

Indikator-Factsheet: Niedrigwasser

Verfasser*innen:	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): Neufassung des Indikators; der ehemalige Indikator „Niedrigwasser“ 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
	12.08.2022	Bosch & Partner GmbH (Stefan von Andrian-Werburg): Anpassung der Nummerierung, kleine formale und redaktionelle Anpassungen, Aktualisierung von Links
	25.10.2022	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Einarbeitung kleiner redaktioneller Anmerkungen aus der IMAA-Abstimmung
	30.11.2022	Bosch & Partner GmbH (Can Ölmez): Überarbeitung der Pegelauswahl: Austausch des Pegels Adorf 1 (SN) durch Bautzen 1 (SN) und Arenshausen (TH) durch Hellwege (NI), Ergänzung des Pegels Schmittlotheim (HE); Entfernen der Pegel Weferlingen, Ellingshausen, Meiningen, Aue und Chemnitz aufgrund überlappender Einzugsgebiete. Für NRW wurde eine Ergänzung des Pegels Feudingen / Lahn angeregt, der als Teil des Klimafolgenmonitorings NRW erprobt ist; dieser ist allerdings mit einem Einzugsgebiet von 25,4 km² sehr klein und im bereits berücksichtigten Pegel-Einzugsgebiet Marburg enthalten; Überarbeitung der Messstellenkarte; Durchführung von Fehlwertergänzungen
	06.11.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Aktualisierung der Links
Nächste Fortschreibung:	ab sofort	Die Flussgebietseinheit Donau ist flächenmäßig mit den ausgewählten Pegeln und deren Einzugsgebiete unterrepräsentiert. Aus Kapazitätsgründen im Bundesland BY ist eine Erweiterung der bisherigen Messstellen für den Monitoringbericht 2023 nicht möglich. In Zukunft muss geprüft werden, ob weitere Pegel ergänzt werden können. Aufgrund von Kapazitätsgründen in den datenliefernden Institutionen liegen teilweise (u. a. für NI) ungeprüfte Rohdaten und unvollständige Datenreihen vor. Geprüfte Daten müssen nachträglich ergänzt werden. Messlücken und Fehlwerte an den Stationen lassen sich aufgrund der hohen räumlichen Korrelation mit benachbarten Statio-

		nen ergänzen. In Abhängigkeit von der Anzahl der Fehlwerte und der betroffenen Stationen im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Stationen sollte hier eine einheitliche Methodik entwickelt werden um Fehlwerte zu kompensieren (siehe Anlage 3).
	für 2027	Analog zur Ergänzung des Indikators „Hochwasser“ (WW-I-4) um den Indikator „Spitzenabflüsse in Fließgewässern“ (WW-I-5) ist denkbar, auch den Indikator zu den Niedrigwassertagen um einen Indikator zur Intensität dieser Ereignisse zu ergänzen. In Niedersachsen gibt es derzeit Arbeiten zu einem solchen Indikator und Überlegungen zur Ermittlung und Abbildung von Volumendefiziten.

I Beschreibung

Interne Nr. WW-I-6	Titel: Niedrigwasser
Einheit: <u>Teil A:</u> Anzahl <u>Teil B:</u> Anzahl <u>Zusatz:</u> ohne Einheit	Kurzbeschreibung des Indikators: <u>Teil A:</u> Flächengemittelte Anzahl der Niedrigwassertage im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltjahrs <u>Teil B:</u> Flächengemittelte Anzahl der Niedrigwassertage im Winterhalbjahr des Wasserhaushaltjahrs <u>Zusatz:</u> Verhältnis von Niedrigwassertagen im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltjahrs zu den Niedrigwassertagen im gesamten Wasserhaushaltjahr
	Berechnungsvorschrift: <u>Schritt 1:</u> Prüfung der Datenreihen auf Fehlwerte, Fehlwertergänzung nach dem in Anlage 3 beschriebenen Verfahren <u>Schritt 2:</u> Teil A: Berechnung der vieljährig gemittelten niedrigsten Tagesabflüsse je Pegel für das Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltjahres der Periode 1961-1990 $MNQ_{WhSommer} 1961-1990$ je Pegel = Mittel der jeweils niedrigsten im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltjahres der Periode 1961-1990 aufgetretenen Tagesabflusswerte je Pegel Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltjahres ($MNQ_{WhSommer}$): 1. April – 30. September Teil B: Berechnung der vieljährig gemittelten niedrigsten Tagesabflüsse je Pegel für das Winterhalbjahr des Wasserhaushaltjahres der Periode 1961-1990 $MNQ_{WhWinter} 1961-1990$ je Pegel = Mittel der jeweils niedrigsten im Winterhalbjahr des Wasserhaushaltjahres der Periode 1961-1990 aufgetretenen Tagesabflusswerte je Pegel Winterhalbjahr des Wasserhaushaltjahres ($MNQ_{WhWinter}$): 1. Oktober – 31. März des Folgejahres <u>Schritt 3:</u> Teil A: Berechnung der Anzahl der Niedrigwassertage im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltjahres je Pegel $sumD_{WhSommer}$ = Anzahl der Tage im Sommerhalbjahr des Wasserhaushaltjahres, an denen der Tagesabflusswert den $MNQ_{WhSommer}$ (1961-1990) des Pegels (aus Schritt 2) unterschreitet

