgebiete der Flüsse, Sicherung potentieller Standorte für Hochwasserschutzmaßnahmen.</p>
Berichtspflichten:	keine

IV Technische Informationen

Datenquelle:	Abflusspegel der Länder: Messungen zum Abfluss (mittlere Tagesabflüsse) (s. Anlage 1)	
Räumliche Auflösung:	flächenhaft	Flussgebietseinheiten
Geographische Abdeckung:	<p>Flussgebietseinheiten Deutschlands, zur besseren Ablesbarkeit der Grafik werden die Pegel der Maas der Flussgebietseinheit Rhein und die der Oder der Flussgebietseinheit Elbe zugeordnet. Die Flussgebietseinheiten Weser und Ems werden zusammen betrachtet, ebenso wie die Einheiten Eider, Schlei/Trave und Warnow/Peene als „Flussgebietseinheiten im Einzugsgebiet Ostsee“.</p> <p>Alle Flussgebietseinheiten Deutschlands sind durch Pegel repräsentiert, insgesamt 79 Pegel (der Pegel Dobbrun in Sachsen-Anhalt kann für diesen Indikator nicht genutzt werden).</p> <p>Alle Bundesländer (außer dem Saarland sowie den Stadtstaaten Hamburg, Berlin und Bremen) sind repräsentiert, für das Saarland konnten kein Pegel gefunden werden, die den vorgegebenen Kriterien entsprechen.</p>	
Zeitliche Auflösung:	jährlich, ab 1961	
Beschränkungen:	keine	
Verweis auf Daten-Factsheet:	WW-I-3_Daten_Hochwasser.xlsx	

