

Indikator-Factsheet: Grundwasserstand und Quellschüttung

Verfasser:	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3716 48 104 0	
Mitwirkung:	Bearbeitet in Zusammenarbeit mit der Untergruppe Grundwasser der LAWA Kleingruppe Klimaindikatoren: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg (MLUL), Referat 22 Oberflächengewässer, Siedlungswasserwirtschaft (Sandra Berdermann) Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG), Dezernat W4 Hydrogeologie, Grundwasser (Georg Berthold) Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (NANUV), Fachbereich 52 Grundwasser, Wasserversorgung, Trinkwasser, Lagerstättenabbau (Peter Neumann) Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (MUEBK), Referat 23: Grundwasser, Wasserversorgung, Fachplanungs- und Datenmanagement, Gewässerkundlicher Landesdienst (Ute Brase) Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (SMUL), Referat 44 Oberflächenwasser, Wasserrahmenrichtlinie (Karin Kuhn) Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW) (Christiana Mühlner)	
Letzte Aktualisierung:	16.01.2019	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) Der ehemalige Indikator „Mengenmäßiger Grundwasserzustand“ 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 für 2023	Es wurden verschiedene Formen der Regionalisierung des Indikators erprobt (anhand von Kategorien unterschiedlicher Niederschlagsmengen und unterschiedlicher Ausprägungen der klimatischen Wasserbilanz). Die LAWA Kleingruppe Klimaindikatoren entschied jedoch, den Indikator im Monitoringbericht nur in der bundesweiten Aggregation abzubilden. An einer geeigneten Form der Regionalisierung des Indikators, welche die klimatologische Differenzierung innerhalb Deutschlands bestmöglich abbildet, soll jedoch im Rahmen der LAWA Kleingruppe Klimaindikatoren weitergearbeitet werden. Perspektivisch sollte eine Regionalisierung des Indikators erfolgen. Im Rahmen der IKSE haben sich die „Elbe-Länder“ mit Tschechien auf eine Methode zur Auswertung von Niedrigwassersituationen im Grundwasser geeinigt, die allerdings bisher nur beispielhaft einmal in Thüringen angewendet wurde. Es ist in der LAWA-KG zu erörtern, ob diese Methodik möglicherweise Impulse zur weiteren Verbesserung des Indikators geben kann. Die Messstellenauswahl soll durch eine Messstelle im nordwestlichen Saarland ergänzt werden.
	ggf. für	Eine Trendanalyse über die gesamte Zeitreihe hinweg wird inso-

	2023	fern kritisch gesehen, als sich in der Entwicklung des Grundwasserstands deutliche Cluster erkennen lassen. So gab es beispielsweise ein ausgeprägtes Nasscluster von 1965 bis 1970. Zudem könnte eine Bruchpunktanalyse hilfreich sein, um herauszuarbeiten, wann deutliche Regimeänderungen im Zeitverlauf stattgefunden haben. Im Falle des Grundwasserstands gab es eine solche Regimeänderung zeitgleich zu einem Bruchpunkt im mittleren Temperaturniveau in Deutschland um das Jahr 1988 (Abnahme Überschreitung MHW und Zunahme Unterschreitung MNW).
--	------	---

I Beschreibung

Interne Nr. WW-I-8	Titel: Grundwasserstand und Quellschüttung
Einheit: <u>Teil A:</u> Anzahl <u>Teil B:</u> Anzahl	<p>Kurzbeschreibung des Indikators:</p> <p><u>Teil A:</u> Monate mit einer Überschreitung des mittleren höchsten Grundwasserstands / der mittleren höchsten Quellschüttung der Referenzperiode 1971-2000</p> <p><u>Teil B:</u> Monate mit einer Unterschreitung des mittleren niedrigsten Grundwasserstands / der mittleren niedrigsten Quellschüttung der Referenzperiode 1971-2000</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>Ermittlung der Referenzwerte zu den höchsten bzw. niedrigsten Grundwasserständen / Quellschüttungen für die Referenzperiode 1971-2000 für jede einzelne Messstelle</p> <p>Für Teil A: Mittlerer höchster Grundwasserstand / mittlere höchste Quellschüttung₁₉₇₁₋₂₀₀₀ = Mittelwert der jährlichen Höchststände der hydrologischen Jahre 1971-2000</p> <p>Für Teil B: Mittlerer niedrigster Grundwasserstand / mittlere niedrigste Quellschüttung₁₉₇₁₋₂₀₀₀ = Mittelwert der jährlichen Niedrigstände der hydrologischen Jahre 1971-2000</p> <p><u>Schritt 2:</u></p> <p>Für Teil A: Für jede einzelne Messstelle Ermittlung der Anzahl der Monate eines jeden hydrologischen Jahres, in denen der Monatsmittelwert den langjährigen höchsten Grundwasserstand / die langjährig höchste Quellschüttung (aus Schritt 1) überschreitet.</p> <p>Mittlerer Grundwasserstand bzw. mittlere Quellschüttung_{Monat} – Mittlerer höchster Grundwasserstand bzw. mittlere höchste Quellschüttung₁₉₇₁₋₂₀₀₀ > 0</p> <p>Für Teil B: Für jede einzelne Messstelle Ermittlung der Anzahl der Monate eines jeden hydrologischen Jahres, in denen der Monatsmittelwert den langjährigen niedrigsten Grundwasserstand / die langjährig niedrigste Quellschüttung (aus Schritt 1) unterschreitet.</p> <p>Mittlerer Grundwasserstand bzw. mittlere Quellschüttung_{Monat} – Mittlerer niedrigster Grundwasserstand bzw. mittlere niedrigste Quellschüttung₁₉₇₁₋₂₀₀₀ < 0</p> <p><u>Hinweis:</u> Es werden alle Messstellen berücksichtigt, zu denen für mind. 6 Monate des jeweiligen hydrologischen Jahres Monatsmittelwerte vorliegen.</p> <p><u>Schritt 3:</u></p>