Teil B: Berechnung der Anzahl der Niedrigwassertage im Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres je Pegel

$\text{sumD}_{\text{WhWinter}}$ = Anzahl der Tage im Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres, an denen der Tagesabflusswert den $\text{MNQ}_{\text{WhWinter}}$ (1961-1990) des Pegels (aus Schritt 2 unterschreitet)

Niedrigwassertage sind Tage, für die gilt: Mittlerer Tagesabfluss - $\text{MNQ} < 0$

Schritt 4:

Berechnung des flächengewichteten Mittels der Niedrigwassertage aller Pegel einer jeden Flussgebietseinheit bzw. der wie folgt zusammengefassten Flussgebietseinheiten:

- Flussgebietseinheit Donau
- Flussgebietseinheit Rhein inkl. Maas
- Flussgebietseinheit Weser und Ems
- Flussgebietseinheit Elbe inkl. Oder
- Flussgebietseinheit Eider inkl. Schlei/Trave, Warnow/Peene

Zur Pegelzuordnung zu den Flussgebietseinheiten s. Anlage 1

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 repräsentierten Fläche (also nicht nach der Gesamtfläche) der Flussgebietseinheit.

Teil A: $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ für Donau = $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ am Pegel Hundersingen * 0,444 + $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ am Pegel Sonthofen * 0,066 + $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ am Pegel Pfaffenhofen * 0,086 + $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ am Pegel Mettendorf * 0,051 + $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ am Pegel Böhmischbruck * 0,082 + $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ am Pegel Teisnach * 0,106 + $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ am Pegel Weilheim * 0,103 + $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ am Pegel Stein * 0,062

Hinweis: Die Zusammenfassung der kleinen Flussgebietseinheiten (bzw. der kleinen nationalen Anteile größerer Flussgebietseinheiten) hat insbesondere darstellerische Gründe (s. Anlage 2). Aufgrund der flächengewichteten Verrechnung sind die Werte der kleinen Einheiten sehr gering.

Analog für alle anderen Flussgebietseinheiten und für Teil B

Schritt 5:

Für die Aufsummierung der einzelnen Flussgebietseinheiten in der grafischen Darstellung werden die aus Schritt 4 ermittelten sumD der einzelnen Flussgebietseinheiten mit einem flächenabhängigen Gewichtungsfaktor verrechnet. Zu den Faktoren für die Flächengewichtung s. Anlage 1. Die Gewichtung erfolgt jeweils nach dem Flächenanteil der einzelnen Flussgebietseinheit an der gesamten Fläche aller Flussgebietseinheiten zusammen. Berücksichtigt wird dabei immer nur die durch die berücksichtigten Pegel repräsentierte Fläche.

Teil A: $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ Donau flächengewichtet = $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ Donau (aus obigem Schritt 3) * 0,085

Analog für alle anderen Flussgebietseinheiten und für Teil B

Zu den Faktoren für die Flächengewichtung s. Anlage 1.

Schritt 6:

Teil A:

$\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ Gesamtfläche = $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ Donau flächengewichtet + $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ Rhein / Maas flächengewichtet + $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ Weser / Ems flächengewichtet + $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ Elbe / Oder flächengewichtet + $\text{sumD}_{\text{WhSommer}}$ Eider / Schlei/Trave / Warnow/Peene

Teil B:

$\text{sumD}_{\text{WhWinter}}$ Gesamtfläche = $\text{sumD}_{\text{WhWinter}}$ Donau flächengewichtet + $\text{sumD}_{\text{WhWinter}}$ Rhein / Maas flächengewichtet + $\text{sumD}_{\text{WhWinter}}$ Weser / Ems flächen-

	gewichtet + $\text{sumD}_{\text{WhWinter}} \text{ Elbe / Oder flächengewichtet + } \text{sumD}_{\text{WhWinter}} \text{ Eider / Schlei/Trave / Warnow/ Peene}$ <u>Zusatz:</u> $\text{Verhältnis WhSom zu WhJh} = \frac{\text{sumD}_{\text{WhSommer}} \text{ Gesamtfläche}}{(\text{sumD}_{\text{WhSommer}} \text{ Gesamtfläche} + \text{sumD}_{\text{WhWinter}} \text{ Gesamtfläche})}$
Interpretation des Indikatorwerts:	<u>Teile A und B:</u> Je höher der Indikatorwert, desto mehr Tage mit Niedrigwasser sind im Sommer- bzw. im Winterhalbjahr des Wasserhaushaltsjahres aufgetreten. <u>Zusatz:</u> Je höher der Indikatorwert, desto höher ist die Anzahl der Niedrigwassertage im Sommerhalbjahr im Vergleich zu der im gesamten Wasserhaushaltsjahr. Indikatorwerte größer als 0,5 bedeuten ein Überwiegen der sommerlichen Niedrigwassertage, Werte unter 0,5 ein Überwiegen der winterlichen Niedrigwassertage. Werte von 0,5 oder nahe 0,5 weisen auf über das Jahr gleichverteilte Anzahl der Niedrigwassertage hin.