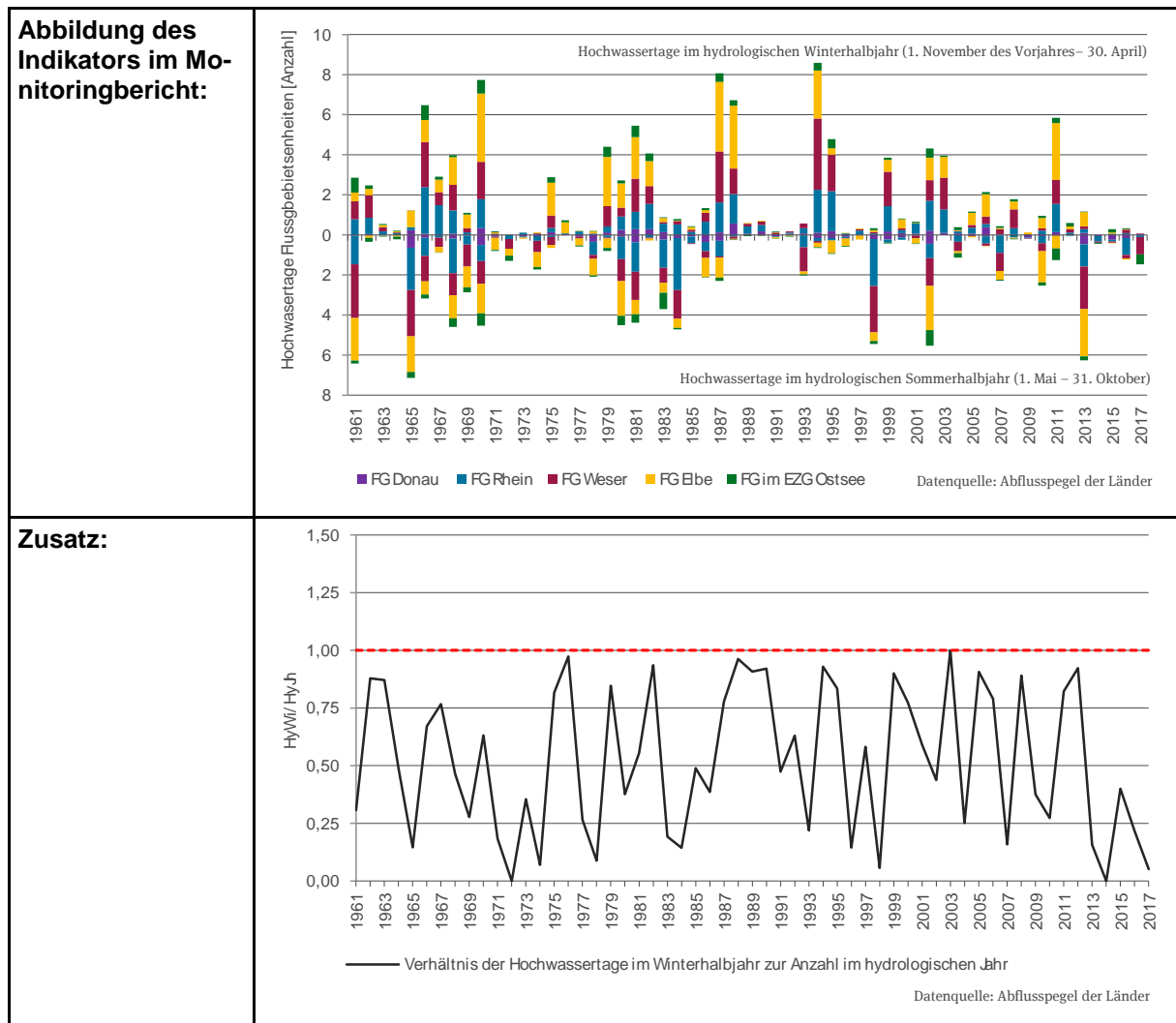
V Zusatz-Informationen

<p>Glossar:</p>	<p>Hochwasser: Gemäß DIN 4049 ist Hochwasser der „Zustand in einem oberirdischen Gewässer, bei dem der Wasserstand oder der Durchfluss einen bestimmten Wert (Schwellenwert) erreicht oder überschritten hat“. In der Regel haben die Schwellenwerte Bedeutung im Hinblick auf das einem Hochwasser anhaftende Schadenspotenzial. Dieses wird bestimmt durch a) Scheitelhöhe, Dauer und Abflussvolumen, b) Topographie und Nutzung sowie c) die Jahreszeit, in der das Ereignis eintritt (Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN (1994): DIN 4049-3, Hydrologie Teil 3: Begriffe der quantitativen Hydrologie).</p> <p>Gemäß § 72 WHG ist Hochwasser eine zeitlich beschränkte Überschwemmung von normalerweise nicht mit Wasser bedecktem Land, insbesondere durch oberirdische Gewässer oder durch in Küstengebiete eindringendes Meerwasser. Davon ausgenommen sind Überschwemmungen aus Abwasseranlagen.</p> <p>MHQ: Mittlerer Hochwasserabfluss der betrachteten Zeitspanne als arithmetische Mittel der höchsten Abflüsse (HQ) gleichartiger Zeitabschnitte für die Jahre des Betrachtungszeitraums innerhalb eines Einzugsgebiets (in l/s oder m³/s)</p>
<p>Weiterführende Informationen:</p>	<p>Arbeitskreis KLIWA (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Deutscher Wetterdienst) (Hrsg.) 2002: Langzeitverhalten der Hochwasserabflüsse in Baden-Württemberg und Bayern. KLIWA-Projekt A 2.1.3: „Analyse zum Langzeitverhalten der Hochwasserabflüsse“. KLIWA-Berichte H. 2, Mannheim, 98 S.</p> <p>Arbeitskreis KLIWA (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Deutscher Wetterdienst) (Hrsg.) 2006: KLIWA-Projekt A 1.1.3 Langzeitverhalten der Starkniederschläge in Baden-Württemberg und Bayern „Trenduntersuchungen extremer Niederschlagsereignisse in Baden-Württemberg und Bayern“, KLIWA-Berichte H. 8, Offenbach, 93 S.</p> <p>Belz J.U., Brahmer G., Buiteveld H., Engel H., Grabher R., Hodel H., Krahe P., Lammersen R., Larina M., Mendel H.-G., Meuser A., Müller G., Plonka B., Pfister L., van Vuuren W. 2007: Das Abflussregime des Rheins und seiner Nebenflüsse im 20. Jahrhundert. Analyse, Veränderungen und Trends. CHR-Reports I-22, Lelystad, 377 S. www.chr-khr.org/en/publications</p> <p>Dyck S. & Peschke G. 1995 „Grundlagen der Hydrologie“, Berlin, 536 S.</p> <p>Plate E. J. & Merz B. (Hrsg.) 2001: Naturkatastrophen: Ursachen, Auswirkungen, Vorsorge. Schweizerbart, Stuttgart, 475 S.</p> <p>Görgen K., Beersma J., Buiteveld H., Brahmer G, Carambia M., de Keizer O., Krahe P., Nilson E., Lammersen R., Perrin C., Volken D. 2010: Assessment of Climate Change Impacts on Discharge in the Rhine River Basin: Results of the RheinBlick2050 project, International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin, Lelystad, 229 S. www.chr-khr.org/en/assessment-climate-change-impacts-discharge-river-rhine-basin-results-rheinblick2050-project</p> <p>Hennegriff W. & Kolokotronis V. 2007: Methodik zur Ableitung von Klimaänderungsfaktoren für Hochwasserkennwerte in Baden-Württemberg. Wasserwirtschaft H. 9: 31-35.</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>

VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

Aufwands-schätzung:	Daten-beschaffung:	3	Der Indikator basiert auf Länderdaten. Alle Länder (mit Ausnahme der drei Stadtstaaten) müssen Daten von ihren Messstellen zuliefern.
	Daten-verarbeitung:	3	Zur Darstellung des Indikators ist eine komplexere Datenaufbereitung und -verarbeitung notwendig.
	<u>Erläuterung:</u> Die Abfrage der Daten bei den Ländern und deren strukturierte Ablage nimmt etwa 16 Stunden in Anspruch (erfolgt aber gemeinsam für alle drei Indikatoren zum Abfluss). Die Auswertung der Daten kann auf der Grundlage der angelegten Daten-Factsheets erfolgen und nimmt ca. 8 Stunden in Anspruch.		
Datenkosten:	keine		
Zuständigkeit:	Koordinationsstelle mit Unterstützung der BfG		
	<u>Erläuterung:</u> keine		

VII Darstellungsvorschlag



VIII Anlagen

Anlage 1 – Lage der ausgewählten Pegelmessstellen und deren Zuordnung zu den großen Flussgebietseinheiten

Liste der Pegel (79):

Hinweis: Die in der rechten Spalte gelisteten Gewichtungsfaktoren für die einzelnen Pegel ergeben in der Summe den Wert 1,0. Sie ermitteln sich aus dem AEO-Anteil der einzelnen Pegel an der gesamten durch die ausgewählten Pegel repräsentierten Fläche der Flussgebietseinheit.