	<p>Für Teil A: Mittelung aller Monatssummen mit Überschreitungen des langjährigen höchsten Grundwasserstands / der langjährigen höchsten Quellschüttung (aus Schritt 2) für die im jeweiligen Jahr berücksichtigten Messstellen.</p> <p>Für Teil B: Mittelung aller Monatssummen mit Unterschreitungen des langjährigen niedrigsten Grundwasserstands / der langjährigen niedrigsten Quellschüttung (aus Schritt 2) für die im jeweiligen Jahr berücksichtigten Messstellen.</p>
Interpretation des Indikatorwerts:	<p><u>Teil A:</u> Je höher der Indikatorwert ist, an desto mehr Monaten im Mittel der betrachteten Messstellen kommt es zu Überschreitungen des langjährigen höchsten Grundwasserstands bzw. der langjährigen höchsten Quellschüttung.</p> <p><u>Teil B:</u> Je höher der Indikatorwert ist, an desto mehr Monaten im Mittel der betrachteten Messstellen kommt es zu Unterschreitungen des langjährigen niedrigsten Grundwasserstands bzw. der langjährigen niedrigsten Quellschüttung.</p>

II Einordnung

Handlungsfeld:	Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz
Themenfeld:	Grundwasserneubildung/Grundwasserstand
Thematischer Teilaspekt:	Veränderung von Grundwasserständen
DPSIR:	Impact

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:	<p>Klimafolgenmonitoring Baden-Württemberg: I-WH-1 Grundwasserstand und Quellschüttung</p> <p>Klimafolgenmonitoring Nordrhein-Westfalen: 2.4 Grundwasserstand, 2.5 Grundwasserneubildung</p> <p>Klimafolgenmonitoring Thüringen: I-WW-1 Schwankung des Grundwasserstands</p> <p>Klimafolgenmonitoring Sachsen: I-W3 Entwicklung des Grundwasserstands</p>
Begründung:	<p>Ursache-Wirkungszusammenhang:</p> <p>Der Klimawandel beeinflusst die Grundwasserneubildung durch veränderte Temperaturen und Niederschläge: Wegen steigender Temperaturen erhöht sich unter anderem die Verdunstung und damit verringert sich die Versickerung und Grundwasserneubildung. Die veränderten Niederschlagsverhältnisse beeinflussen über den Abfluss an der Oberfläche die Grundwasserneubildung. Während Niederschlagszunahmen in den Wintermonaten tendenziell einen Anstieg der Grundwasserstände vermuten lassen, können Niederschlagsabnahmen in den Sommermonaten zu einer Verringerung der Grundwasserneubildungsrate führen. Grundsätzlich wirken Veränderungen des Verdunstungsanspruchs der Atmosphäre und des Niederschlagsregimes bei der Beeinflussung des Grundwasserstands stark zusammen. Durch welchen der Faktoren in einem bestimmten Jahr oder auch in einer Episode die Grundwasserstände dominierend beeinflusst werden, lässt sich ohne eine genauere Betrachtung des jeweiligen Gebietsniederschlags i. d. R. nicht sagen.</p> <p>Im Vergleich zu Oberflächengewässern reagieren Grundwässer langfristig auf die Verschiebung von Niederschlagsmengen, wodurch z. B. Jahre mit einer geringen Gesamtniederschlagsmenge kompensiert werden können. Allerdings können lokale Niederschlagszunahmen auch durch ansteigende Temperaturen und damit einhergehender erhöhter Verdunstung überkompensiert werden.</p>