II Einordnung

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

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorensysteme:	Monitoring zu Klimawandelfolgen in Baden-Württemberg: I-WH-4 Niedrigwasserabfluss Klimafolgenmonitoring Thüringen: I-WW-4 Niedrigwasser Klimafolgenmonitoring Sachsen: I-W1 Jahreszeitliche Auflösung der Abflüsse (hier: Hochwasserscheitelabflüsse am Pegel Dresden) Klimafolgen-Indikatoren für Sachsen-Anhalt: Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring in NRW: 4.5 Hoch- und Niedrigwasser
Begründung:	Ursache-Wirkungszusammenhang: 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 vor allem im Sommer und Frühherbst auf. 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 das zeitliche Auftreten, die Dauer und den Schweregrad von Niedrigwasserereignissen beeinflussen. Relevanz: Niedrigwasserereignisse beeinflussen die Gewässerqualität sowie die Gewässernutzung: Hinsichtlich der Gewässerqualität führen Niedrigwasserereignisse

	zu verringerten Fließgeschwindigkeiten und schnellerer Wassererwärmung mit erhöhtem Biomassewachstum sowie vermehrter Sauerstoffzehrung (insbesondere bei Flusseen). In der Folge kann es zu Fischsterben kommen. 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. Die Flussschifffahrt ist unterhalb einer jeweils flussspezifischen Mindestwasserführung nur eingeschränkt möglich. Weiter kann bei geringem Abfluss die Wasserentnahme zu Kühlzwecken oder zur Bewässerung und ggf. für die Trinkwasserversorgung 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 nur begrenzt möglich sein, sodass es zu Einschränkungen bei der Stromproduktion kommen kann. Auswahl der Messstellen für das bundesweite Netz: Für den Indikator zu den Niedrigwassertagen werden Daten von den Ländern ausgewählter Messstellen ausgewertet. Die Auswahl der Messstellen erfolgte nach den folgenden Kriterien: • Die Einzugsgebietsgrößen der Pegel bewegen sich in einer Größenordnung von 250 bis 2.500 km². Damit werden Hochwasserereignisse im mittelgroßen Maßstab erfasst, also auch Hochwasser in kleineren Fließgewässern mit erfasst, die ebenfalls signifikante Schäden verursachen können. Bei Einzugsgebieten < 250 km² schlagen sich anthropogene Beeinflussungen (wie Aufstau, Hochwasserschutzmaßnahmen) in den Daten deutlicher nieder, was die Interpretation im Klimawandelkontext erschwert. • Die Pegel repräsentieren bestmöglich die hydrologische Situation im Land. • Die Pegel sollten möglichst wenig anthropogen beeinflusst sein (z. B. durch Wasserüberleitungen oder Stauhaltungen), um die Auswirkungen des Klimawandels möglichst direkt abbilden zu können. • Die Pegel liefern Daten ab 1960 (sodass eine Auswertung mit Beginn des hydrologischen Jahres 1961 möglich ist; damit ist zugleich auch das Wasserhaushaltsjahr ab 1961 abgedeckt). • künftige Fortsetzung der Datenerhebung an den Pegeln ist bestmöglich gesichert. Auswertung der Daten: Der Indikator fokussiert mit der vorgenommenen Pegelauswahl auf die Einzugsgebiete mittlerer Größe. In der Indikator Darstellung kann zur besseren Übersicht auf eine Regionalisierung verzichtet werden, da Niedrigwasserereignisse i. d. R. immer sehr großflächig auftreten und damit mehrere Flussgebietseinheiten betreffen. Die Auswertungsergebnisse liegen aber regionalisiert für die Flussgebietseinheiten vor (s. Anlage 2). Der Indikator stellt die Entwicklung der Niedrigwasserstage getrennt für die Halbjahre des Wasserhaushaltsjahres dar. Das Wasserhaushaltsjahr beginnt im April und endet im März des Folgejahres. Im Gegensatz zu den anderen Indikatoren zu Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft wird dem Niedrigwasser-Indikator nicht das hydrologische Jahr zugrunde gelegt. Niedrigwasserperioden, die bis spät in den Herbst hineinreichen können, werden damit einem (1) Jahr zugeordnet und nicht in zwei Jahre aufgeteilt. Niedrigwasser, die sich bis in den November oder gar Dezember hinein erstrecken, werden also für dasjenige Wasserhaushaltsjahr bilanziert, in dem die Niedrigwasserperiode begonnen hat.
Einschränkungen:	Für den Indikator-Zusatz mittelt die Betrachtung über verschiedene Regimes.

	Vor allem für nival geprägte Regimes ergeben sich größere Abweichungen bezüglich der Verteilung der Niedrigwasser zwischen Sommer- und Winterhalbjahr.
Rechtsgrundlagen, Strategien:	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS)
In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen	DAS: Kap. 3.2.3: Häufigeres Auftreten von Niedrigwasserperioden durch meist sommerliche Trockenzeiten mit Auswirkungen auf die Kühlwasserentnahmen und die ökologische Situation. Frühere Schneeschmelzen führen zudem zu einem geringeren Ausgleich von Niedrigwasser in Rhein und Donau in den Sommermonaten. Kap. 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.
Ziele:	keine
Berichtspflichten:	keine

IV Technische Informationen

Datenquelle:	Abflusspegel der Länder: Messungen zum Abfluss (mittlere Tagesabflüsse) (s. Anlage 1)	
Räumliche Auflösung:	flächenhaft	NUTS 0
Geographische Abdeckung:	alle Flussgebietseinheiten Deutschlands, insgesamt 76 Pegel 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.	
Zeitliche Auflösung:	jährlich, seit 1961	
Beschränkungen:	keine	
Verweis auf Daten-Factsheet:	WW-I-6_Daten_Niedrigwasser.xlsx WW-I-6_Berechnungen_Niedrigwasser.xlsx	

