

Indikator-Factsheet: Mittlerer Abfluss

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)	
Letzte Aktualisierung:	05.03.2019	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Neufassung des Indikators; der ehemalige Indikator „Mittlerer Abfluss“ 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 km ² sehr klein und im bereits berücksichtigten Pegel-Einzugsgebiet Marburg enthalten; Überarbeitung der Messstellenkarte; Durchführung von Fehlwertergänzungen
Nächste Fortschreibung:	06.11.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Aktualisierung der Links
	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 Stationen 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).

I Beschreibung

Interne Nr. WW-I-3	Titel: Mittlerer Abfluss
Einheit: <u>Teil A:</u> mm <u>Teil B:</u> mm <u>Zusatz:</u> ohne Einheit	Kurzbeschreibung des Indikators: <u>Teil A:</u> Flächengewichteter mittlerer Abfluss im hydrologischen Winterhalbjahr (1. November – 30. April) (MQ) <u>Teil B:</u> Flächengewichteter mittlerer Abfluss im hydrologischen Sommerhalbjahr (1. Mai – 31. Oktober) (MQ) <u>Zusatz:</u> Verhältnis von Winter- zu Sommerabfluss Berechnungsvorschrift: <u>Schritt 1:</u> Prüfung der Datenreihen auf Fehlwerte, Fehlwertergänzung nach dem in Anlage 3 beschriebenen Verfahren <u>Schritt 2:</u> Ermittlung des mittleren Abflusses (MQ in m³/s) für jede einzelne Messstelle differenziert für das Teil A: hydrologische Winterhalbjahr (1. November – 30. April) MQ_{HyWinter} Teil B: hydrologische Sommerhalbjahr (1. Mai – 31. Oktober) MQ_{HySommer} <u>Schritt 3:</u> Berechnung der halbjährlichen Abflusshöhen für jede Messstelle aus MQ Abflusshöhe Ah [mm] = Abfluss [m³/s] / AEo-Fläche [km²] * 86,4 [s] * (365/2 [Tage]) AEo = oberirdisches Einzugsgebiet Alle Ah werden auf die vollen Millimeter gerundet. Alle weiteren Rechenschritte erfolgen dann mit den gerundeten Werten. Die Umrechnung auf die Abflusshöhe erfolgt, damit den so ermittelten Abflusshöhen die Niederschlagshöhen gegenübergestellt werden können. <u>Schritt 4:</u> Berechnung der mittleren halbjährlichen Abflusshöhe aller Pegel einer jeden Flussgebietseinheit bzw. der wie folgt zusammengefassten Flussgebietseinheiten (flächengewichteter Mittelwert): • Flussgebietseinheit Donau • Flussgebietseinheit Rhein und Maas • Flussgebietseinheit Weser und Ems • Flussgebietseinheit Elbe und Oder • Flussgebietseinheit Eider, Schlei/Trave und 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 AEo des einzelnen Pegels an der gesamten durch die berücksichtigten Pegel repräsentierten Fläche (also nicht nach der Gesamtfläche) der Flussgebietseinheit. Teil A: Ah_{HyWinter} für Donau = Ah_{HyWinter} Hundersingen * 0,444 + Ah_{HyWinter} Sonthofen * 0,066 + Ah_{HyWinter} Pfaffenhofen * 0,086 + Ah_{HyWinter} Mettendorf * 0,051 + Ah_{HyWinter} Böhmischbruck * 0,082 + Ah_{HyWinter} Teisnach * 0,106 + Ah_{HyWinter} Weilheim * 0,103 + Ah_{HyWinter} 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 <u>Schritt 5:</u> Für die Aufsummierung der einzelnen Flussgebietseinheiten in der grafischen Darstellung werden die aus Schritt 4 ermittelten Ah der einzelnen Flussgebiets-einheiten 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, z. B.: $Ah_{HyWinter} \text{ für Donau flächengewichtet} = Ah_{HyWinter} \text{ für Donau (aus Schritt 3)} * 0,085$ Analog für alle anderen Flussgebietseinheiten und für Teil B Alle Ah für die Flussgebietseinheiten werden auf die vollen Millimeter gerundet. Alle weiteren Rechenschritte erfolgen dann mit den gerundeten Werten. Hinweis: Durch die flächengewichtete Anrechnung der mittleren Abflusshöhen der einzelnen Flussgebietseinheiten ergibt sich über die Flussgebietseinheiten hinweg ein Wert, der in etwa der Abflusshöhe Deutschlands entspricht und der gemäß der Wasserhaushaltsgleichung mit der Höhe des Niederschlags über Deutschland in Beziehung gesetzt werden kann. <u>Schritt 6:</u> Teil A: $Ah_{HyWinter} \text{ Gesamtfläche} = Ah_{HyWinter} \text{ Donau flächengewichtet} + Ah_{HyWinter} \text{ Rhein / Maas flächengewichtet} + Ah_{HyWinter} \text{ Weser / Ems flächengewichtet} + Ah_{HyWinter} \text{ Elbe / Oder flächengewichtet} + Ah_{HyWinter} \text{ Eider / Schlei/Trave / Warnow/Peene}$ Teil B: $Ah_{HySommer} \text{ Gesamtfläche} = Ah_{HySommer} \text{ Donau flächengewichtet} + Ah_{HySommer} \text{ Rhein / Maas flächengewichtet} + Ah_{HySommer} \text{ Weser / Ems flächengewichtet} + Ah_{HySommer} \text{ Elbe / Oder flächengewichtet} + Ah_{HySommer} \text{ Eider / Schlei/Trave / Warnow/Peene}$ <u>Zusatz:</u> $\text{Verhältnis von Winter- und Sommerabfluss} = Ah_{HyWinter} \text{ (aus Schritt 6)} / Ah_{HySommer} \text{ (aus Schritt 6)}$
Interpretation des Indikatorwerts:	Teile A und B: Je höher der Indikatorwert, desto höher ist der mittlere Abfluss bundesweit im jeweiligen hydrologischen Halbjahr <u>Zusatz:</u> Je höher der Indikatorwert, desto höher ist der Abfluss im Winterhalbjahr im Vergleich zum Sommerhalbjahr. Indikatorwerte größer als 1 bedeuten ein Überwiegen der winterlichen Abflüsse, Werte unter 1 ein Überwiegen der sommerlichen Abflüsse. Werte von 1 oder nahe 1 weisen auf über das Jahr gleichverteilte Abflusswerte, d. h. einen ausgeglichenen Jahresgang hin.