	<p>Wichtig ist, dass der Klimawandel nicht nur die Grundwasserneubildung beeinflusst, sondern auch die Nutzung des Grundwassers: Der Anstieg der Lufttemperaturen bzw. der Häufigkeit und Dauer von Hitzeperioden kann zur verstärkten Wasserentnahmen für Trink- und Brauchwasserzwecke führen.</p> <p>Vor allem in Grundwasserkörpern, die der Trink- oder Brauchwasserentnahme unterliegen (z. B. für die landwirtschaftliche Bewässerung) ist der Grundwasserstand in erheblichem Maße von der Intensität dieser Nutzungen beeinflusst. Beispielsweise stiegen die Grundwasserentnahmen als Folge des Bevölkerungswachstums in den 1960er/70er-Jahren und des Wirtschaftswachstums (insbesondere im produzierenden Gewerbe) bis in die 1980er Jahre an.</p> <p>Um Effekte des Klimawandels abzubilden, bedarf es daher der Beobachtung möglichst weitgehend anthropogen unbeeinflusster Grundwassermessstellen oder Quellschüttungen. Quellschüttungen sind in Festgesteinsgebieten zumeist die einzige Möglichkeit, Aussagen über die Grundwasserquantität zu erzielen.</p> <p>Relevanz:</p> <p>In Deutschland werden zwei Drittel des Trinkwassers aus Grundwasser gewonnen. Die Neubildung qualitativ hochwertigen Grundwassers ist daher eine grundlegende Voraussetzung für eine nachhaltige Trinkwasserbereitstellung. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl grundwasserabhängiger Ökosysteme. Hierzu gehören Feuchtgebiete, die Teil eines Oberflächengewässers sind (wie z. B. Röhrichtgürtel an Seen oder Bruchwälder an Flüssen) sowie Biotoptypen auf Standorten mit einem Grundwasserflurabstand von drei, mitunter sogar bis zu fünf Metern. Diese Ökosysteme sind von Veränderungen des Grundwasserstands direkt betroffen. Von Relevanz ist ebenfalls, dass Oberflächengewässer auch aus dem Grundwasser gespeist werden, was auch oder insbesondere in Trockenzeiten bedeutsam ist.</p> <p>Auswahl der Messstellen für das bundesweite Netz:</p> <p>Der DAS-Indikator zur Entwicklung des Grundwasserstands dient dem Ziel, klimabedingte Veränderungen der Grundwassermenge an anthropogen möglichst unbeeinflussten Messstellen zu erfassen. Für den Indikator werden Daten von den Ländern ausgewählter Messstellen analysiert. Die Auswahl der Messstellen erfolgte nach den folgenden Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none">• anthropogen möglichst unbeeinflusst, d. h. im Einzugsgebiet möglichst keine Grundwasserentnahmen, keine Beregnungen, wenig Versiegelung und wenige Änderungen in der Flächenbewirtschaftung (vor allem für die Messstellen in den neuen Bundesländern ist zu berücksichtigen, dass nach der Wende die Entnahme teilweise großer Wassermengen aus chemisch eher weniger geeigneten Grundwasserleitern aufgegeben wurde),• Verfilterung im obersten wasserwirtschaftlich genutzten Grundwasserleiter, nicht tiefer als 40 m unter Gelände, die Filterunterkante stets unterhalb des niedrigsten zu erwartenden Grundwasserstand, bzw. Ausbau bis zur Aquiferbasis (ein Trockenfallen der Messstelle ist unbedingt zu vermeiden);• ungespannte Grundwasserleiter; bindige, nicht weitflächig durchgehende Deckschichten müssen hingegen kein Ausschlusskriterium darstellen. <p>Außerdem wurden folgende Anforderungen an die Datenverfügbarkeit und -qualität gestellt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Datenverfügbarkeit für eine Zeitreihe mindestens ab dem hydrologischen Jahr 1971,• regelmäßiger Messturnus (mindestens monatlich), Lücken oder geringerer Turnus möglichst nicht mehr als zwei Jahre innerhalb des 30 Jahreszeitraums,• keine erkennbaren Messfehler z. B. durch Gerätedefekt, Wechsel der Geräte oder Methodik, Messstellenverlegung, Ablesefehler, Beobachterwechsel etc. (es erfolgte durch die Datenbereiter eine „Sichtprüfung“ der Ganmlinien),
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Datenerhebung an der Messstelle auch in Zukunft gesichert (dies betrifft u. a. die unbeschränkte Zugänglichkeit des Grundstücks, auf dem sich die Messstelle befindet, oder der Ausschluss von in naher Zukunft absehbar reparaturbedürftigen Messstellen). <p>Für die Auswahl der Messstellen war außerdem entscheidend, dass sie räumlich möglichst gleichmäßig über die Bundesrepublik verteilt sind und die 36 Hydrogeologischen Räume in Deutschland (nach BGR), möglichst abdecken, damit gesichert ist, dass die unterschiedlichen hydrogeologischen Verhältnisse bestmöglich repräsentiert werden(s. Anlage 1).</p> <p>Auswertung der Daten:</p> <p>Aufgrund der unterschiedlichen Charakteristika der Grundwasserverhältnisse an den Messstellen lassen sich die absoluten Messwerte über mehrere Messstellen nicht sinnvoll für eine bundesweite Darstellung mitteln. Jede Messstelle hat ihre eigenen Gangliniengesetzmäßigkeiten und ein unterschiedliches Trendverhalten. Daher werden für die Ermittlung des DAS-Indikators zunächst für jede einzelne Messstelle die Abweichungen von langjährigen Mitteln analysiert. Über diese individuellen Abweichungen (Monatsmittelwerte liegen über dem langjährigen höchsten bzw. unter dem mittleren langjährigen niedrigsten Grundwasserstand) ist dann eine Mittelung möglich.</p>
<p>Schwächen:</p>	<p>Trotz der gezielten Messstellenauswahl können, wenn auch mit wenigen Ausnahmen, aufgrund von Messlücken nicht in allen Jahren alle ausgewählten Messstellen berücksichtigt werden (eine Messstelle wird für ein definiertes Jahr dann nicht mitberücksichtigt, wenn die Anzahl der nicht vorliegenden Monatsmittelwerte in dem Wasserwirtschaftsjahr größer als 6 ist). Dadurch können sich kleinere Verschiebungen ergeben.</p> <p>Da nicht für alle Messstellen Daten bereits ab 1961 vorliegen, wurde die Referenzperiode auf den Zeitraum 1971-2000 gesetzt.</p> <p>Die Quellschüttungen unterscheiden sich (in Abhängigkeit ihrer Einzugsgebietsgröße) von den Grundwassermessstellen im Wesentlichen dadurch, dass sie schneller auf Änderungen des Niederschlagsregimes reagieren. Dennoch wurde gutachterlich entschieden, die Daten von Grundwassermessstellen und Quellschüttungen in der Auswertung zusammenzuführen.</p> <p>Innerjährliche Veränderungen werden mit dem Indikator nicht erfasst und dargestellt. Dies wäre jedoch mit den vorliegenden Daten grundsätzlich möglich.</p> <p>Der Indikator aggregiert derzeit noch die Daten über alle Messstellen hinweg. Es wurden verschiedene Formen der Regionalisierung des Indikators erprobt. Es muss jedoch noch weiter an einer adäquaten fachlichen Regionalisierung gearbeitet werden, welche die klimatologische Differenzierung innerhalb Deutschlands angemessen abbildet.</p>
<p>Rechtsgrundlagen, Strategien:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS) • EU-Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Europäischen Rates vom 23. Oktober 2000) (WRRL) • Grundwasserverordnung (Grundwasserverordnung vom 9. November 2010, BGBl. I S. 1513) (GrwV) • 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, Kap. 3.2.3: Gleichwohl können künftig vor allem bei längeren und häufiger auftretenden regionalen Trockenheitsphasen und Niedrigwasserperioden regional Nutzungskonflikte bei oberirdischen Gewässern und insbesondere bei oberflächennahen Grundwasserentnahmen (z. B. für Beregnung) möglich werden.</p>