V Zusatz-Informationen

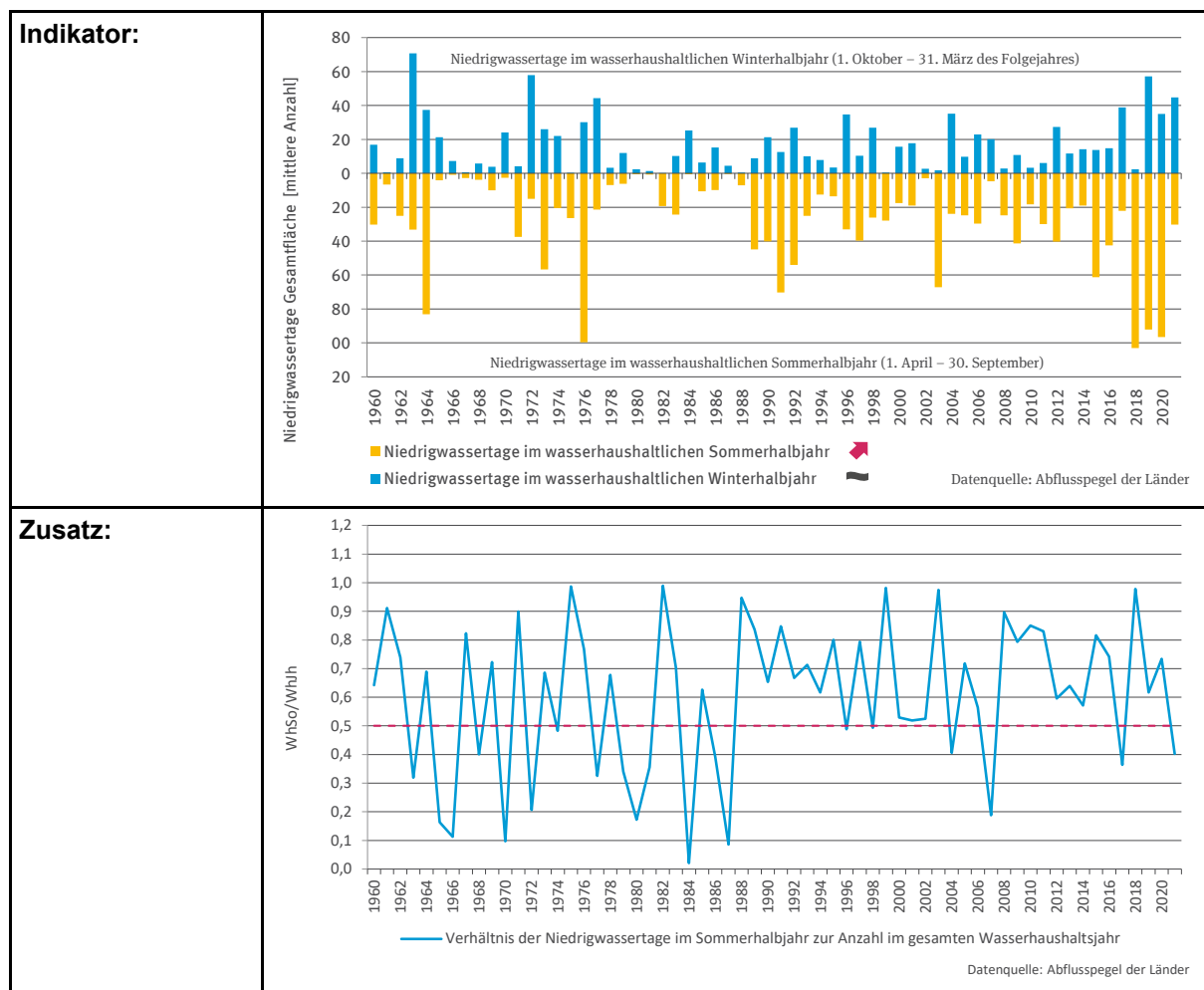
Glossar:	Niedrigwasser: Eine umfassende Definition des Begriffs Niedrigwasser gibt es gegenwärtig nicht, vielmehr handelt es sich um einen Sammelbegriff für unterschiedliche Kenngrößen, die zur Charakterisierung unterdurchschnittlicher Abflüsse herangezogen werden können (HAD, Tafel 3.10). Ganz allgemein 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 aus Abflüssen und Wasserständen abgeleiteten Schwellenwerten, die für einen betreffenden Fluss oder ein Flussgebiet von Relevanz für Wassernutzungen, stoffliche Belastungen etc. sind. MNQ: Mittlerer Niedrigwasserabfluss der betrachteten Zeitspanne als arithme-
-----------------	---