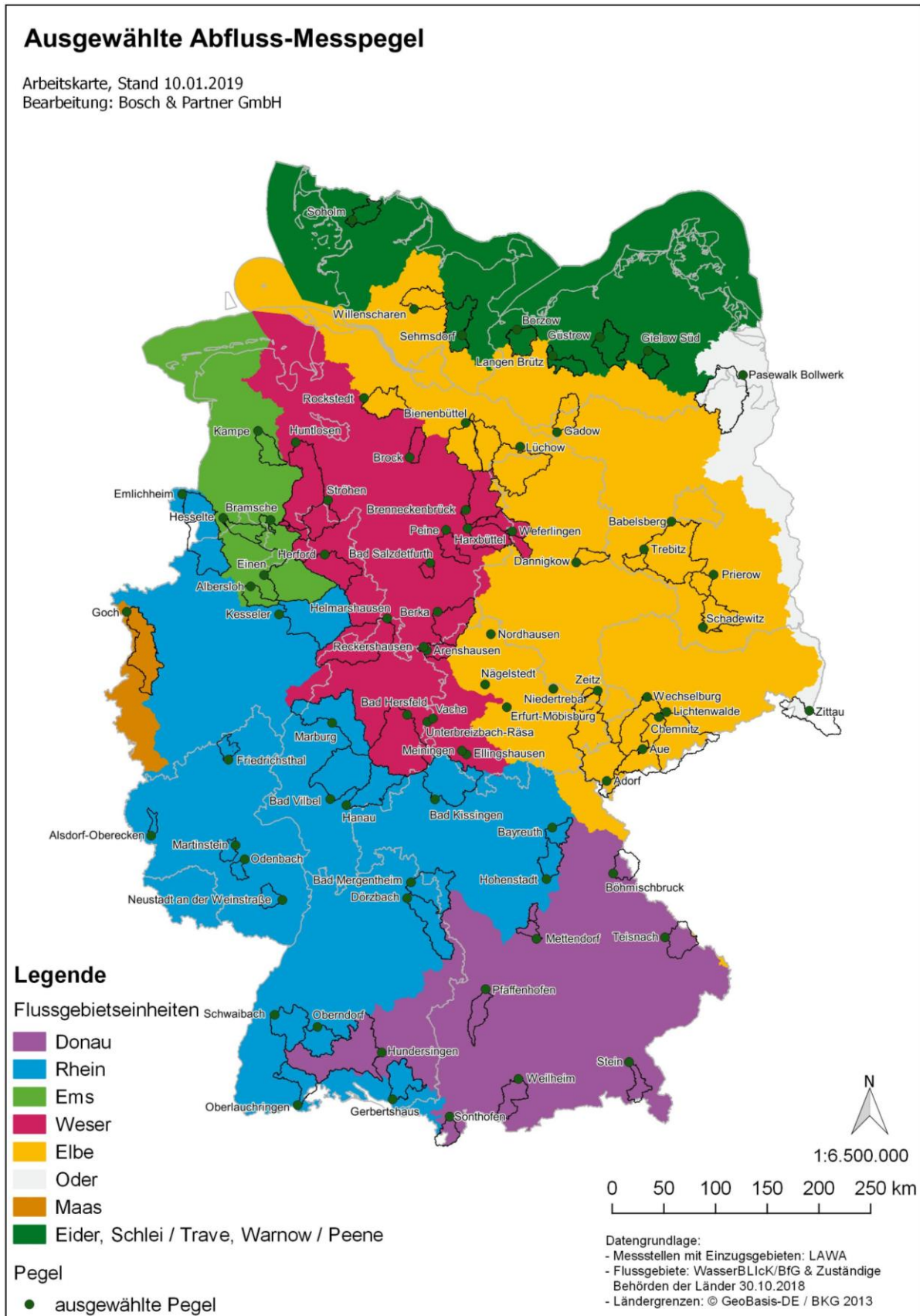
Die fett gedruckten Gewichtungsfaktoren entsprechen den Flächenanteilen der jeweiligen Flussgebietseinheiten an der gesamten Fläche.