Ziele:	<p>DAS, Kap. 3.2.14: Sinken Grundwasserneubildungsraten aufgrund klimatischer Auswirkungen, erfordern regionale Wasserknappheiten eine verstärkte raumordnerische Sicherung von Wasserressourcen und ein planerisches Hinwirken auf angepasste Nutzungen.</p> <p>EU-WRRL: Art. 4 (1), b), ii): Die Mitgliedstaaten schützen, verbessern und sanieren alle Grundwasserkörper und gewährleisten ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und -neubildung mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie [...] einen guten Zustand des Grundwassers zu erreichen.</p> <p>Anhang V Nr. 2.1 Mengenmäßiger Zustand des Grundwassers, 2.1.2 Guter Zustand: Der Grundwasserspiegel im Grundwasserkörper ist so beschaffen, dass die verfügbare Grundwasserressource nicht von der langfristigen mittleren jährlichen Entnahme überschritten wird.</p> <p>Grundwasserverordnung (GrwV) § 4 (2): Der mengenmäßige Grundwasserzustand ist gut, wenn 1. die Entwicklung der Grundwasserstände oder Quellschüttungen zeigt, dass die langfristige mittlere jährliche Grundwasserentnahme das nutzbare Grundwasserangebot nicht übersteigt und 2. durch menschliche Tätigkeiten bedingte Änderungen des Grundwasserstandes zukünftig nicht dazu führen, dass a) die Bewirtschaftungsziele nach den §§ 27 und 44 des Wasserhaushaltsgesetzes für die Oberflächengewässer, die mit dem Grundwasserkörper in hydraulischer Verbindung stehen, verfehlt werden, b) sich der Zustand dieser Oberflächengewässer im Sinne von § 3 Nummer 8 des Wasserhaushaltsgesetzes signifikant verschlechtert, c) Landökosysteme, die direkt vom Grundwasserkörper abhängig sind, signifikant geschädigt werden und d) das Grundwasser durch Zustrom von Salzwasser oder anderen Schadstoffen infolge räumlich und zeitlich begrenzter Änderungen der Grundwasserfließrichtung nachteilig verändert wird.</p> <p>MKRO 2013, Kap. 3.5: Das Handlungskonzept identifiziert folgende Handlungsbedarfe: Festlegung von Vorranggebieten (ggf. Vorbehaltsgebieten) für den Grundwasserschutz (oder vergleichbare Vorranggebiete), Unterstützung des Erhalts bzw. der Verbesserung des Wasserhaushaltes der Böden (Erhöhung der Wasserspeicherfähigkeit, Verbesserung des Infiltrationsvermögens) in den empfindlichen Bereichen der Grundwassereinzugsgebiete, Vorausschauende Lenkung stark (grund-)wasserverbrauchender Nutzungen.</p>
Berichtspflichten:	<p>Im Rahmen ihrer Berichtspflichten gegenüber der EU (Artikel 8 und 15 WRRL), sind die Bundesländer verpflichtet, über die Ergebnisse der Überwachung des (mengenmäßigen) Zustands des Grundwassers auf Ebene der Grundwasserkörper zu berichten. Hierzu sind Erhebungen zum Grundwasserstand erforderlich.</p>