	tische Mittel der niedrigsten Abflüsse (NQ) gleichartiger Zeitabschnitte für die Jahre des Betrachtungszeitraums innerhalb eines Einzugsgebiets (in l/s oder m³/s)
Weiterführende Informationen:	Hennegriff W., Ihringer J., Kolokotronis V. 2008: Prognose von Auswirkungen des Klimawandels auf die Niedrigwasserverhältnisse in Baden-Württemberg. In: KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, Heft 6 Juni 2008: 309-314. Hennegriff W. & Kolokotronis V. 2009: Klimawandel und Niedrigwasserentwicklung in Baden-Württemberg – Ursachen und Projektionen. In: WasserWirtschaft, Heft 1-2/2009: 32-39. Kolokotronis V. 2006: Entwicklung von Trockenperioden im zukünftigen Klima? – Antworten aus dem KLIWA-Projekt. In: Warnsignal Klimawandel – Wird Wasser knapper? Beiträge der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg, Band 42. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart 2006. 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. LAWA 2007: LAWA-Materialien für ein nachhaltiges Niedrigwassermanagement. www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlaufBericht2007_14.pdf Willems W. 2007: Entwicklung der Niedrigwasserverhältnisse in Süddeutschland. KLIWA Berichte, H. 10: 143-161. WMO (Ed.) 2008: Manual on Low-flow Estimation and Prediction. WMO-No. 1029, Geneva, 137 S. https://library.wmo.int/records/item/32176-manual-on-low-flow-estimation-and-prediction Zimmermann L., Weber J., Straub H., Kolokotronis V. 2004: Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt von süddeutschen Flussgebieten. In: Wasser und Abfall, 6. Jahrgang November 2004: 15-19.

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 (76):

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.

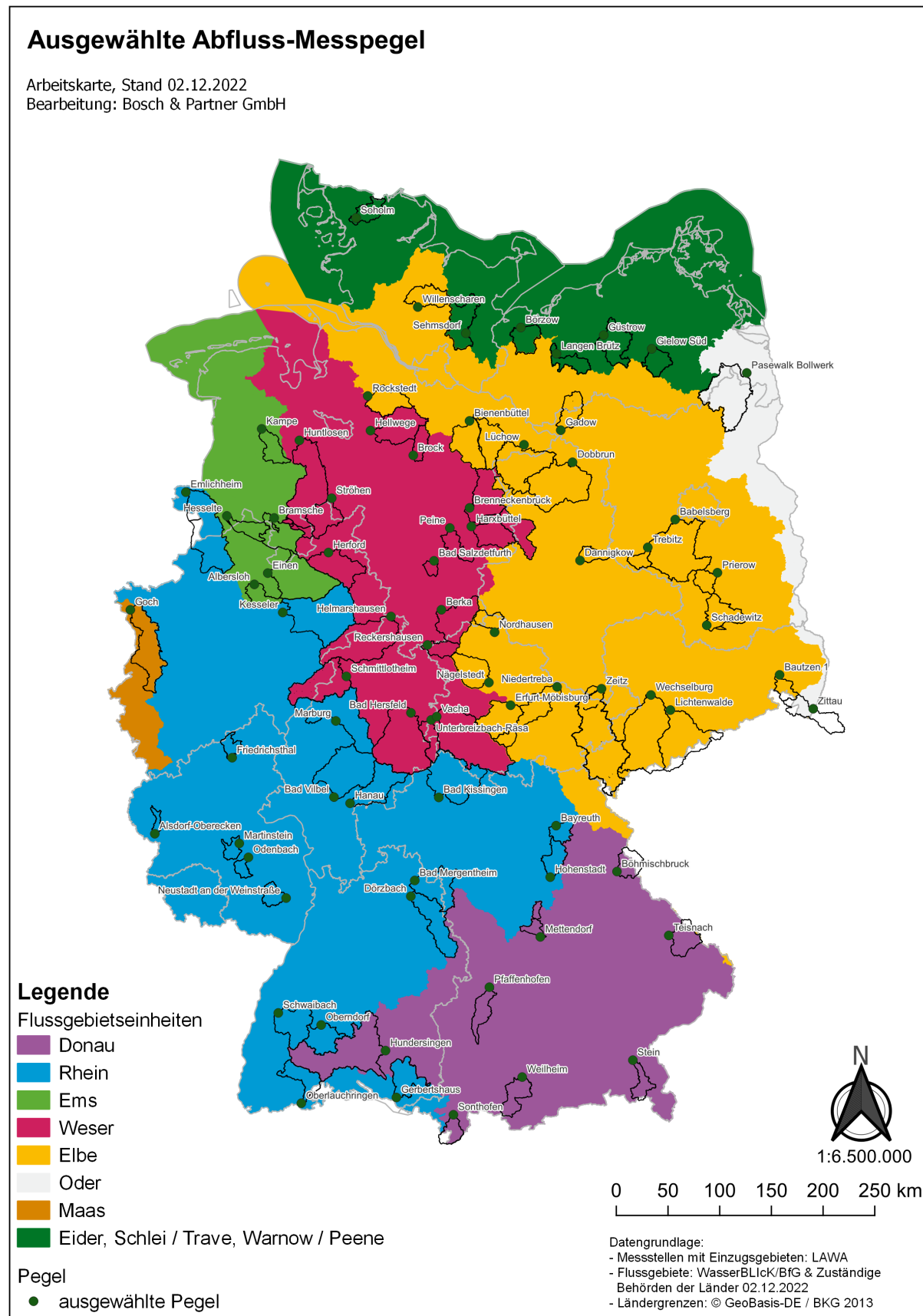
Die fett gedruckten Gewichtungsfaktoren entsprechen den Flächenanteilen der jeweiligen Flussgebietseinheiten an der gesamten Fläche.