II Einordnung

Handlungsfeld:	Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft
Themenfeld:	Abflussverhältnisse

Thematischer Teilaspekt:	Veränderung der mittleren Wasserabflüsse sowie der jahreszeitlichen Verteilung des Abflusses
DPSIR:	Impact

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorensysteme:	EEA Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment: River flow OECD Atlas Europe: Internal water resources Monitoring zu Klimawandelfolgen in Baden-Württemberg: I-WH-2 Mittlere Abflusshöhe Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring in NRW: 4.4 Mittlere Abflusshöhe Klimafolgen-Indikatoren für Sachsen-Anhalt: Mittlerer Abfluss Klimawandelmonitoring Schleswig-Holstein: Mittlerer Abfluss Klimawandelmonitoring Brandenburg: W-1 Mittlerer Abfluss
Begründung:	Ursache-Wirkungszusammenhang: Der Klimawandel kann über Veränderungen des Niederschlags und der Temperatur sowie weiterer die Verdunstung steuernden meteorologischen Variablen zu räumlichen oder zeitlichen Veränderungen des Abflusses führen. Der mittlere Abfluss hängt natürlicherweise von der im Gebiet gefallenen Niederschlagsmenge, der Verdunstung oder langfristigen Speicherung (z. B. im Grundwasser) ab. Mit der Veränderung des jahreszeitlichen Temperatur- und Niederschlagsregimes kommt es auch zu Verschiebungen des innerjährlichen Wasserdargebots zwischen Winter und Sommer. Die Trends der Entwicklung des mittleren Abflusses im hydrologischen Winter- und Sommerhalbjahr können unterschiedlich sein. Eine Zunahme des mittleren Abflusses zieht nicht notwendigerweise vermehrte Hochwasserereignisse nach sich; ebenso wenig wie eine Abnahme des Abflusses nicht notwendigerweise mit häufigeren Niedrigwasserereignissen korreliert. Relevanz: Der Mittelwasserabfluss ist ein Indikator für das Wasserdargebot. Er gibt Auskunft über die prinzipielle Wasserverfügbarkeit und somit über das Wasser, das zur Bewirtschaftung und für die verschiedenen Oberflächenwassernutzungen (z. B. Kühlwassernutzung im Rahmen der Energieerzeugung, Schifffahrt oder für die Trinkwassergewinnung) zur Verfügung steht. Veränderungen des mittleren Abflusses können auch Veränderungen der Grundwasserstände in ufernahen Bereichen nach sich ziehen und über diesen Weg u. a. die Trink- und Brauchwasserversorgung beeinflussen. Eine Erhöhung der Abflüsse im Winter und eine Verringerung der Abflüsse im Sommer können Hinweise darauf geben, dass Speicherkapazitäten für die Trink- und Brauchwasserversorgung aufzubauen sind. Eine deutliche Verringerung der Abflüsse im Sommerhalbjahr kann beispielsweise die Eutrophierung begünstigen und die Qualität der Gewässer beeinträchtigen, was wiederum Konsequenzen für die Gewässerbiozöten hat. Auswahl der Messstellen für das bundesweite Netz: Für den Indikator zum Mittelwasserabfluss 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). • Die 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 wird zur besseren Übersicht auf eine Regionalisierung verzichtet. Die Auswertungsergebnisse liegen aber regionalisiert für die Flussgebietseinheiten vor (s. Anlage 2).
Einschränkungen:	Trotz der gezielten Messstellenauswahl lässt sich mit den Daten und den darauf basierenden Auswertungen nur ein Ausschnitt aus dem tatsächlichen Abflussgeschehen abbilden, da nicht die komplette Fläche der Flussgebiete über Pegel repräsentiert ist.
Rechtsgrundlagen, Strategien:	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS)
In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen	DAS: Kap. 3.2.3: Die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt zeigen sich in langfristigen Trends (z. B. in den Grundwasserständen, der Änderung alpiner Abflussregime z. B. von Rhein und Donau, der Veränderung der Gewässergüte) [...]. 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 Schifffbarkeit 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 Für das Saarland konnten kein Pegel gefunden werden, die den vorgegebenen Kriterien entsprechen.	
Zeitliche Auflösung:	jährlich, seit 1961	

Beschränkungen:	keine
Verweis auf Daten-Factsheets:	WW-I-3_Daten_MittlererAbfluss.xlsx WW-I-3_Berechnungen_MittlererAbfluss.xlsx