IV Technische Informationen

Datenquelle:	Grundwassermessstellen und Messungen von Quellschüttungen der Bundesländer: Messungen zum Grundwasserstand (Monatsmittelwerte sowie jährliche Höchst- und Niedrigststände) (s. Anlage 1)	
Räumliche Auflösung:	flächenhaft	NUTS 0
Geographische Abdeckung:	alle Bundesländer (außer dem Saarland, dessen hydrogeologische Räume durch Messstellen in Rheinland-Pfalz ausreichend repräsentiert sind, sowie den Stadtstaaten Hamburg, Berlin und Bremen), insgesamt 136 Messstellen	

Zeitliche Auflösung:	jährlich, seit 1971 Zusätzlich wird im Indikator der Zeitraum 1961-1970 abgebildet. Allerdings liegen für den Zeitabschnitt von 1961 bis 1963 nur für 96 der insgesamt 136 Messstellen Daten zur Verfügung; an den anderen Messstellen starteten die Erhebungen später. Es entsteht dadurch ein Bruch in der Zeitreihe.
Beschränkungen:	keine
Verweis auf Daten-Factsheets:	WW-I-1_Daten_Grundwasserstand.xlsx

V Zusatz-Informationen

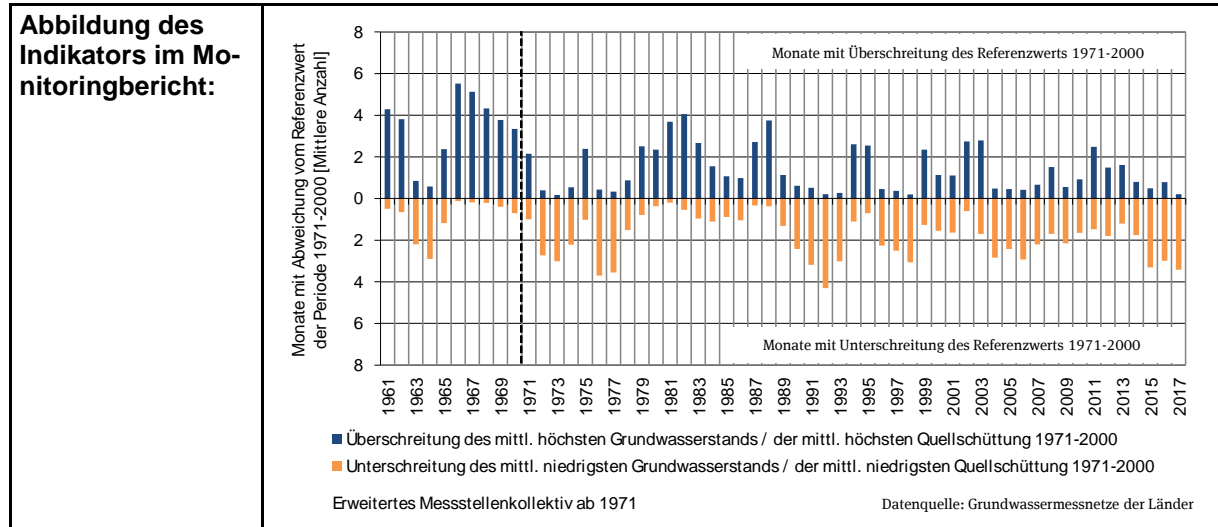
Glossar:	<p>Grundwasser: alles unterirdische Wasser unterhalb der Bodenoberfläche, das den Porenraum einer Boden- bzw. Gesteinsmatrix zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich von der Schwerkraft bestimmt wird.</p> <p>Grundwasserkörper: ein eindeutig abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter</p> <p>Grundwasserleiter: Gesteinskörper, der aufgrund seines Gehaltes an Hohlräumen in der Lage ist, Grundwasser weiterzuleiten, so dass entweder ein nennenswerter Grundwasserstrom oder die Entnahme erheblicher Grundwassermengen möglich ist</p> <p>Grundwasserstand: das Niveau in der gesättigten Zone, auf dem der hydrostatische Druck gleich dem Atmosphärendruck ist</p> <p>Quellschüttung: Eine Quellschüttung stellt den unterirdischen Anteil des Abflusses im Wasserkreislauf dar. Durch die Messung der Quellschüttungen können die Grundwasserverhältnisse in nur geringdurchlässigen Grundwasserleitern sinnvoll beobachtet werden. Als Messmethoden zur Erfassung der Quellschüttung kommen beispielsweise die Volumen-Füllzeitmessung, die Wasserstandsmessung, die Messung über die Geschwindigkeitsverteilung oder die Durchflussbestimmung in Rohren zum Einsatz.</p> <p>Hydrogeologische Raumgliederung: Als Grundlage für die Bestandsaufnahme und Zustandsanalyse der Grundwasserkörper in Deutschland gemäß EU-WRRL wurden von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) eine geologisch-hydrogeologische Beschreibung der Grundwasserleiter und ein hydrogeologische Raumgliederung (HYRAUM) erarbeitet. Letztere liefert eine Abgrenzung von Gebieten mit gleichen oder sehr ähnlichen hydrogeologischen Eigenschaften, wobei diese Gebiete mit abnehmendem Detaillierungsgrad Hydrogeologische Einheiten, Hydrogeologische Teilräume, Hydrogeologische Räume und Hydrogeologische Großräume umfassen.</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>MNQ: Mittlerer 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 m³/s)</p>