Die Pegelauswahl wurde für den Monitoringbericht 2023 noch einmal überarbeitet. Dabei wurden zum einen erbetene Überarbeitungen der Pegelauswahl durch die Bundesländer umgesetzt. Zum anderen wurden Pegel entfernt, deren Einzugsgebiete sich mit ebenfalls in der Pegelauswahl enthaltenen Pegeln überlagern, um Mehrfachbewertungen zu vermeiden.

Flussgebiets-einheit	Land	Fluss	Pegelname	Größe des Pegel-einzugsgebiets AEo (km² gerundet)	Gewich-tungsfaktor
Donau über GIS ermit-telte Fläche: 56.190,18 km²	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	0,086
Rhein über GIS ermit-telte Fläche: 105.201,32 km²	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	0,017
		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:			19.261,22	-
Maas über GIS ermit-telte Fläche: 3.966,11 km²	NRW	Niers	Goch	1.203,21	0,059
	durch Pegel repräsentierte Fläche:			1.203,21	-
Rhein und Maas zusammen	durch Pegel repräsentierte Fläche:			20.464,43	0,297
Weser über GIS ermit-telte Fläche: 48.902,70 km²	HE	Fulda	Bad Hersfeld	2.120,20	0,110
		Diemel	Helmarshausen	1.757,12	0,091
		Eder	Schmittlotheim	1.202,00	0,062
	NI	Lamme	Bad Salzdettfurth	127,xx	0,007
		Rhume	Berka R	895,xx	0,046
		Aller	Brenneckenbrück	1.638,xx	0,085
		Böhme	Brock	285,xx	0,015
		Schunter	Harxbüttel	592,xx	0,031
		Wümme	Hellwege	893,xx	0,046
		Hunte	Huntlosen II	1.714,xx	0,092
		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
	TH	Ulster	Untereibz bach-Räsa	399,00	0,021
		Werra	Vacha	2246,00	0,117
	durch Pegel repräsentierte Fläche:			16.004,41	-
Ems	NI	Hase	Bramsche	682,xx	0,035

Flussgebiets-einheit	Land	Fluss	Pegelname	Größe des Pegel-einzugsgebiets AEo (km² gerundet)	Gewich-tungsfaktor
über GIS ermit-telte Fläche: 17.330,37 km²		Speller Aa Soeste	Hesselte Kampe	370,xx 408,xx	0,019 0,021
	NRW	Werse Ems	Albersloh Einen	321,58 1.485,77	0,017 0,077
	durch Pegel repräsentierte Fläche:			3.267,35	-
	Weser und Ems zusammen			19.271,76	0,279
Elbe über GIS ermit-telte Fläche: 99.220,04 km²	BB	Kleine Elster Plane Nuthe Löcknitz Dahme	Schadewitz Trebitz Babelsberg Gadow Prierow 2	637,xx 227,xx 1.787,xx 464,xx 399,xx	0,031 0,011 0,087 0,023 0,019
	NI	Ilmenau Jeetzel Oste	Bienenbüttel Lüchow Rockstedt	1.434,xx 1.300,xx 611,xx	0,070 0,063 0,030
	SH	Stör	Willenscharen	467,xx	0,023
	SN	Spree Zwickauer Mulde Zschopau	Bautzen 1 Wechselburg 1 Lichtenwalde 1	278,xx 2.099,xx 1.572,xx	0,014 0,102 0,077
	ST	Weißer Elster Ehle Biese	Zeitz Dannigkow Dobbrun	2.485,65 263,31 1.571,54	0,121 0,013 0,077
	TH	Zorge Ilm Unstrut Gera	Nordhausen Niedertrebra Nägelstedt Erfurt-Möbisburg	304,00 894,30 716,00 842,80	0,015 0,044 0,035 0,041
	durch Pegel repräsentierte Fläche:			18.352,60	-
	SN	Lausitzer Neiße	Zittau 1	695,xx	0,034
	MV	Uecker	Pasewalk Bollwerk	1.431,xx	0,070
	über GIS ermit-telte Fläche: 9.659,25 km²			2.126,00	-
	Elbe und Oder zusammen			20.478,6	0,297
Eider	SH	Soholmer Au	Soholm	352,xx	0,122
Schlei/Trave	MV	Stepenitz	Börzow	441,xx	0,153
	SH	Trave	Sehmsdorf	722,xx	0,251
Warnow/Peene	MV	Warnow Ostpeene Nebel	Langen Brütz Gielow Süd Güstrow	352,xx 361,50 645,xx	0,122 0,126 0,224
Eider, Schlei/ Trave und Warnow/Peene zusammen über GIS ermit-telte Fläche zusammen: 39.485,12 km²				2.873,50	0,042
gesamt durch Pegel repräsentierte Fläche:				68991,02	1,0

Lage der Pegel in den Flussgebietseinheiten:

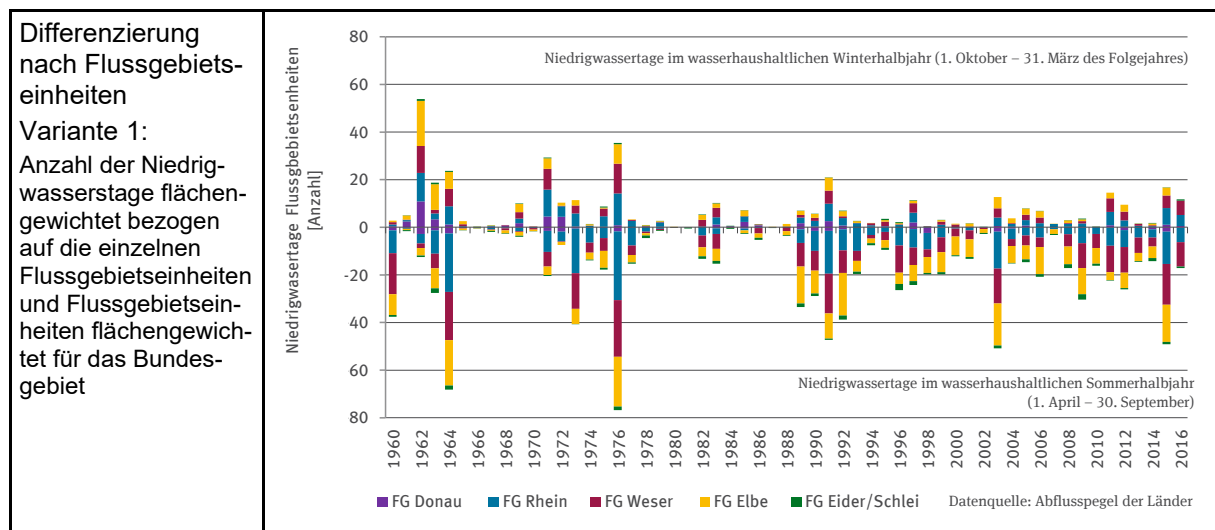


Anlage 2 – Differenzierte Darstellung für die einzelnen Flussgebiete

Die nachstehenden Ausführungen wurden im Zusammenhang mit der Ausarbeitung des DAS-Monitoringberichts 2019 erstellt. Sie wurden im Kontext des Monitoringberichts 2023 nicht nochmalig überarbeitet.

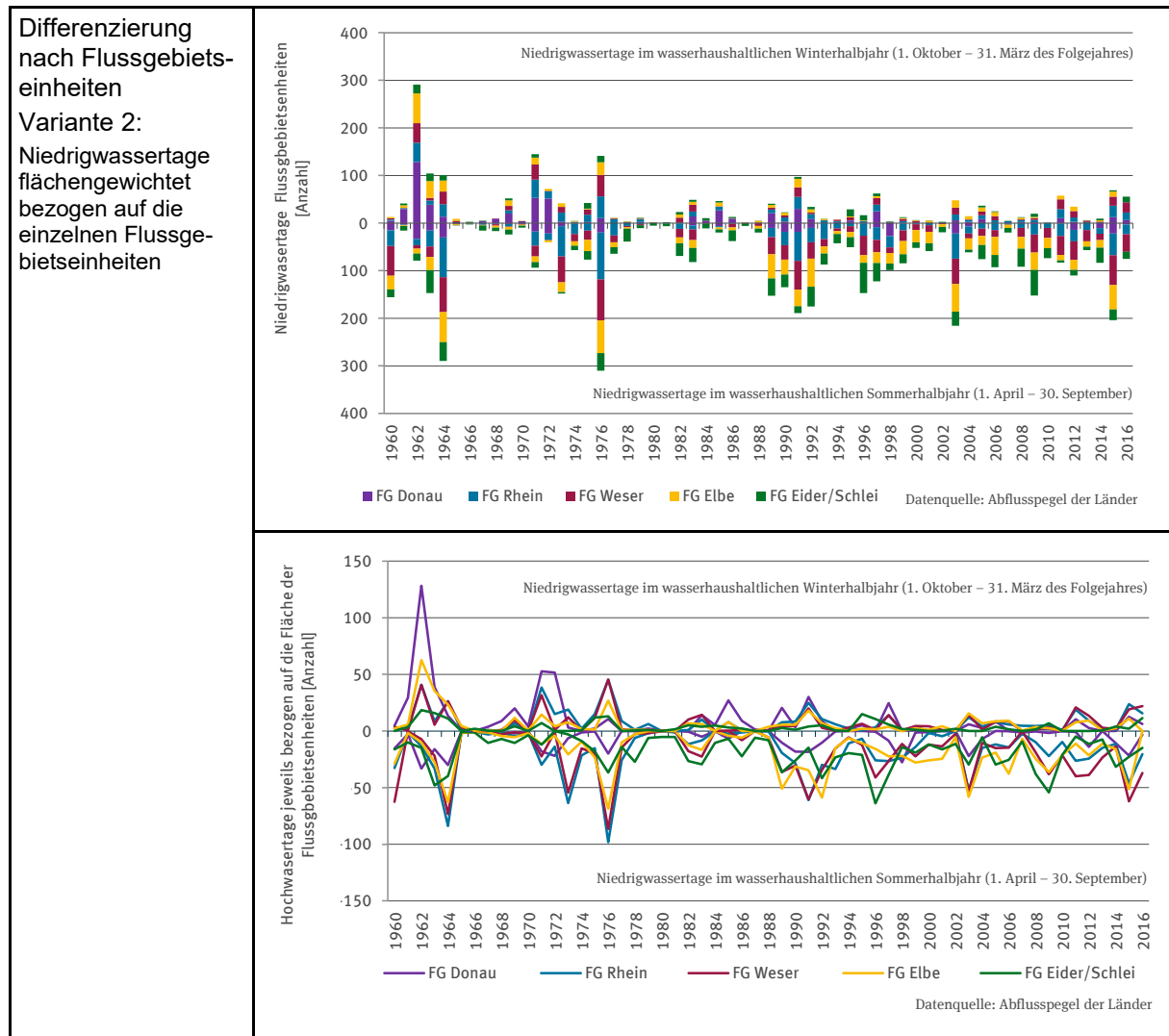
Zur erleichterten Ablesbarkeit der Indikator-Grafik für den Monitoringbericht wurde entschieden, auf eine nach Flussgebietseinheiten differenzierte Darstellung zu verzichten, zumal Niedrigwasserereignisse i. d. R. immer sehr großflächig auftreten und damit mehrere Flussgebietseinheiten betreffen. Eine Trendschätzung wird aber nach dem Modell der nachstehenden Grafiken auch differenziert für die Flussgebietseinheiten durchgeführt, um ggf. textlich auf unterschiedliche Entwicklungen in den Flussgebietseinheiten eingehen zu können.

Die Berechnung für die nachstehende Grafik – Variante 1 endet entsprechend nach dem in der oben stehenden Berechnungsvorschrift beschriebenen Schritt 4. Die aus Schritt 4 resultierenden Werte für die Flussgebietseinheiten werden aufgestapelt und nicht wie im Hauptindikator aufsummiert. Zur 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 (vgl. Schritt 3 der oben stehenden Berechnungsvorschrift). Diese Berechnung hat den Vorteil, dass in der Aufsummierung ein mit Blick auf 365 Tage im Jahr realistische Größenordnung zustande kommt. Es lässt sich ablesen, in welchem Umfang die einzelnen Flussgebietseinheiten in den einzelnen Jahren zu dieser Gesamtsumme beigetragen haben. Für die einzelnen Flussgebietseinheiten entstehen hingegen absolute Werte, die durch die Gewichtung in ihrer Dimension deutlich zu niedrig sind.



Zusätzlich werden in der nachstehenden Grafik – Variante 2 die Entwicklungen für die einzelnen Flussgebietseinheiten ohne eine Flächengewichtung der Flussgebietseinheiten bezogen auf das Bundesgebiet (als Stapelsäulen und Linien) abgebildet. Für diese Darstellung endet die Berechnung nach dem in der oben stehenden Berechnungsvorschrift beschriebenen Schritt 3. Diese Darstellung hat den Vorteil, dass sich die in den einzelnen Flussgebiets-

einheiten aufgetretenen Niedrigwassertage in einer realistischen Dimension bewegen und so für das jeweilige Flussgebiet interpretiert werden können. Aufsummiert über alle Flussgebietseinheiten resultieren hingegen Anzahlen, die aufgrund der zeitlichen Parallelität der Ereignisse irreal hohe Größenordnungen erreichen.



Anlage 3 – Bearbeitung der Messlücken und Fehlwerte

Messlücken und Fehlwerte an den Stationen lassen sich aufgrund der hohen räumlichen Korrelation mit benachbarten Stationen ergänzen. Die Fehlwertergänzung erfolgt durch die Multiplikation des Tageswerts an der benachbarten bzw. nächstgelegenen Nachbarstation X mit einem Gewichtungsfaktor. Der Gewichtungsfaktor berechnet sich aus der Division der mehrjährigen Mittelwerte (1981 bis 2010) der beiden Stationen. Die Fehlwertergänzung erfolgt nach der folgenden Formel:

$$\text{Messwert}_{\text{StationY}} = \text{Mittelwert}_{\text{StationY}} (1981-2010) / \text{Mittelwert}_{\text{StationX}} (1981-2010) * \text{Tageswert}_{\text{StationX}}$$

Die folgende Tabelle zeigt die von Messlücken betroffenen Pegel sowie den jeweils nächstgelegenen und für die Fehlwertergänzung geeigneten Pegel.

Flussgebiets-einheit	Land	Pegelname	Land	Nächstgelegener Pegel
Rhein	BW	Oberndorf Dörzbach	BW	Schwaibach Bad Mergentheim
	RP	Martinstein 2 Alsdorf-Oberecken	RP	Odenbach Friedrichsthal
Weser	NI	Bad Salzdettfurth Brenneckenbrück Harxbüttel Huntlosen II Peine Reckershausen Ströhen	NI ST NW NI TH NW	Harxbüttel Weferlingen Weferlingen Herford Harxbüttel Arenshausen Herford
	TH	Unterbreizbach-Räsa	TH	Vacha
Elbe	BB	Schadewitz Trebitz Gadow Prierow 2	BB NI BB	Babelsberg Babelsberg Bienenbüttel Babelsberg
	NI	Lüchow	NI	Bienenbüttel
	SN	Lichtenwalde	SN	Chemnitz
	ST	Dannigkow Dobbrun	BB NI	Babelsberg Bienenbüttel
Ems	NI	Kampe	NI	Bramsche
	NW	Albersloh	NW	Einen
Oder	MV	Pasewalk	SN	Zittau
Schlei/Trave, Warnow/Peene	MV	Gielow Süd Güstrow	MV	Güstrow Gielow Süd
	SH	Sehmsdorf	MV	Börzow