V Zusatz-Informationen

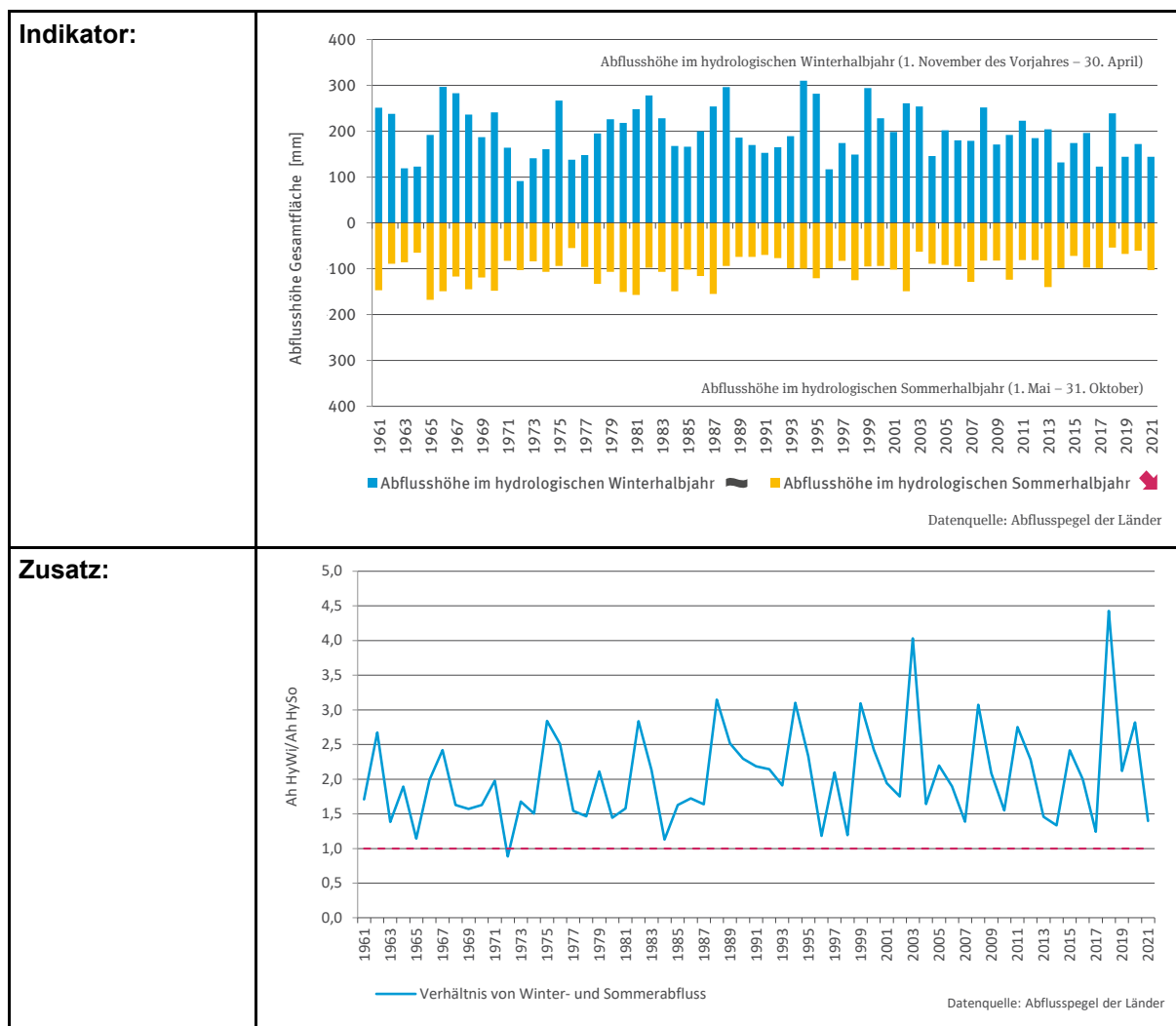
Glossar:	MQ: Der MQ ist der mittlere Tagesabflusswert an einem Pegel bezogen auf eine anzugebende Zeitspanne, z. B. das hydrologische Jahr oder Halbjahr (in l/s oder m³/s). Ah: Ah ist die Abflusshöhe bezogen auf eine anzugebene Zeitspanne, z. B. das hydrologische Jahr oder Halbjahr (in mm).
Weiterführende Informationen:	Arbeitskreis KLIWA (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Deutscher Wetterdienst) 2003: Langzeitverhalten der mittleren Abflüsse in Baden-Württemberg und Bayern. KLIWA-Projekt A 2.1.2: „Analyse zum Langzeitverhalten der jährlichen und mittleren Abflüsse“. KLIWA Berichte, H. 3, 93 S. Arbeitskreis KLIWA (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Deutscher Wetterdienst) 2006: Regionale Klimaszenarien für Süddeutschland - Abschätzung der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. KLIWA-Projekt B 1.1.1/1.1.4 „Entwicklung und Vergleich regionaler Klimaszenarien“ und KLIWA-Projekt B 2.4/2.5 „Simulation des Abflusskontinuums und des Hochwasserabflusses mit regionalen Klimaszenarien“. KLIWA Berichte, H. 9, 104 S. 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/sites/default/files/chrpublications/abflussregime_2010_0.pdf 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.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/20770.pdf 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.

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.
	Datenver-arbeitung:	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:	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.

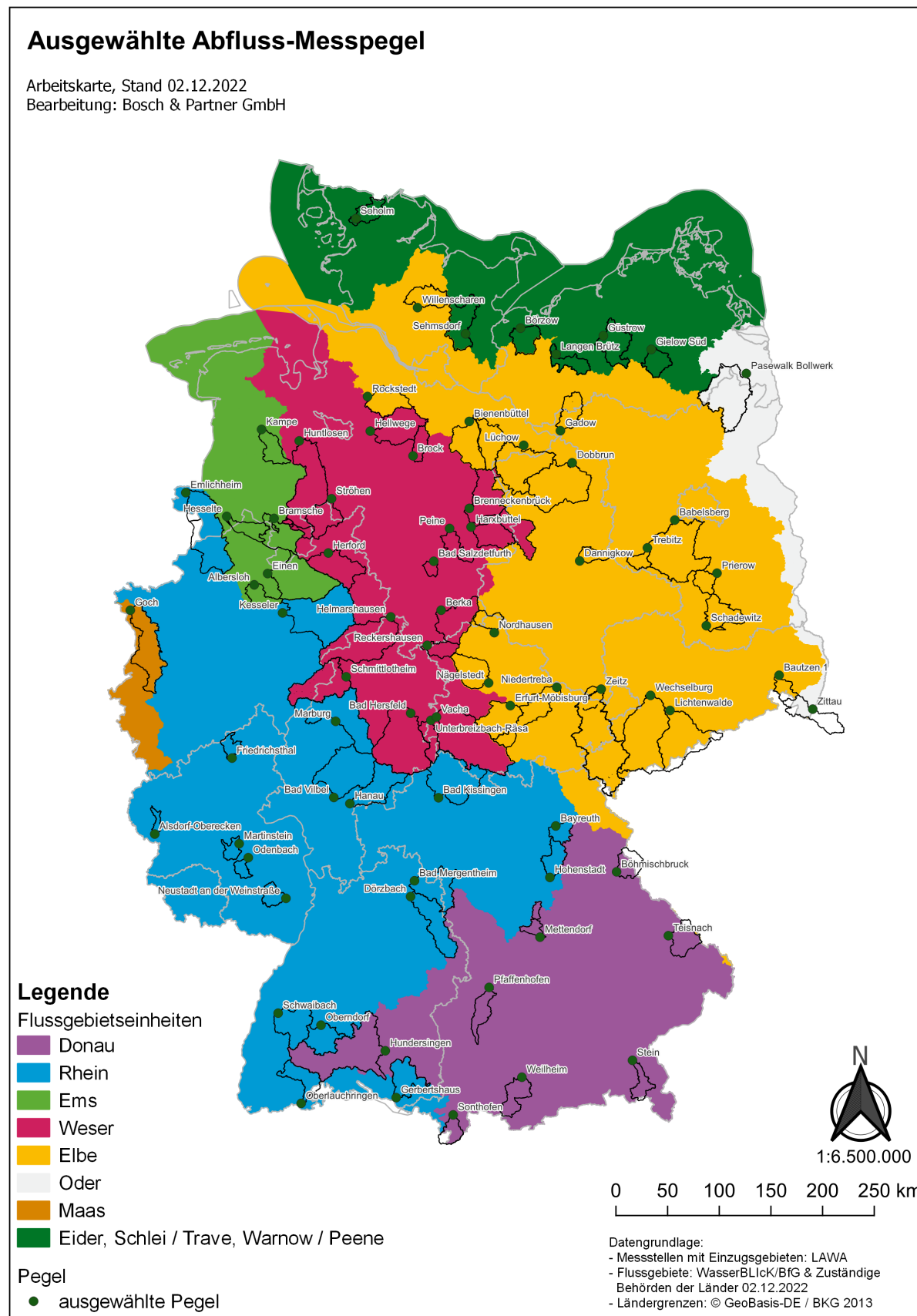
Die Pegelauswahl wurde für den Monitoringbericht 2023 noch einmal überarbeitet. Dabei wurden zum einen erbetene Überarbeitungen der Pegelauswahl durch die Bundesländer umgesetzt. Zum anderen wurden Pegel entfernt, deren Einzugsgebiete sich mit ebenfalls in der Pegelauswahl enthaltenen Pegeln überlagern,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

Flussgebietseinheit	Land	Fluss	Pegelname	Größe des Pegel-einzugsgebiets AEo (km² gerundet)	Gewichtungs-faktor
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
		durch Pegel repräsentierte Fläche:			19.261,22
	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 Salzdetfurth	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
		durch Pegel repräsentierte Fläche:			20.464,43

Flussgebietseinheit	Land	Fluss	Pegelname	Größe des Pegelbezugsgebiets AEO (km² gerundet)	Gewichtungsfaktor
		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 Werra	Unterbreizbach-Räsa Vacha	399,00 2246,00	0,021 0,117
durch Pegel repräsentierte Fläche:				16.004,41	-
Ems über GIS ermittelte Fläche: 17.330,37 km²	NI	Hase Speller Aa Soeste	Bramsche Hesselte Kampe	682,xx 370,xx 408,xx	0,035 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	-
	durch Pegel repräsentierte Fläche:			19.271,76	0,279
	durch Pegel repräsentierte Fläche:			19.271,76	0,279
Elbe über GIS ermittelte 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
	durch Pegel repräsentierte Fläche:			2.126,00	-
	durch Pegel repräsentierte Fläche:			20.478,6	0,297
	durch Pegel repräsentierte Fläche:			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
durch Pegel repräsentierte Fläche:				2.873,50	0,042
durch Pegel repräsentierte Fläche:				2.873,50	0,042

Flussgebietseinheit	Land	Fluss	Pegelname	Größe des Pegelbezugsgebiets AEo (km ² gerundet)	Gewichtungsfaktor
über GIS ermittelte Fläche zusammen: 39.485,12 km ²					
			gesamt durch Pegel repräsentierte Fläche:	68991,02	1,0

Lage der Pegel in den Flussgebietseinheiten:

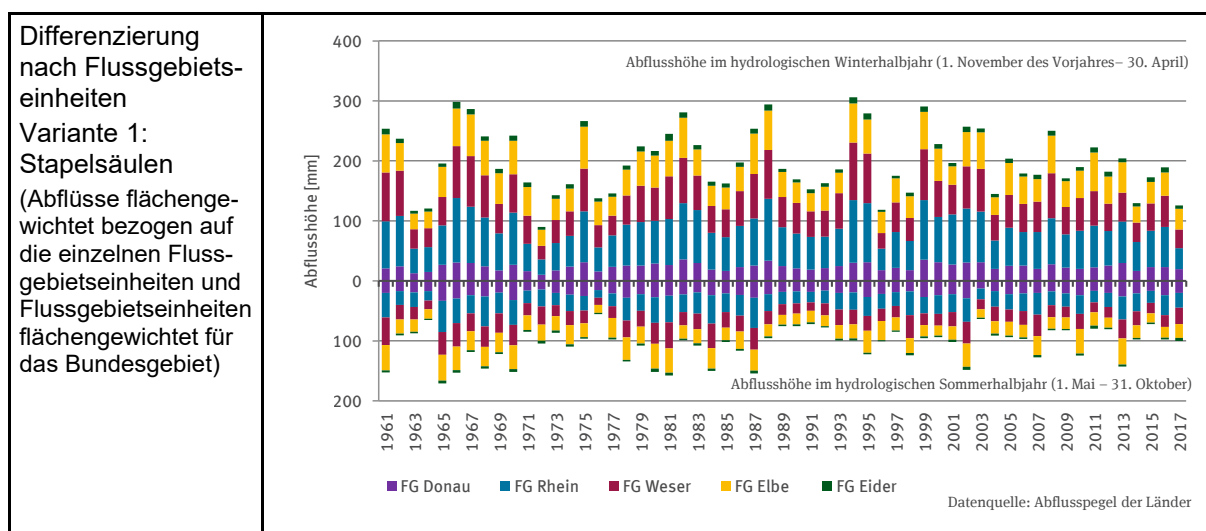


Anlage 2 – Differenzierte Darstellung für die einzelnen Flussgebiete

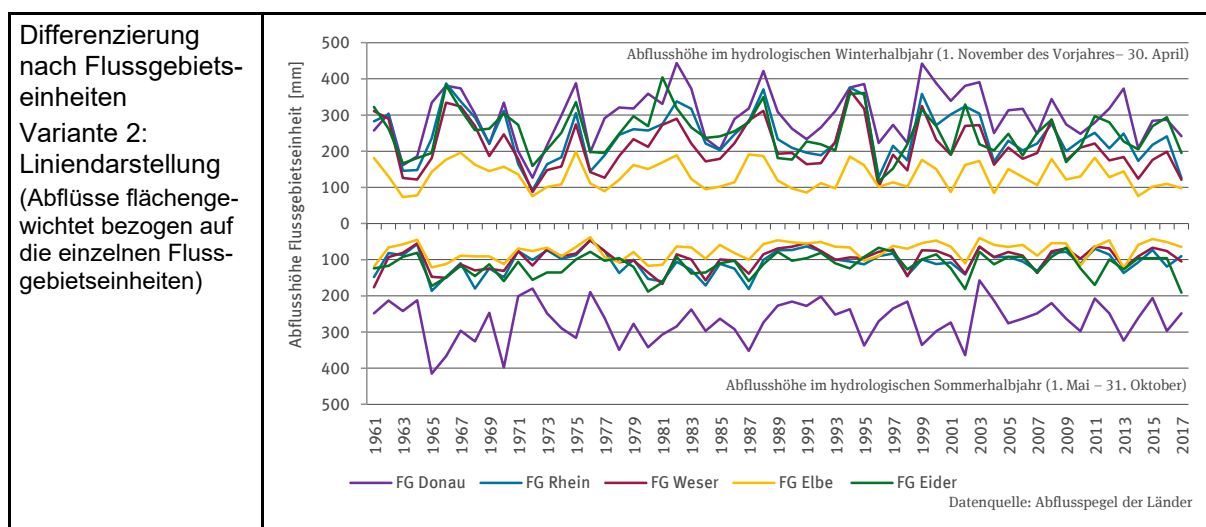
Die nachstehenden Ausführungen wurden im Zusammenhang mit der Ausarbeitung des DAS-Monitoringberichts 2019 erstellt. Sie wurden im Kontext des Monitoringberichts 2023 nicht nochmalig überarbeitet.

Zur erleichterten Ablesbarkeit der Indikator-Grafik für den Monitoringbericht wurde entschieden, auf eine nach Flussgebietseinheiten differenzierte Darstellung zu verzichten, zumal die Unterschiede zwischen den einzelnen Flussgebieten nur wenig ausgeprägt sind. Eine Trend-schätzung 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 Flussgebiets-einheit 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).



Zusätzlich werden in der nachstehenden Grafik – Variante 2 die Entwicklungen für die einzelnen Flussgebietseinheiten als Linien abgebildet. Für diese Darstellung wurde keine Flächen-gewichtung nach den Flussgebietseinheiten bezogen auf das Bundesgebiet durchgeführt, d. h. die Berechnung endet nach dem in der oben stehenden Berechnungsvorschrift beschriebenen Schritt 4.



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:

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

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

Flussgebietseinheit	Land	Pegelname	Land	Nächstgelegener Pegel
Rhein	BW	Oberndorf Dörzbach	BW	Schwaibach Bad Mergentheim
	RP	Martinstein 2 Aldorf-Oberecken	RP	Odenbach Friedrichsthal
Weser	NI	Bad Salzdetfurth	NI	Harxbüttel
		Brenneckenbrück	ST	Weferlingen
		Harxbüttel	NI	Weferlingen
		Huntlosen II	NW	Herford
	TH	Peine	NI	Harxbüttel
		Reckershausen	TH	Arenshausen
		Ströhen	NW	Herford
Elbe	BB	Schadewitz	TH	Vacha
		Trebitz	BB	Babelsberg
		Gadow	NI	Babelsberg
		Prierow 2	BB	Babelsberg
	NI	Lüchow	NI	Bienenbüttel
	SN	Lichtenwalde	SN	Chemnitz
	ST	Dannigkow Dobbrun	BB	Babelsberg
Ems	NI	Kampe	NI	Bienenbüttel
			NI	Bramsche

Flussgebietseinheit	Land	Pegelname	Land	Nächstgelegener Pegel
	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