Weiterführende Informationen:	<p>Informationen zur HYRAUM der BGR: www.bgr.bund.de/DE/Themen/Wasser/Projekte/abgeschlossen/Beratung/Hyraum/hyraum_projektbeschr.html?nn=1546102</p> <p>AnKliG-Bericht 2010: Anpassungsstrategien an Klimatrends und Extremwetter und Maßnahmen für ein nachhaltiges Grundwassermanagement. BMBF-Fördermaßnahme: Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen, Teilaspekt B: Anpassung an Klimatrends und Extremwetter, Darmstadt, 130 S.</p>

	<p>www.anklig.de/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=6&Itemid=16</p> <p>Arbeitskreis KLIWA (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg – LUBW, Bayerisches Landesamt für Umwelt – LfU, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz – LUWG, Deutscher Wetterdienst – DWD) (Hrsg.) 2011: Langzeitverhalten von Grundwasserständen, Quellschüttungen und grundwasserbürtigen Abflüssen in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz. KLIWA-Berichte Heft 16, 148 S.</p> <p>Arbeitskreis KLIWA (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg – LUBW, Bayerisches Landesamt für Umwelt – LfU, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz – LUWG, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie – HLNUG (Gaststatus), Deutscher Wetterdienst – DWD) (Hrsg.) 2017: Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen (1951-2015). KLIWA-Berichte Heft 21, 102 S.</p> <p>Bannick C., Engelmann B., Fendler R., Frauenstein J., Ginzky H., Hornemann C., Ilvonen O., Kirschbaum B., Penn-Bressel G., Rechenberg J., Richter S., Roy L., Wolter R. 2008: Grundwasser in Deutschland. In: BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Reihe Umweltpolitik, Berlin, 71 S.</p> <p>www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3642.pdf</p> <p>Euler C., Gerdes H. und Kämpf M. 2009: Sustainable Groundwater Management and Climate Change. Water And Waste 2009, 3 S.</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 und dem Saarland) müssen Daten von ihren Messstellen zuliefern.
	Daten-verarbeitung:	3	Zur Darstellung des Indikators ist eine komplexere Datenaufbereitung und -verarbeitung notwendig.
<u>Erläuterung:</u> Die Daten müssen von den Ländern individuell angefragt werden. In einigen Ländern können die jährlichen Höchst- und Niedrigstwerte nicht einfach aus den Datenbanken ausgelesen werden. Für die weitere Verarbeitung sind Auswertungsroutinen im Daten-Factsheet angelegt. Der Zeitaufwand für die Berechnung des Indikators wird auf ca. 3-4 Arbeitstage geschätzt.			
Datenkosten:	keine		
Zuständigkeit:	Koordinationsstelle		
	<u>Erläuterung:</u> Die Datenanfrage an die Länder muss über die LAWA-Gremien erfolgen.		