Flussgebiets- einheit	Land	Fluss	Pegelname	Größe des Pegel- einzugsgebiets AEO (km ² gerundet)	Gewich- tungsfaktor
Donau über GIS ermit- telte Fläche: 56.190,18 km ²	BW	Donau	Hundersingen	2.621,32	0,444
	BY	Iller	Sonthofen	387,91	0,066
		Zusam	Pfaffenhofen	505,07	0,086
		Schwarzach	Mettendorf	303,73	0,051
		Pfreimd	Böhmischbruck	483,32	0,082
		Schwarzer Regen	Teisnach	626,63	0,106
		Ammer	Weilheim	607,39	0,103
		Traun	Stein	367,36	0,062
		durch Pegel repräsentierte Fläche:			5.902,73
Rhein über GIS ermit- telte Fläche: 105.201,32 km ²	BW	Tauber	Bad Mergentheim	1.017,00	0,050
		Wutach	Oberlauchringen	630,12	0,031
		Kinzig	Schwaibach	955,05	0,047
		Neckar	Oberndorf	690,48	0,034
		Jagst	Dörzbach	1.029,99	0,050
		Schussen	Gerbertshaus	782,21	0,038
		BY	Roter Main	Bayreuth	340,28
	Pegnitz		Hohenstadt	488,50	0,024
	Fränkische Saale		Bad Kissingen	1.576,22	0,077
	HE	Nidda	Bad Vilbel	1.619,30	0,079
		Kinzig	Hanau	919,88	0,045
		Lahn	Marburg	1.666,20	0,081
	NI	Vechte	Emlichheim	1.731,xx	0,085
	NRW	Lippe	Kesseler 3	2.002,97	0,098
	RP	Wied	Friedrichsthal	680,45	0,033
		Speyerbach	Neustadt a.d.W.	311,77	0,015
		Nahe	Martinstein 2	1.468,00	0,072
		Glan	Odenbach	1.088,00	0,053
		Nims	Alsdorf-Oberecken	263,81	0,013
	durch Pegel repräsentierte Fläche:			19.261,23	-
Maas über GIS ermit- telte Fläche: 3.966,11 km ²	NRW	Niers	Goch	1.203,21	0,059
	durch Pegel repräsentierte Fläche:			1.203,21	-
Rhein und Maas zusammen	durch Pegel repräsentierte Fläche:			20.464,44	0,301
Weser über GIS ermit- telte Fläche:	HE	Fulda	Bad Hersfeld	2.120,20	0,111
		Diemel	Helmarshausen	1.757,12	0,092
	NI	Lamme	Bad Salzdetfurth	127,xx	0,007
		Rhume	Berka R	895,xx	0,047

Flussgebiets- einheit	Land	Fluss	Pegelname	Größe des Pegel- einzugsgebiets AEO (km ² gerundet)	Gewich- tungsfaktor
48.902,70 km ²		Aller	Brenneckenbrück	1.638,xx	0,085
		Böhme	Brock	285,xx	0,015
		Schunter	Harxbüttel	592,xx	0,031
		Hunte	Huntlosen II	1.714,xx	0,089
		Fuhse	Peine	360,xx	0,019
		Leine	Reckershausen	321,xx	0,017
		Große Aue	Ströhen	584,xx	0,030
	NRW	Werre	Herford	871,09	0,045
	ST	Aller	Weferlingen	238,32	0,012
	TH	Leine	Arenshausen	275,00	0,014
		Hasel	Ellingshausen	327,00	0,017
		Ulster	Unterbreizbach-Räsa	399,00	0,021
		Werra	Vacha	2.246,00	0,117
Werra		Meiningen	1.170,00	0,061	
durch Pegel repräsentierte Fläche:				15.919,73	-
Ems über GIS ermit- telte Fläche: 17.330,37 km ²	NI	Hase	Bramsche	682,xx	0,036
		Speller Aa	Hesselte	370,xx	0,019
		Soeste	Kampe	408,xx	0,021
	NRW	Werse	Albersloh	321,58	0,017
		Ems	Einen	1.485,77	0,077
durch Pegel repräsentierte Fläche:				3.267,35	-
Weser und Ems zusammen	durch Pegel repräsentierte Fläche:			19.187,08	0,282
Elbe über GIS ermit- telte Fläche: 99.220,04 km ²	BB	Kleine Elster	Schadewitz	637,xx	0,033
		Plane	Trebitz	227,xx	0,012
		Nuthe	Babelsberg	1.787,xx	0,091
		Löcknitz	Gadow	464,xx	0,024
		Dahme	Prierow 2	399,xx	0,020
	NI	Ilmenau	Bienenbüttel	1.434,xx	0,073
		Jeetzel	Lüchow	1.300,xx	0,066
		Oste	Rockstedt	611,xx	0,031
	SH	Stör	Willenscharen	467,xx	0,024
	SN	Weißer Elster	Adorf 1	171,xx	0,009
		Zwickauer Mulde	Wechselburg 1	2.099,xx	0,107
		Schwarzwasser	Aue 1	363,xx	0,019
		Chemnitz	Chemnitz 1	402,xx	0,021
		Zschopau	Lichtenwalde 1	1.572,xx	0,080
	ST	Weißer Elster	Zeitz	2.485,65	0,127
		Ehle	Dannigkow	263,31	0,013
	TH	Zorge	Nordhausen	304,00	0,016
Ilm		Niedertrebra	894,30	0,046	
Unstrut		Nägelstedt	716,00	0,037	
Gera		Erfurt-Möbisburg	842,80	0,043	
durch Pegel repräsentierte Fläche:				17.439,06	-
Oder über GIS ermit- telte Fläche: 9.659,25 km ²	SN	Lausitzer Neiße	Zittau 1	695,xx	0,036
	MV	Uecker	Pasewalk Bollwerk	1.431,xx	0,073
	durch Pegel repräsentierte Fläche:				2.126,00
Elbe und Oder zusammen	durch Pegel repräsentierte Fläche:			19.565,06	0,288
Eider	SH	Soholmer Au	Soholm	352,xx	0,122
Schlei/Trave	MV	Stepenitz	Börzow	441,xx	0,153

Flussgebiets- einheit	Land	Fluss	Pegelname	Größe des Pegel- einzugsgebiets AEo (km ² gerundet)	Gewich- tungsfaktor
	SH	Trave	Sehmsdorf	722,xx	0,251
Warnow/Peene	MV	Warnow	Langen Brütz	352,xx	0,122
		Ostpeene	Gielow Süd	362,xx	0,126
		Nebel	Güstrow	645,xx	0,224
Eider, Schlei/ Trave und Warnow/Peene zusammen über GIS ermit- telte Fläche zusammen: 39.485,12 km ²			durch Pegel repräsentierte Fläche:	2.874,00	0,042
			gesamt durch Pegel repräsentierte Fläche:	67.993,31	1,0

Lage der Pegel in den Flussgebietseinheiten:



Anlage 2 – Ergänzende Auswertungen

Ergänzend zum Indikator, in dem die Werte für die einzelnen Flussgebietseinheiten bezogen auf das Bundesgebiet gewichtet abgebildet sind, werden nachstehend Grafiken präsentiert, die als Stapelsäulen (Variante 1) oder Linien (Variante 2) die ungewichteten Werte abbilden. Diese Darstellung hat den Vorteil, dass sich die in den einzelnen Flussgebietseinheiten aufgetretenen Hochwassertage in einer realistischen Dimension bewegen und so für das jeweilige Flussgebiet interpretiert werden können. In Form von Stapelsäulen über alle Flussgebietseinheiten aufsummiert (Variante 1) resultieren allerdings Anzahlen, die aufgrund der zeitlichen Parallelität der Ereignisse irreal große Größenordnungen erreichen.

Auffallend ist die hohe Zahl an Hochwassertagen an Pegeln, die in Flussgebieten im Einzugsgebiet der Ostsee liegen. Dies kann an dem überwiegend niedrigen Gefälle, der Abflussminderung durch Krautstau, der Retention durch Seen oder dem Rückstau der Küstenzuflüsse liegen. Diese Fragestellungen sollten im Hinblick auf zu erwartende häufigere Extremereignisse näher untersucht werden.