VII Darstellungsvorschlag



VIII Anlagen

Anlage 1 – Lage der ausgewählten Grundwassermessstellen und Quellschüttungen

Liste der Hydrogeologischen Räume der BGR und deren Abdeckung mit Messstellen (136):
Die Messstellen, die nach 1971 die Datenreihe ergänzen sind grau hinterlegt.

Hydrogeologischer (Groß-)Raum	Land	Messstellenbezeichnung
1 Nord- und mitteldeutsches Lockergesteinsgebiet		
11	Nordseeinseln und Watten	NI 9850250 Norderney/Leuchtf.
12	Nordseemarschen	NI 9842421 Greetsiel I 9610015 Seefeld-Schule 600040381 Eichholz GA1
13	Niederungen im nord- und mittel-deutschen Lockergesteinsgebiet	BB 33442420 Schönwalde (Ersatzmessstelle) 33520968 Letschin, KSP Nr. 52 37520272 Schlaubehammer
		NI 40507420 Esche 9700159 Langwege 40501010 Aschendorf 500003018 LGD 004 N Doehlbergen 500000088 GUN 040/1 Sandlingen
		NW 100151085 AU 507 Stellerdamm
		ST 31370022 Werben 35320009 Rätzlingen 35370071 Schelldorf 35396708 Zabakuck-Annenhof
14	Norddeutsches Jungpleistozän	BB 28453495 Bredereiche (Ersatzmessstelle) 29490617 Sternfelde 36532681 Ffo, Gastst. Südring 39506107 Dollgen
		SH 10L59011001 Boren I / 10L59011002 Boren 10L57052001 Mucheln
		MV Klein Müritz Kölpin OP Massow-Kornhorst OP Zirkow OP
15	Nord- und mitteldeutsches Mittelpleistozän	BB 28401031 Liebenthal 40441030 Bochow, ca. 500 m südl. Bochow
		NI 9850631 Remels 600041031 Molzen F1 40501871 Ostenwalde I 400061432 Fickmuehlen 143/2RS FI 400061750 Axstedt 175/1R 400061770 Wohnste 177/3RS 100000732 Tiddische I 200000788 Wietzen 500003036 GD 38 N 13 Tetendorf
		SH 10L59131001 Jerrishoe II / 10L59131003 Jerrishoe 10L58007001 Arpsdorf / 10L58007008 Arpsdorf Bahn- straße
		SN 46430531 Meltewitz
		ST 33330001 Siedentramm 40380014 Leps 42380006 Lausigk
		MV Lüblow
16	Altmoränengeest	SH 10L61003001 Agethorst I / 10L61003004 Agethorst 10L54126001 Stedesand (S) / 10L54126004 Stedesand 10L56044001 Schenefeld Schule
17	Lausitzer Känozoikum	SN 46510609 Cunnewitz

Hydrogeologischer (Groß-)Raum		Land	Messstellenbezeichnung
			46530582 Neudorf 46553074 Trebus
2 Rheinisch-Westfälisches Tiefland			
21	Sandmünsterland	NW	20104030 IB/3A LGD Bokel
22	Münsterländer Kreidebecken	NW	91141102 Niederbauer ML1
23	Niederrheinische Tieflandsbucht	NW	80100740 Wachtendonk 012 40100261 Bislicher Wald 42 30100410 Rati-Fahrenkothen
3 Oberrheingraben mit Mainzer Becken und nordhessischem Tertiär			
31	Oberrheingraben mit Mainzer Becken	BW HE RP	126/114-5 SBR 959 Hauptstraße, Willstätt 130/070-4 GWM 1455 Schlatt 2, Bad Krozingen 12018 Mörfelden 1003 Wörth am Rhein, Langenberg 2032 Gimbsheim
32	Untermainsenke	BY	FRUEHLINGSLUST 86A
33	Nordhessisches Tertiär	HE	7449 Lehnheim
4 Alpenvorland			
41	Süddeutsches Molassebecken	BW BY	102/814-8 BWM B 1002 LW Gewann Hohe Schwärze, Niederstotzingen ANZINGERSAUSCHUETT 305A Helchenbach 18/2 ZANKENHAUSEN 280A ARBING 336A Bad Wörishofen 493 KARLSKRON-PROBF. 132C
5 Mitteldeutsches Bruchschollenland			
51	Nordwestdeutsches Bergland	HE NI	5122 Calden 9700081 Föckinghausen 40000385 Luttrum 3
52	Mitteldeutscher Buntsandstein	HE TH	5524 Elbenberg 6312 Ernsthäusen 6429 Meckbach 9573 Breitenborn 8584 Eichenzell 115411 Immelborn
53	Subherzyne Senke	ST	42350006 Giersleben
54	Thüringische Senke	ST TH	45326569 Bennungen 48370023 Plennschütz 47366287 Zeddenbach 117432 Beberstedt 133130 Hy Haufeld 1/1965 (P 48) 115721 Leina 117524 Reinsdorf-Artern 117452 Schernberg
6 West- und süddeutsches Schichtstufen- und Bruchschollenland			
61	Südwestdeutsche Trias	RP	3012 Waldmohr 4011 Rittersdorf
62	Süddeutscher Buntsandstein und Muschelkalk	BW HE BY	600/554-9 QF Nächstquelle Götzingen, Buchen (Odenwald) 14017 OLFEN Brunnenquelle Mittelsinn 2/5 Forsthausquelle 2/7C RUECK 178
63	Süddeutscher Keuper und Albvorland	BW	101/320-1 GWM 1044 Allmendshofen, Donaueschingen 600/407-7 QF Hintere Quelle, Hilsbach

Hydrogeologischer (Groß-)Raum	Land	Messstellenbezeichnung	
	TH BY	600/564-8 QF Jägerbrunnen, Beuren 116268 Römhild (0011) Hohenmühle 8/2 MEINHEIM 429	
64	Schwäbische und Fränkische Alb BW BY	600/665-7 QF Blautopf, Blaubeuren 601/517-7 QF Gallusquelle Hermentingen, Veringerstadt Ellernbachquelle Rossdach 3/6 BADANHAUSEN 8B BETZENSTEIN, T.BR.TB Dorfquelle Adlholz 9/21	
65	Nördlinger Ries	BY	MONHEIM 568
66	Thüringisch-Fränkisches Bruchschollenland	BY	NEUENPLOS 119
7 Alpen			
71	Nordalpen	BY	ARZBACH 246C HAEUSER 3A/TR
8 West- und mitteldeutsches Grundgebirge			
81	Rheinisches Schiefergebirge	HE RP	7325 Herborn 4026 Wittlich 6063 Neuwied, Block Heimbach
82	Saar-Nahe-Becken	RP	3507 Wolfstein
83	Mitteldeutsches Grundgebirge	ST TH	43340010 Walbeck 43370015 Nauendorf 202240 Hy Ellrich 7/1969 (GWBR 2)
9 Südostdeutsches Grundgebirge			
91	Elbtalgraben	SN	47450143 Nickritz
92	Fichtelgebirge-Erzgebirge	BY SN	Gräumwiesenquelle 9-5 52410759 Muelsen-St-Niclas 52411193 Bernsdorf
93	Lausitzer Granodioritkomplex	SN	49510347 Neukirch 50550642 Dittelsdorf
94	Nordwestsächsische Senke	SN	47450159 Stauchitz 49420959 Weissbach
95	Oberpfälzer-Bayerischer Wald	BY	Kirchendenenreuth 9/12 PFRENTSCH HSNR15 17 HOHENWARTH 14/2
96	Südostdeutsches Schiefergebirge	TH BY SN	133259 Hy Dittersdorf (Unterflur) 133231 Hy Loitsch (Stellwerk) Zweiwege-Quellen 4/2 54393688 Schneidenbach, W 1925 56392797 Unterwürschnitz
97	Thüringer Wald	TH	118836 Frauenwald / Schmiedefeld
10 Schwarzwald, Vorspessart und Odenwald			
101	Südwestdeutsches Grundgebirge	BW	600/222-6 QF Sportplatz, Höchenschwand 601/219-3 QF 23 Rothansenhof, Furtwangen

Lage der ausgewählten Grundwassermessstellen und Quellschüttungen in den hydrogeologischen Räumen nach BGR:

