

Indikator-Factsheet: Grundwasserstand und Quellschüttung

Verfasser*innen:	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3716 48 104 0 Überarbeitet i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3720 48 101 0	
Mitwirkung:	für 2019: Neuentwicklung in Zusammenarbeit mit der Untergruppe Grundwasser der LAWA Kleingruppe (KG) 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 (LANUV), 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) für 2023: Überarbeitet in Zusammenarbeit mit der Untergruppe Grundwasser der LAWA Kleingruppe (KG) Klimaindikatoren	
Letzte Aktualisierung:	16.01.2019	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Neufassung des Indikators; 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
	09.03.2022	Bosch & Partner GmbH (Can Ölmez, Konstanze Schönthaler) Überarbeitung der Messstellenauswahl in Niedersachsen und Thüringen, Umsetzung der in der LAWA-Kleingruppe Klimaindikatoren vereinbarten Regionalisierung des Indikators in eine Region Nord und eine Region Süd. Nummerierung und Titel des Indikators geändert (vormals WW-I-1 Grundwasserstand)
	25.10.2022	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Einarbeitung von Anregungen zur perspektivischen Weiterentwicklung im Rahmen der abschließenden Sitzung der LAWA Kleingruppe Klimaindikatoren am 24.10.2022
	06.11.2023	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler): Aktualisierung der Links
Nächste Fortschreibung:	ab sofort für 2027	Im Rahmen der IKSE haben sich die „Elbe-Länder“ mit Tschechien auf eine Methode zur Auswertung von

		Niedrigwassersituationen im Grundwasser geeignet, die allerdings bisher nur beispielhaft einmal in Thüringen angewendet wurde. Es ist weiter zu erörtern, ob diese Methodik möglicherweise Impulse zur weiteren Verbesserung des Indikators geben kann. Ferner ist denkbar, ergänzend zu den Monaten mit Unter- und Überschreitungen künftig auch zu den Extremen der Unter- bzw. Überschreitung zu berichten und Darstellungen hierzu in den Indikator zu integrieren.
--	--	---

I Beschreibung

Interne Nr. WW-I-2	Titel: Grundwasserstand und Quellschüttung
Einheit: Indikator I: <u>Teil A:</u> Anzahl <u>Teil B:</u> Anzahl Indikator II: <u>Teil A:</u> Anzahl <u>Teil B:</u> Anzahl	Kurzbeschreibung des Indikators: Indikator I: Grundwasserstand und Quellschüttung in der Region Nord <u>Teil A:</u> Monate mit einer Überschreitung des mittleren höchsten Grundwasserstands / der mittleren höchsten Quellschüttung der Referenzperiode 1971–2000, gemittelt über alle Messstellen der Region Nord <u>Teil B:</u> Monate mit einer Unterschreitung des mittleren niedrigsten Grundwasserstands / der mittleren niedrigsten Quellschüttung der Referenzperiode 1971–2000, gemittelt über alle Messstellen der Region Nord Indikator II: Grundwasserstand und Quellschüttung in der Region Süd <u>Teil A:</u> Monate mit einer Überschreitung des mittleren höchsten Grundwasserstands / der mittleren höchsten Quellschüttung der Referenzperiode 1971–2000, gemittelt über alle Messstellen der Region Süd <u>Teil B:</u> Monate mit einer Unterschreitung des mittleren niedrigsten Grundwasserstands / der mittleren niedrigsten Quellschüttung der Referenzperiode 1971–2000, gemittelt über alle Messstellen der Region Süd Berechnungsvorschrift: <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. <u>Schritt 1:</u> Ermittlung der Referenzwerte zu den höchsten bzw. niedrigsten Grundwasserständen / Quellschüttungen für die Referenzperiode 1971-2000 für jede einzelne Messstelle Für Teil A: Mittlerer höchster Grundwasserstand / mittlere höchste Quellschüttung₁₉₇₁₋₂₀₀₀ = Mittelwert der jährlichen Höchststände der hydrologischen Jahre 1971-2000 Für Teil B: Mittlerer niedrigster Grundwasserstand / mittlere niedrigste Quellschüttung₁₉₇₁₋₂₀₀₀ = Mittelwert der jährlichen Niedrigststände der hydrologischen Jahre 1971-2000 <u>Schritt 2:</u> 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. Mittlerer Grundwasserstand bzw. mittlere Quellschüttung_{Monat} – Mittlerer höchster Grundwasserstand bzw. mittlere höchste Quellschüttung₁₉₇₁₋₂₀₀₀ > 0

	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. Mittlerer Grundwasserstand bzw. mittlere Quellschüttung_{Monat} – Mittlerer niedrigster Grundwasserstand bzw. mittlere niedrigste Quellschüttung₁₉₇₁₋₂₀₀₀ < 0 Hinweis: Es werden alle Messstellen berücksichtigt, zu denen für mind. 6 Monate des jeweiligen hydrologischen Jahres Monatsmittelwerte vorliegen. <u>Schritt 3:</u> 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, differenziert für die Region Nord (Indikator I) und die Region Süd (Indikator II) 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, differenziert für die Region Nord (Indikator I) und die Region Süd (Indikator II) Region Nord: alle Messstellen in den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt Region Süd: alle Messstellen in den Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Hessen, Sachsen, Thüringen
Interpretation des Indikatorwerts:	<u>Teil A:</u> Je höher der Indikatorwert ist, an desto mehr Monaten im Mittel der betrachteten Messstellen kommt es zu Überschreitungen des langjährigen mittleren höchsten Grundwasserstands bzw. der langjährigen mittleren höchsten Quellschüttung. <u>Teil B:</u> Je höher der Indikatorwert ist, an desto mehr Monaten im Mittel der betrachteten Messstellen kommt es zu Unterschreitungen des langjährigen mittleren niedrigsten Grundwasserstands bzw. der langjährigen mittleren niedrigsten Quellschüttung.

II Einordnung

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

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:	Klimafolgenmonitoring Baden-Württemberg: I-WH-1 Grundwasserstand und Quellschüttung Klimawandelmonitoring Brandenburg: W-4 Grundwasserzustand Klimafolgenmonitoring Nordrhein-Westfalen: 2.4 Grundwasserstand, 2.5 Grundwasserneubildung Klimafolgenmonitoring Thüringen: I-WW-1 Grundwasserstand und Quellschüttungen Klimafolgenmonitoring Sachsen: I-W3 Entwicklung des Grundwasserstands
---	---

	Klimafolgenmonitoring Sachsen-Anhalt: Langjähriger mittlerer Grundwasserstand für die Messstelle Piesdorf Klimawandelfolgenmonitoring Schleswig-Holstein: Grundwasserstand
Begründung:	Ursache-Wirkungszusammenhang: 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, kommt es in den Sommermonaten zu einer Reduzierung der Grundwasservorräte. 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. 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. 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 zu verstärkten Wasserentnahmen für Trink- und Brauchwasserzwecke führen. 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. 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. Relevanz: 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. Auswahl der Messstellen für das bundesweite Netz: 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: • anthropogen möglichst unbeeinflusst, d. h. im Einzugsgebiet möglichst keine Grundwasserentnahmen, keine Beregnungen, kein Bergbau (Absenkungstrichter), 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. Außerdem wurden folgende Anforderungen an die Datenverfügbarkeit und -qualität gestellt: • 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 Datenbereitsteller eine „Sichtprüfung“ der Ganglinien), • Datenerhebung an der Messstelle auch in Zukunft gesichert (dies betrifft u. a. die unbeschränkte Zugänglichkeit des Grundstücks, auf dem sich die Messstelle befindet, oder den Ausschluss von in naher Zukunft absehbar reparaturbedürftigen Messstellen). 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). Auswertung der Daten: 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. Aufgrund der unterschiedlichen naturräumlichen und klimatischen Voraussetzungen innerhalb Deutschlands wurde in Zusammenarbeit mit der LAWA-KG Klimaindikatoren entschieden, den Indikator für die Region Nord und Süd differenziert zu generieren. Die Grenze zwischen Nord und Süd wird dabei entlang von Bundeslandgrenzen gezogen. Weitere regionale Besonderheiten / Spezifika wie beispielsweise der zunehmende kontinentale Einfluss im norddeutschen Tiefland können im bundesweiten Monitoring nicht vertieft werden. Dies kann nur im Rahmen der länderspezifischen Berichterstattung thematisiert werden.
--	---

Einschränkungen:	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. Da nicht für alle Messstellen Daten bereits ab 1961 vorliegen, wurde die Referenzperiode auf den Zeitraum 1971-2000 gesetzt. 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. Innerjährliche Veränderungen werden mit dem Indikator nicht erfasst und dargestellt. Dies wäre jedoch mit den vorliegenden Daten grundsätzlich möglich.
Rechtsgrundlagen, Strategien:	• 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
In der DAS beschriebene Klimawandelfolgen	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.
Ziele:	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. 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. 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. 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 Grundwasserdargebot 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. 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.
Berichtspflichten:	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.

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 148 Messstellen	
Zeitliche Auflösung:	jährlich, seit 1961 Der Zeitraum 1961–1970 wird im Indikator separat ausgewiesen, da für diesen Zeitabschnitt nur für 117 der insgesamt 148 Messstellen Daten zur Verfügung stehen; an den anderen Messstellen starteten die Erhebungen später. Es entsteht dadurch ein Bruch in der Zeitreihe.	
Beschränkungen:	keine	
Verweis auf Daten-Factsheets:	WW-I-2_Daten_GWstand.xlsx	

V Zusatz-Informationen

Glossar:	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. Grundwasserkörper: ein eindeutig abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter Grundwasserleiter: Gesteinskörper, der aufgrund seines Gehaltes an Hohlräumen in der Lage ist, Grundwasser weiterzuleiten, sodass entweder ein nennenswerter Grundwasserstrom oder die Entnahme erheblicher Grundwassermengen möglich ist Grundwasserstand: das Niveau in der gesättigten Zone, auf dem der hydrostatische Druck gleich dem Atmosphärendruck ist Quellschüttung: Eine Quellschüttung stellt den unterirdischen Anteil des Abflusses im Wasserkreislauf dar. Durch die Messung der Quellschüttungen können die Grundwasserverhältnisse in nur geringdurchlässigen
-----------------	--

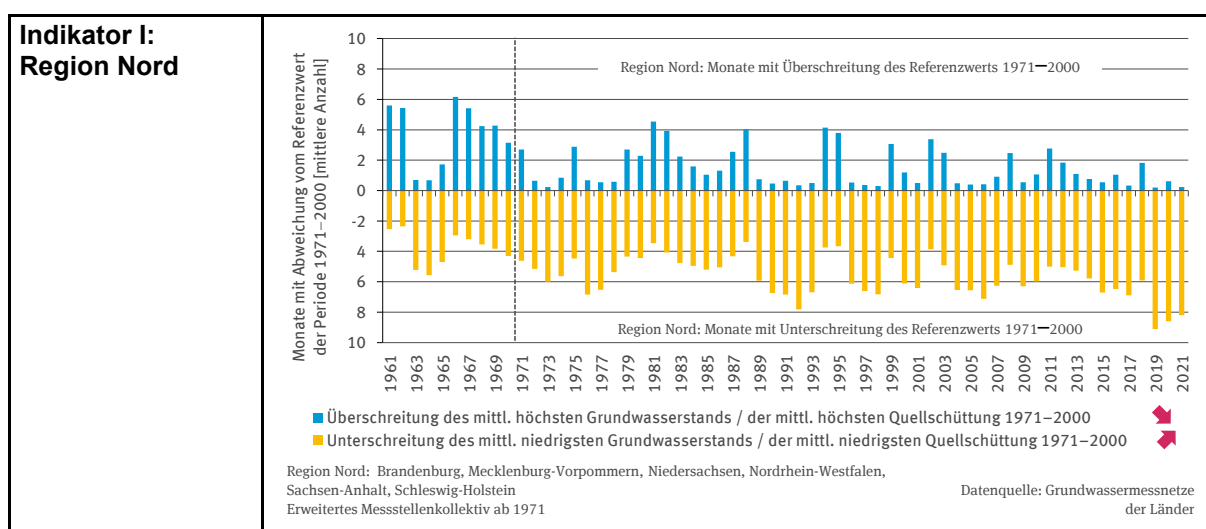
	Grundwasserleitern sinnvoll beobachtet werden. Als Messmethoden zur Erfassung der Quellschüttung kommen beispielsweise die Volumen-Füllzeitmessung, die Wasserstandsmessung, die Messung über die Geschwindigkeitsverteilung oder die Durchflussbestimmung in Rohren zum Einsatz. Hydrogeologische Raumgliederung: Als Grundlage für die Bestandsaufnahme und Zustandsanalyse der Grundwasserkörper in Deutschland gemäß EU-WRRRL wurden von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) eine geologisch-hydrogeologische Beschreibung der Grundwasserleiter und eine 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. 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) 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)
Weiterführende Informationen:	Informationen zur HYRAUM der BGR: www.bgr.bund.de/DE/Themen/Wasser/Projekte/abgeschlossen/Beratung/Hyraum/hyraum_projektbeschreibung.html?nn=1546102 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. www.anklig.de/_docs_/AnKliG-Bericht.pdf 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) (Hg.) 2011: Langzeitverhalten von Grundwasserständen, Quellschüttungen und grundwasserbürtigen Abflüssen in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz. KLIWA-Berichte Heft 16, 148 S. 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) (Hg.) 2017: Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz und Hessen (1951-2015). KLIWA-Berichte Heft 21, 102 S. 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 (Hg.): Reihe Umweltpolitik, Berlin, 71 S. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3642.pdf Cuthbert M. O., Gleeson T., Moosdorf N., Befus K. M., Schneider A., Hartmann J., Lehner B. 2019: Global patterns and dynamics of climate-groundwater interactions. Nature Climate Change volume 9: 137–141. doi: 10.1038/s41558-018-0386-4

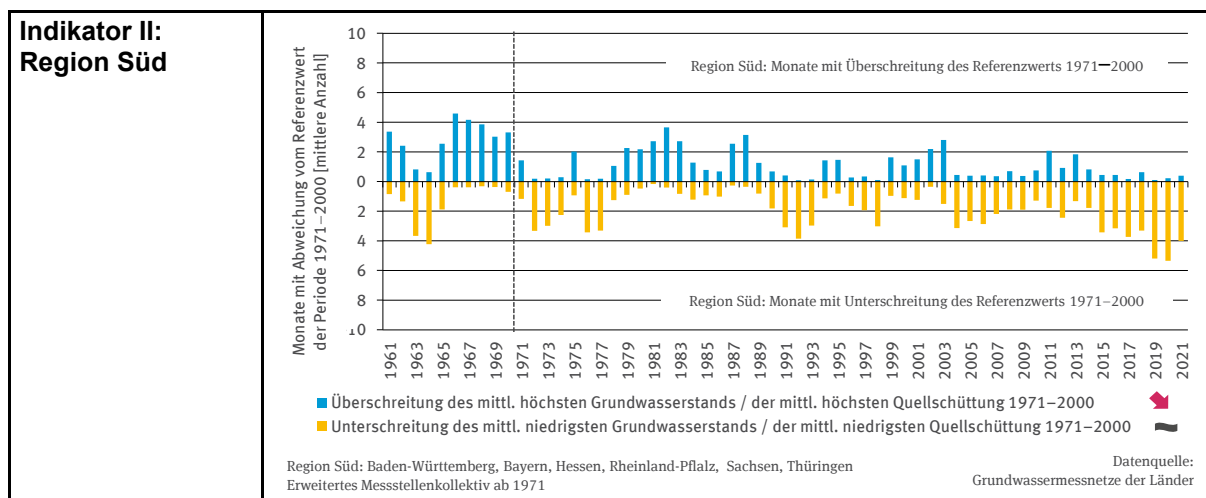
	LAWA – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser & Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2017: Wasserwirtschaftliche Klima-Indikatoren in vorhandenen Monitoring-Programmen – Bundesweite Zusammenstellung und Handlungsempfehlungen für eine Vereinheitlichung und Anpassung. Stuttgart, 128 S. Wunsch A., Liesch T., Broda S. 2022: Deep learning shows declining groundwater levels in Germany until 2100 due to climate change. Nature Communications 13, Article number: 1221. doi: 10.1038/s41467-022-28770-2
--	---

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 sollte 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 (148):
Die Messstellen, die nach 1971 die Datenreihe ergänzen sind grau hinterlegt.

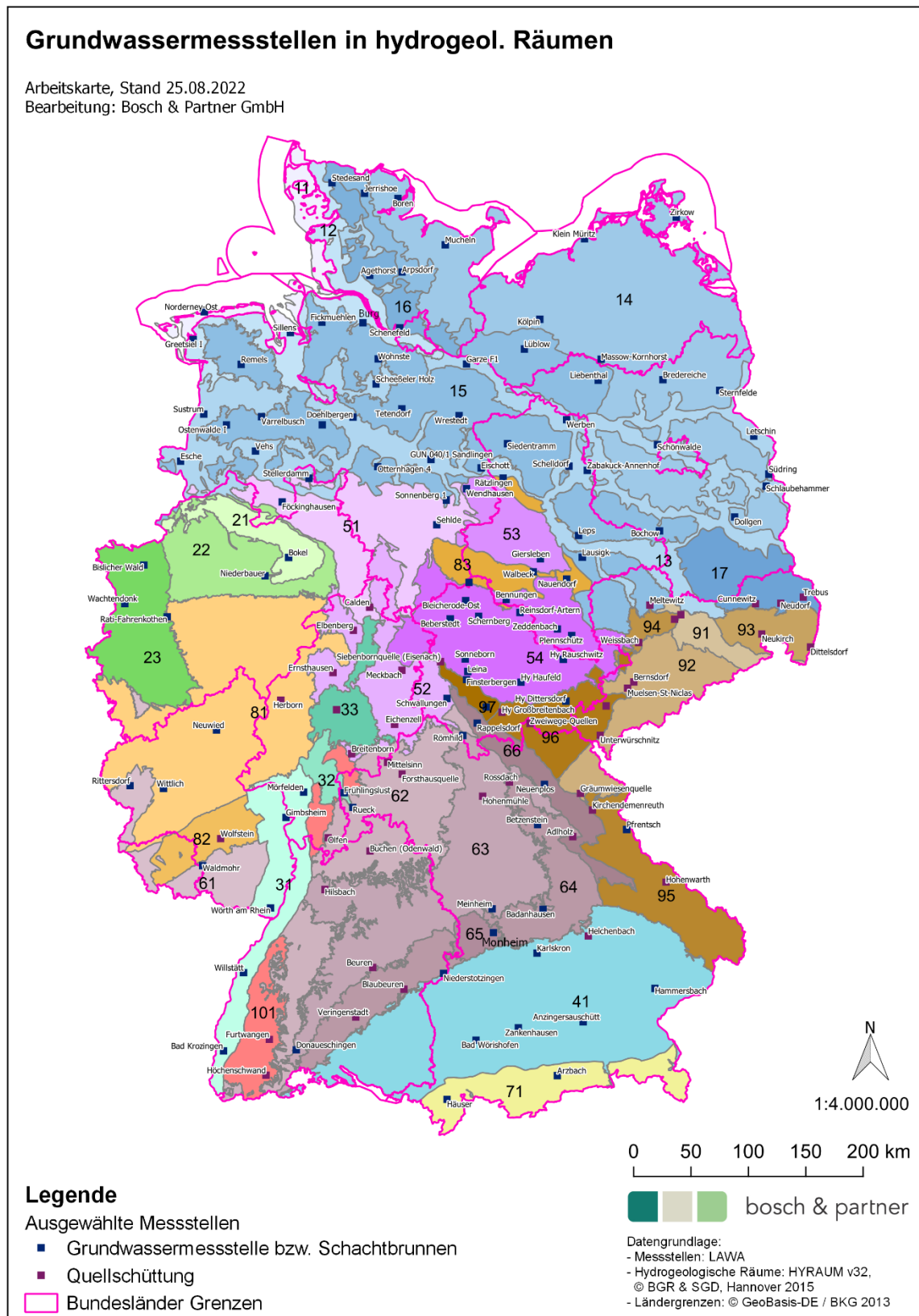
Hydrogeologischer (Groß-)Raum		Land	Messstellenbezeichnung
1 Nord- und mitteldeutsches Lockergesteinsgebiet			
11	Nordseeinseln und Watten	NI	9850661 Norderney-Ost
12	Nordseemarschen	NI	405030251 Burg UE 25 FI 9610117 Sillens 9842421 Greetsiel I
13	Niederungen im nord- und mitteldeutschen Lockergesteinsgebiet	BB	33442420 Schönwalde (Ersatzmessstelle) 33520968 Letschin, KSP Nr. 52 37520272 Schlaubehammer
		NI	40507420 Esche 600040461 Garze F1 500000088 GUN 040/1 Sandlingen 500003018 LGD 004 N Doehlbergen 40501180 Sustrum 500000531 UWO 055/1 Scheeßeler Holz 9700268 Vehs
		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
		MV	Klein Müritz Kölpin OP Massow-Kornhorst OP Zirkow OP
		SH	10L59011001 Boren I / 10L59011002 Boren 10L57052001 Mucheln

Hydrogeologischer (Groß-)Raum		Land	Messstellenbezeichnung		
15	Nord- und mitteldeutsches Mittelpleistozän	BB	28401031 Liebenthal 40441030 Bochow, ca. 500 m südl. Bochow		
		MV	Lüblow		
		NI	100000792 Eischott 400061432 Fickmuehlen 143/2RS FI 500003036 GD 38 N 13 Tetendorf 200000532 Neubruchhausen I 40501871 Ostenwalde I 40004396 Otternhagen 4 9850631 Remels 100003876 Sonnenberg 1 9700257 Varrelbusch 400061770 Wohnste 177/3RS 600041871 Wrestdedt F1		
			SH	10L59131001 Jerrishoe II / 10L59131003 Jerrishoe 10L58007001 Arpsdorf / 10L58007008 Arpsdorf Bahnhofstraße	
			SN	46430531 Meltewitz	
			ST	33330001 Siedentramm 40380014 Leps 42380006 Lausigk	
16	Altmoränengeest	SH	10L61003001 Agethorst I / 10L61003004 Agethorst 10L54126001 Stedesand (S) / 10L54126004 Stedesand 10L56044001 Schenefeld Schule		
17	Lausitzer Känozoikum	SN	46510609 Cunnewitz 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	126/114-5 SBR 959 Hauptstraße, Willstätt 130/070-4 GWM 1455 Schlatt 2, Bad Krozingen		
		HE	12018 Mörfelden		
		RP	1003 Wörth am Rhein, Langenberg 2032 Gimbsheim		
32	Untermainsenke	BY	FRUEHLINGSLUST 86A		
33	Nordhessisches Tertiär	HE	7449 Lehnheim		
4 Alpenvorland					
41	Süddeutsches Molassebecken	BW	102/814-8 BWB B 1002 LW Gewann Hohe Schwärze, Niederstotzingen		
		BY	ANZINGERSAUSCHUETT 305A Helchenbach 18/2 ZANKENHAUSEN 280A Hammersbach T3T Bad Wörishofen 493 KARLSKRON-PROBF. 132C		
5 Mitteldeutsches Bruchschollenland					
51	Nordwestdeutsches Bergland	HE	5122 Calden		
		NI	9700081 Föckinghausen 100000926 Sehlde		

Hydrogeologischer (Groß-)Raum	Land	Messstellenbezeichnung
52	Mitteldeutscher Buntsandstein	HE 5524 ELBENBERG 6312 ERNSTHAUSEN 6429 MECKBACH 9573 BREITENBORN 8584 EICHENZELL TH 118830 Schwallungen
53	Subherzyne Senke	NI 100000836 Wendhausen ST 42350006 Giersleben
54	Thüringische Senke	ST 45326569 Bennungen 48370023 Plennschütz 47366287 Zeddenbach TH 117524 Reinsdorf-Artern 111754 Sonneborn 115721 Leina 117432 Beberstedt 133130 Hy Haufeld 1/196 (P 48) 117452 Schernberg 117295 Bleicherode-Ost (Unterflur) 133105 Hy Rauschwitz 1/1964
6 West- und süddeutsches Schichtstufen- und Bruchschollenland		
61	Südwestdeutsche Trias	RP 3012 Waldmohr 4011 Rittersdorf
62	Süddeutscher Buntsandstein und Muschelkalk	BW 600/554-9 QF Nächstquelle Götzingen, Buchen (Odenwald) HE 14017 OLFEN BY 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 600/564-8 QF Jägerbrunnen, Beuren BY Hohenmühle 8/2 MEINHEIM 429 TH 116268 Römhild (0011)
64	Schwäbische und Fränkische Alb	BW 600/665-7 QF Blautopf, Blaubeuren 601/517-7 QF Gallusquelle Hermentingen, Veringenstadt BY 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 TH 108666 Rappelsdorf
7 Alpen		
71	Nordalpen	BY ARZBACH 246C HAEUSER 3A/TR
8 West- und mitteldeutsches Grundgebirge		
81	Rheinisches Schiefergebirge	HE 7325 Herborn RP 4026 Wittlich 6063 Neuwied, Block Heimbach
82	Saar-Nahe-Becken	RP 3507 Wolfstein
83	Mitteldeutsches Grundgebirge	ST 43340010 Walbeck 43370015 Nauendorf TH

Hydrogeologischer (Groß-)Raum	Land	Messstellenbezeichnung
		202240 Hy Ellrich 7/1969 (GWBR 2)
9 Südostdeutsches Grundgebirge		
91	Elbtalgraben	SN 47450143 Nickritz
92	Fichtelgebirge-Erzgebirge	BY Gräumwiesenquelle 9-5 SN 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 Kirchendemenreuth 9/12 PFRENTSCH HSNR15 17 HOHENWARTH 14/2
96	Südostdeutsches Schiefergebirge	BY Zweiwege-Quellen 4/2 SN 54393688 Schneidenbach, W 1925 56392797 Unterwürschnitz TH 133259 Hy Dittersdorf (Unterflur) 133279 Hy Großbreitenbach (Butalqu. / Hauptmannsborn)
97	Thüringer Wald	TH 118836 Frauenwald / Schmiedefeld 118707 Finsterbergen 118909 Siebenbornquelle (Eisenach)
10 Schwarzwald, Vorpessart 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:



Anlage 2 – Raumeinheiten zur Aggregation von Messstellen

Die nachstehenden Ausführungen wurden im Zusammenhang mit der Ausarbeitung des DAS-Monitoringberichts 2019 erstellt. Es wurden diverse Regionalisierungsansätze erprobt. Die LAWA-KG Klimaindikatoren hat im Jahr 2021 entschieden, die Regionalisierung zwischen Nord und Süd vereinfacht entlang von Bundeslandgrenzen umzusetzen. Diese Umsetzung hat mit der Fortschreibung des Indikators für den DAS-Monitoringbericht 2023 stattgefunden. Die folgenden Grafiken wurden für die überarbeitete Messstellenauswahl nicht mehr aktualisiert. Die Darstellungen werden zu Dokumentationszwecken in diesem Indikator-Factsheet beibehalten.

Für eine mögliche Regionalisierung des Indikators wurden verschiedene Varianten auf der Grundlage zweier klimatologischer Kennwerte erprobt: dem 30-jährigen Mittel der Niederschlagshöhe (in mm) oder dem 30-jährigen Mittel der klimatischen Wasserbilanz (in mm). Beide Datensätze werden vom Climate Data Center (CDC) des Deutschen Wetterdienstes (DWD) bereitgestellt. Der DWD hat aus den Daten seiner Messstationen und qualitativ gleichgestellten Partnernetzstationen unter Berücksichtigung der langjährigen Klimatologie Rasterdaten (1 km x 1 km) abgeleitet, um die flächendeckenden Daten bereitstellen zu können. Dabei wurden zunächst die 30-jährigen Mittel für die einzelnen Kalendermonate bestimmt und die resultierenden Monatsraster anschließend für das ganze Jahr aufsummiert. Für die Raumgliederung wurde das 30-jährige Mittel für den Zeitraum 01.01.1971-31.12.2000 genutzt. Für beide klimatologischen Kennwerte wurden je zwei unterschiedliche Kategorisierungen erprobt. Auf den Folgeseiten sind die Ergebnisse für diese vier unterschiedlichen Kategorisierungen zusammengestellt. Es wird deutlich, dass es je nach den gewählten Klassengrenzen kleinere Verschiebungen in der Messstellenzuordnung gibt, die auch zu einem leicht veränderten Bild bei der Auswertung führen. Das grobe abgebildete Muster ist aber über die Varianten hinweg grundsätzlich ähnlich.

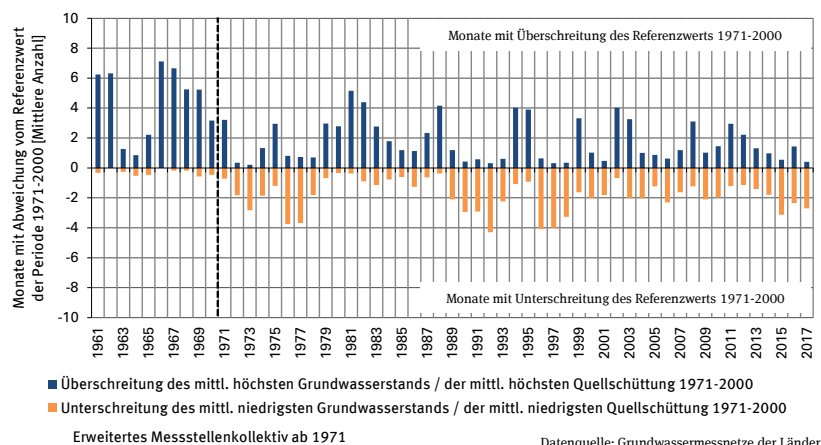
Außerdem wurde nachstehend eine separate Auswertung nach den hydrogeologischen Großräumen vorgenommen. Diese wird der Vollständigkeit hier dokumentiert. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass Auswertungen bezogen auf teilweise nur sehr wenige Messstellen (z. B. wie im Falle der Großräume 7 und 10) nicht sinnvoll sind. Eine Clusterung dieser Auswertungen wurde diskutiert, konnte aber aus Kapazitätsgründen nicht mehr durchgeführt werden.

Hinweis: In allen nachstehenden Excel-basierten Grafiken sind die Monate mit Unterschreitungen auf der Negativ-Achse aufgetragen. Dies ist aus programmtechnischen Gründen nicht anders möglich. Es handelt sich jedoch wie im Falle der Überschreitung um positive Werte.

Auswertung differenziert nach den hydrogeologischen Großräumen nach BGR

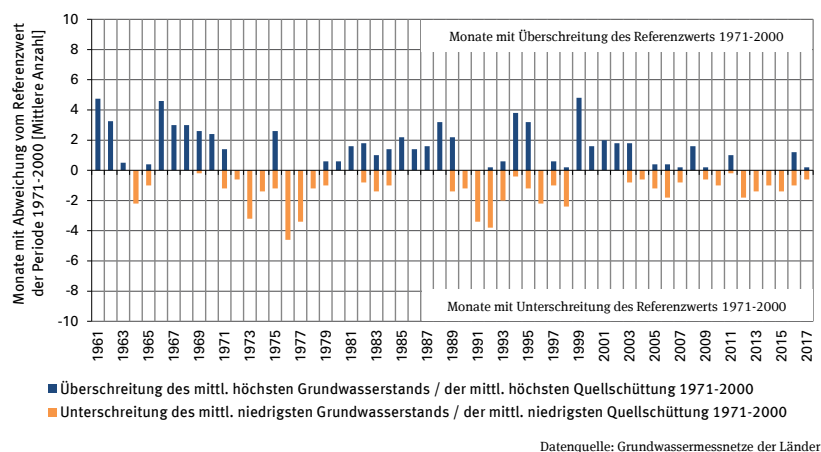
Großraum 1: Nord- und mitteldeutsches Lockergesteinsgebiet

51 Messstellen
(davon 18 erst ab 1971)



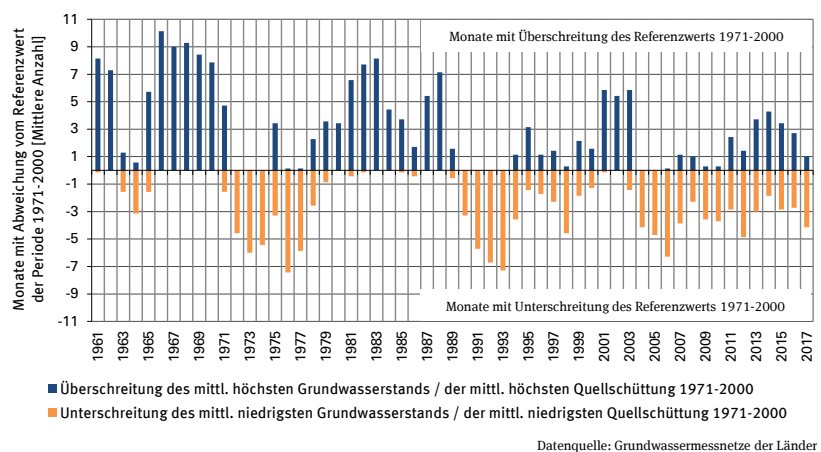
Großraum 2: Rheinisch-Westfälisches Tiefland

5 Messstellen



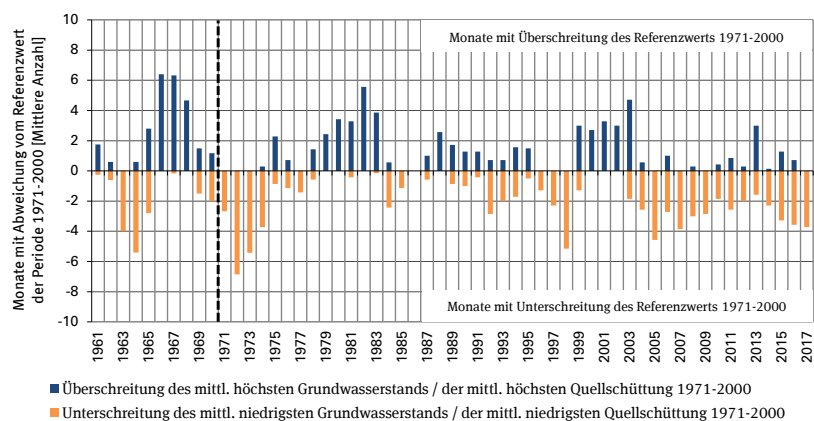
Großraum 3: Oberrheingraben mit Main- zer Becken und nordhessi- schem Tertiär

7 Messstellen



Großraum 4: Alpenvorland

7 Messstellen
 (davon 3 erst ab 1971)

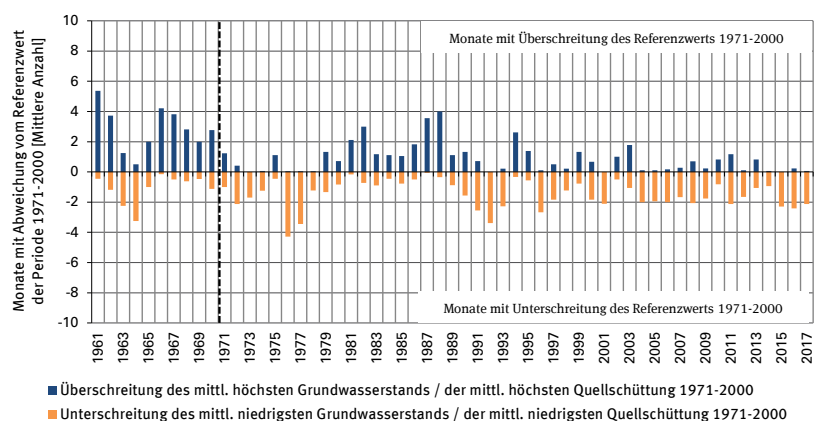


Erweitertes Messstellenkollektiv ab 1971

Datenquelle: Grundwassermessnetze der Länder

Großraum 5: Mitteldisches Bruch- schollenland

18 Messstellen
 (davon 6 erst ab 1971)

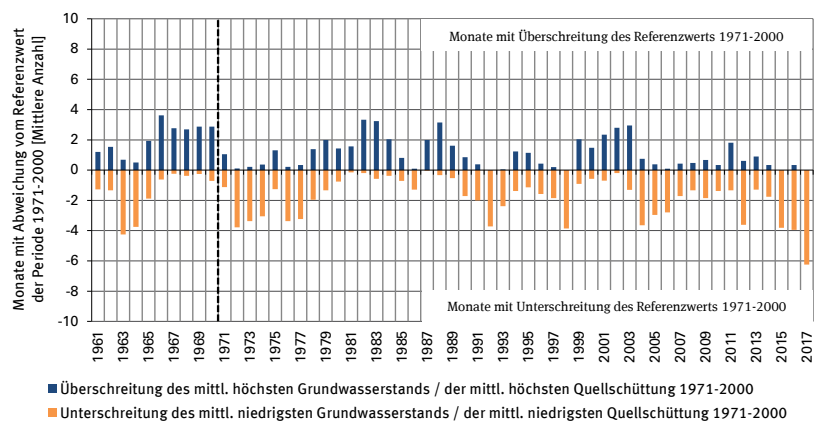


Erweitertes Messstellenkollektiv ab 1971

Datenquelle: Grundwassermessnetze der Länder

Großraum 6: West- und süddeutsches Schichtstufen- und Bruch- schollenland

21 Messstellen
 (davon 5 erst ab 1971)

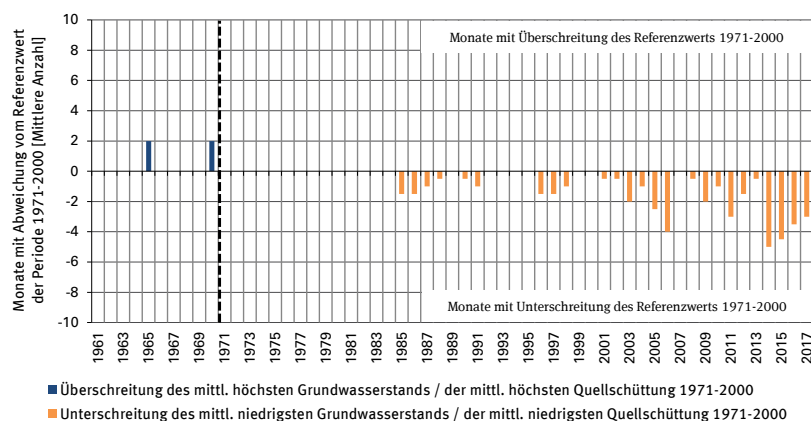


Erweitertes Messstellenkollektiv ab 1971

Datenquelle: Grundwassermessnetze der Länder

Großraum 7: Alpen

2 Messstellen
(davon 1 erst ab 1971)

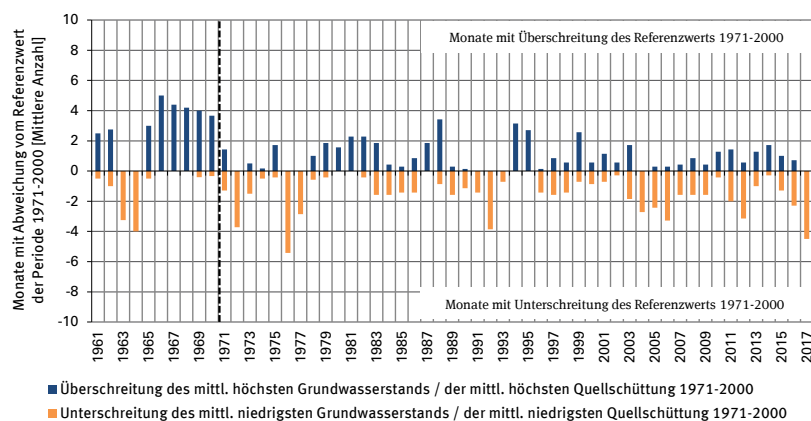


Erweitertes Messstellenkollektiv ab 1971 (nur 1 Messstelle vor 1971)

Datenquelle: Grundwassermessnetze der Länder

Großraum 8: West- und mitteldeutsches Grundgebirge

7 Messstellen
(davon 3 erst ab 1971)

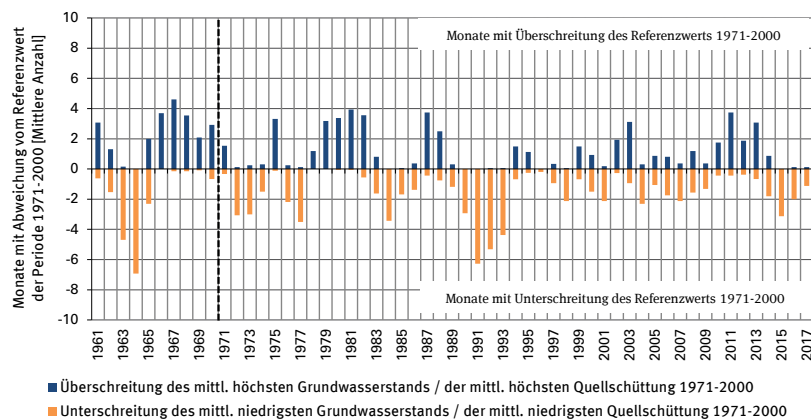


Erweitertes Messstellenkollektiv ab 1971

Datenquelle: Grundwassermessnetze der Länder

Großraum 9: Südostdeutsches Grundgebirge

16 Messstellen
(davon 3 erst ab 1971)

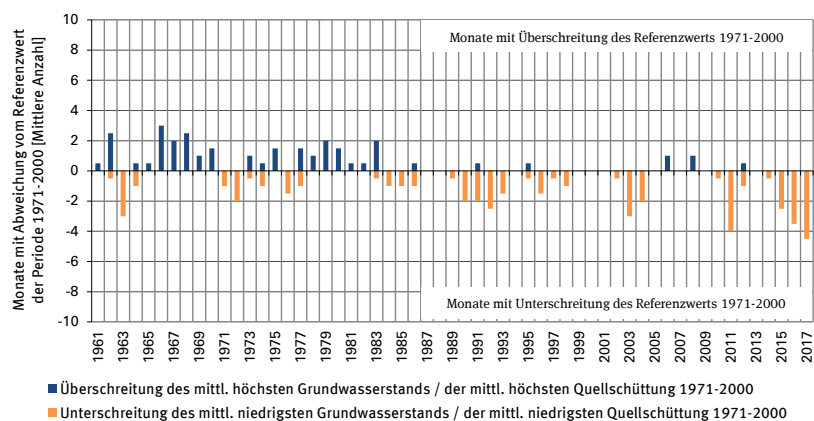


Erweitertes Messstellenkollektiv ab 1971

Datenquelle: Grundwassermessnetze der Länder

Großraum 10: Schwarzwald, Vorpessart und Odenwald

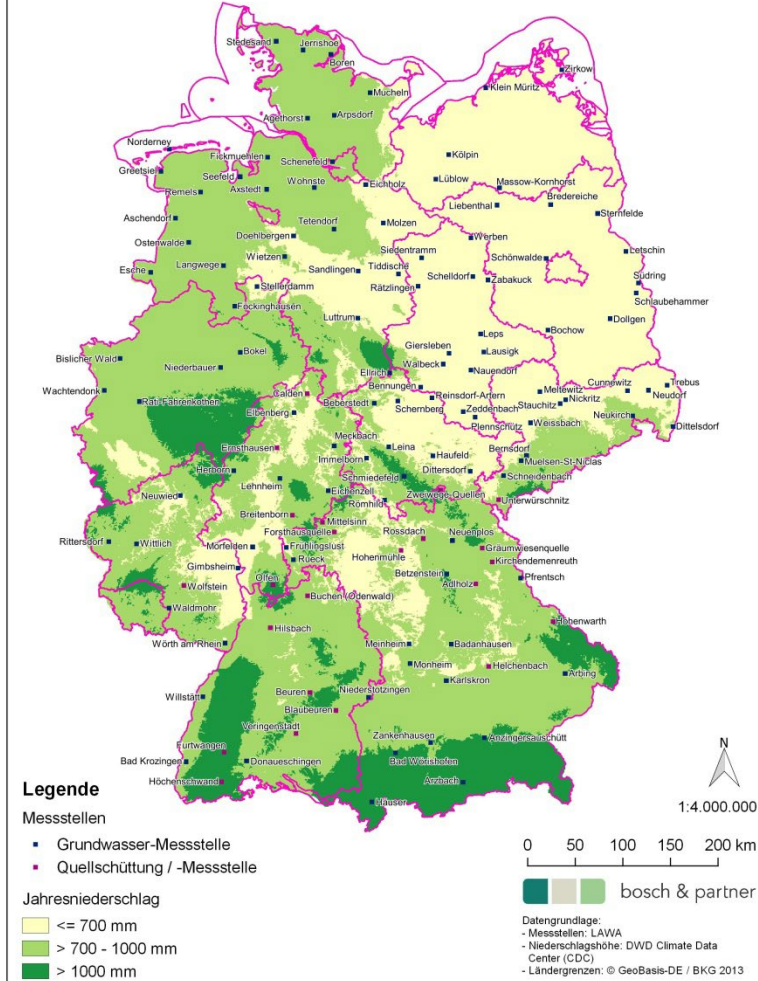
2 Messstellen



Datenquelle: Grundwassermessnetze der Länder

Grundwassermessstellen in Niederschlagsräumen

Jahresniederschlag: Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe für Deutschland 1971-2000 (Quelle: DWD)
Arbeitskarte, Stand 19.12.2018
Bearbeitung: Bosch & Partner GmbH



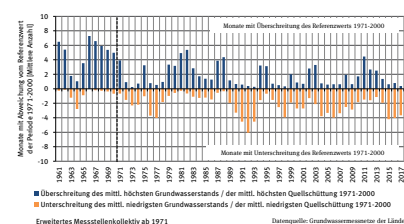
Quelle für Niederschlagsdaten: DWD Climate Data Center (CDC), Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe für Deutschland 1971-2000, Version v1.0.

Variante A1: Abgrenzung von Raumeinheiten nach Kategorien des Niederschlags

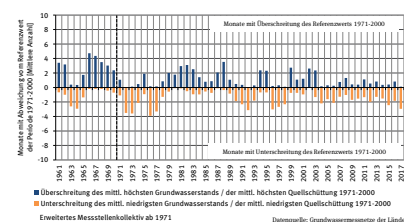
Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe für Deutschland 1971-2000

Kategorie	Anzahl
≤ 700 mm	56 Messstellen
< 700-1.000 mm	71 Messstellen
> 1.000 mm	9 Messstellen

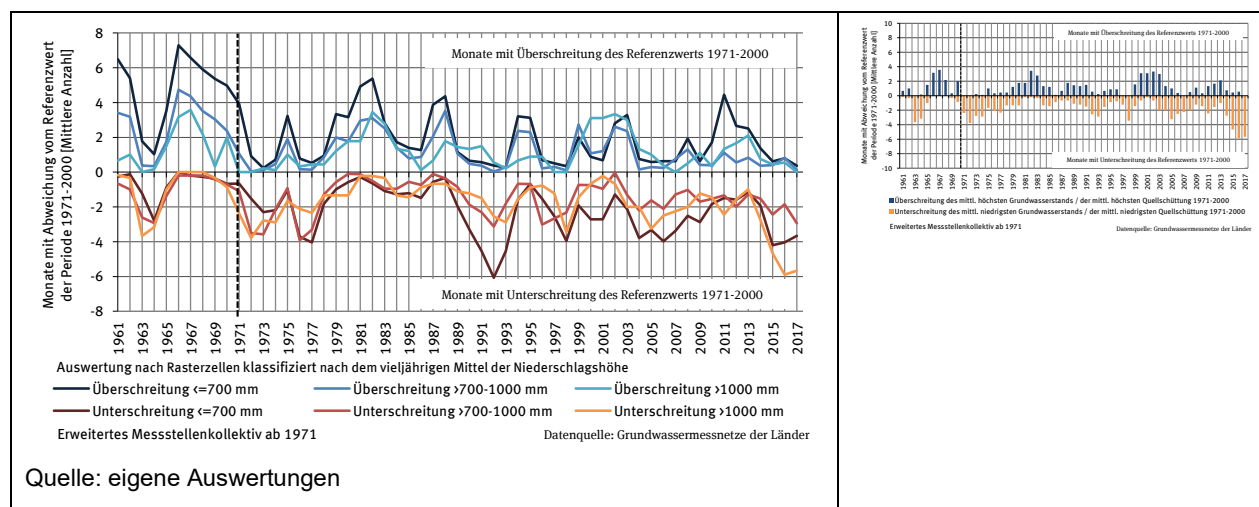
Kategorie ≤ 700 mm



Kategorie < 700-1.000 mm

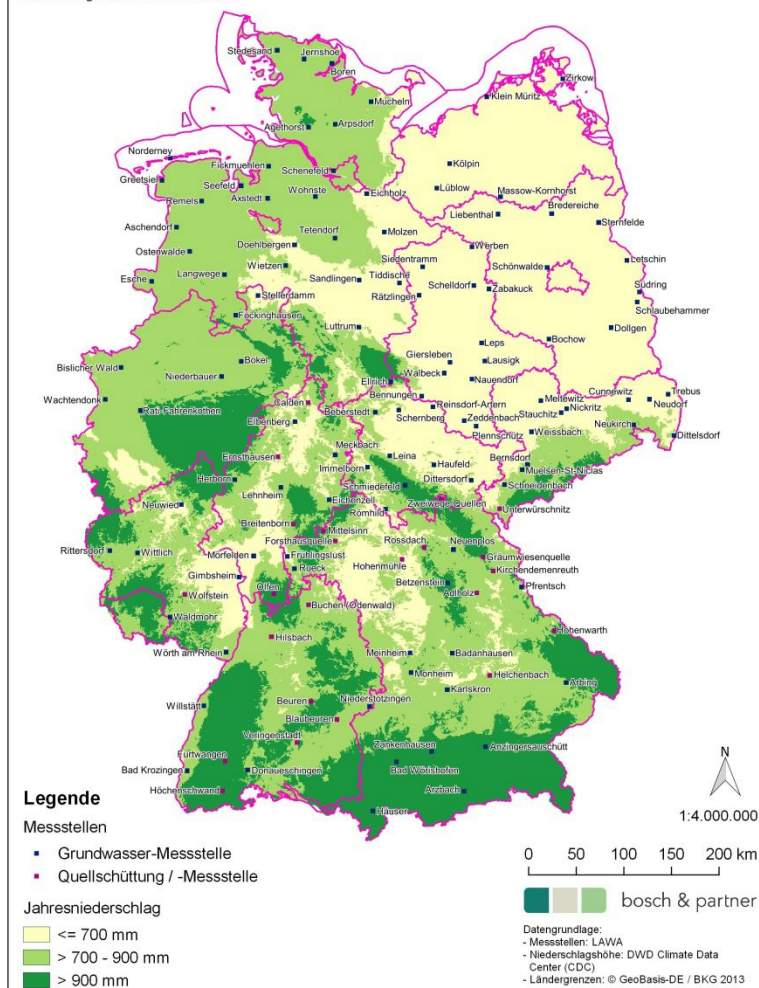


Kategorie > 1.000 mm



Grundwassermessstellen in Niederschlagsräumen

Jahresniederschlag: Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe für Deutschland 1971-2000 (Quelle: DWD)
Arbeitskarte, Stand 19.12.2018
Bearbeitung: Bosch & Partner GmbH



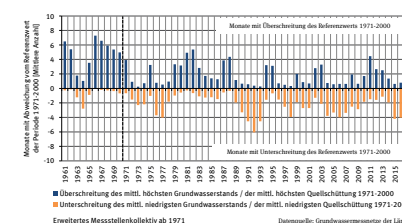
Quelle für Niederschlagsdaten: DWD Climate Data Center (CDC), Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe für Deutschland 1971-2000, Version v1.0.

Variante A2: Abgrenzung von Raumeinheiten nach Kategorien des Niederschlags

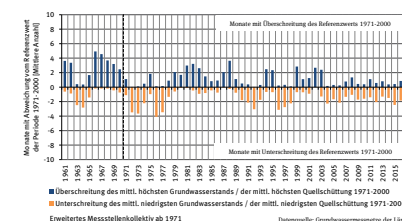
Vieljähriges Mittel der Raster der Niederschlagshöhe für Deutschland 1971-2000

Kategorie	Anzahl
≤ 700 mm	56 Messstellen
$< 700-900$ mm	68 Messstellen
> 900 mm	12 Messstellen

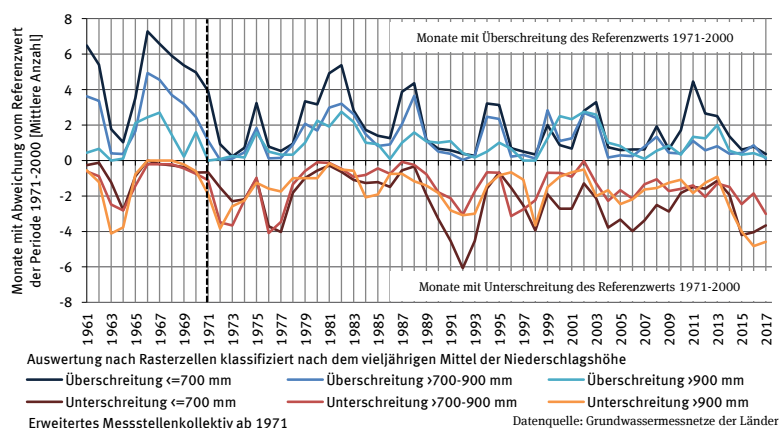
Kategorie ≤ 700 mm



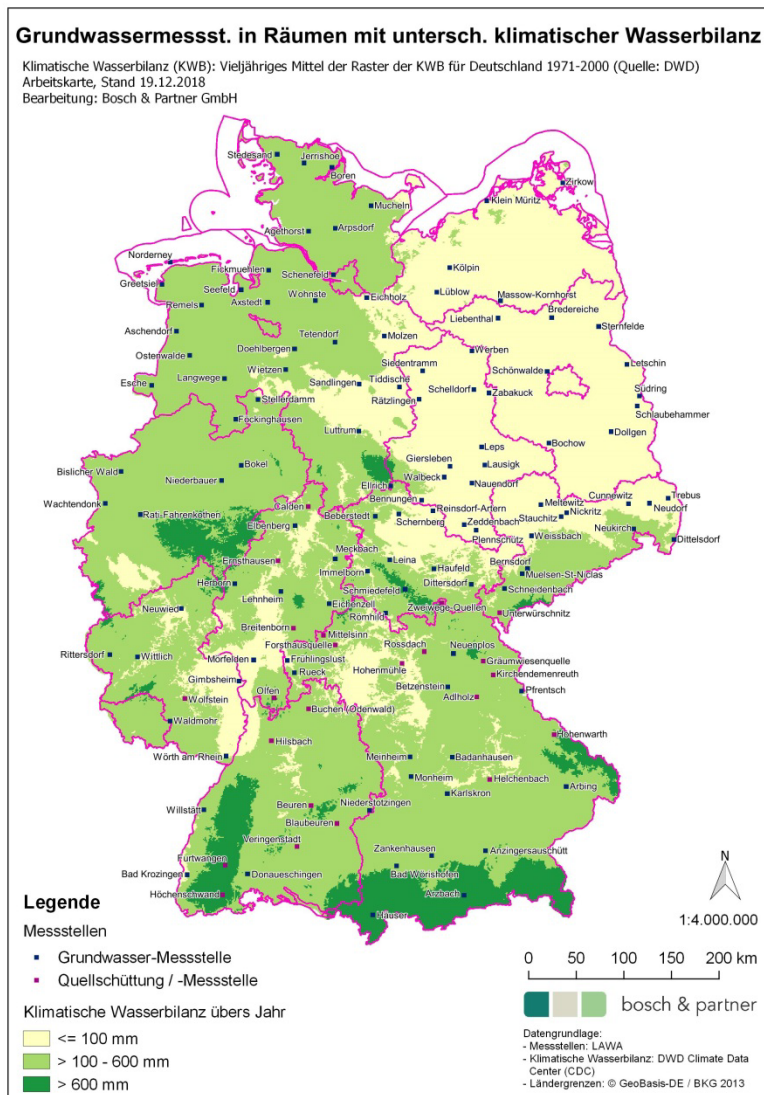
Kategorie $< 700-900$ mm



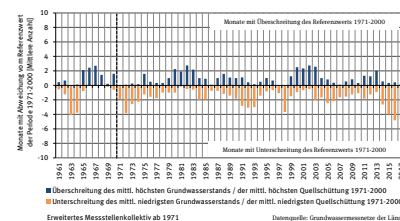
Kategorie > 900 mm



Quelle: eigene Auswertungen



Quelle für Niederschlagsdaten: DWD Climate Data Center (CDC), Vieljähriges Mittel der Raster der klimatischen Wasserbilanz für Deutschland 1971-2000, Version v1.0.

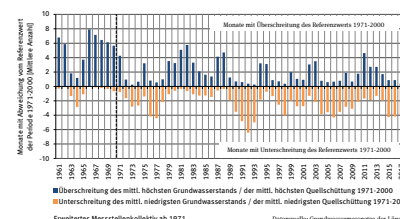


Variante B1: Abgrenzung von Raumeinheiten nach Kategorien der klimatischen Wasserbilanz

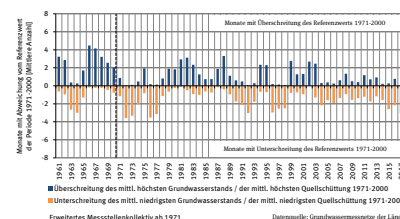
Vieljähriges Mittel der Raster der klimatischen Wasserbilanz für Deutschland 1971-2000

Kategorie	Anzahl
≤ 100 mm	54 Messstellen
$< 100-600$ mm	77 Messstellen
> 600 mm	5 Messstellen

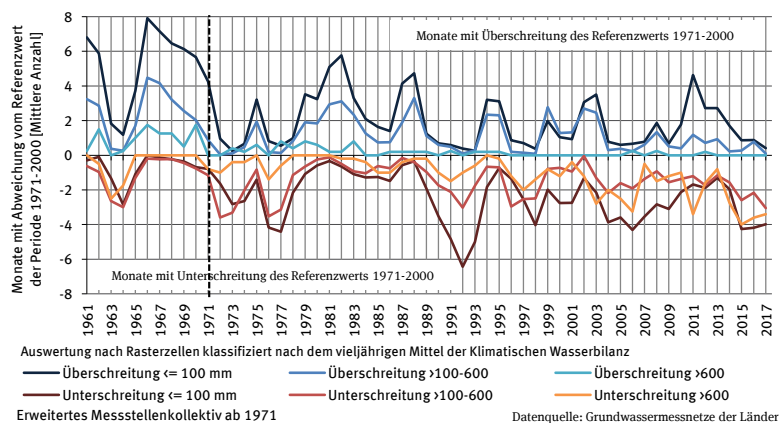
Kategorie ≤ 100 mm



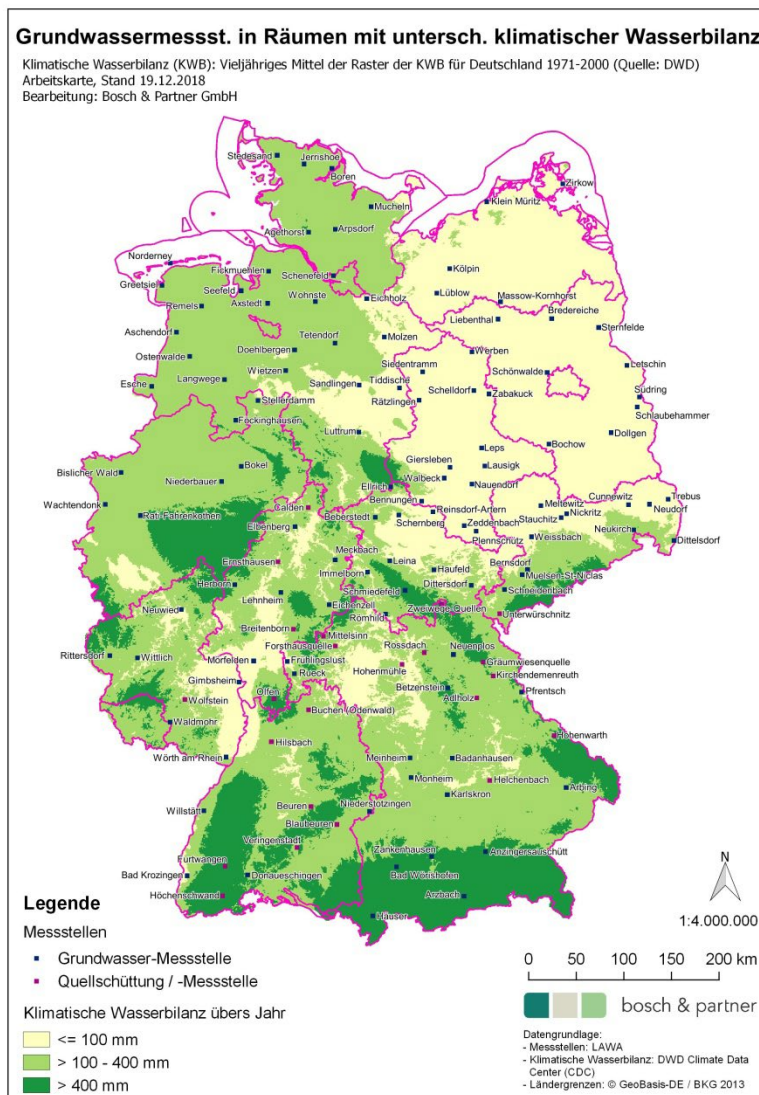
Kategorie $< 100-600$ mm



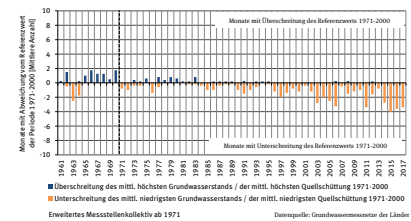
Kategorie > 600 mm



Quelle: eigene Auswertungen



Quelle für Niederschlagsdaten: DWD Climate Data Center (CDC), Vieljähriges Mittel der Raster der klimatischen Wasserbilanz für Deutschland 1971-2000, Version v1.0.

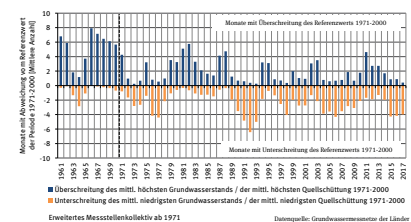


Variante B2: Abgrenzung von Raumeinheiten nach Kategorien der klimatischen Wasserbilanz

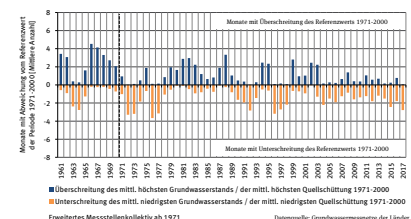
Vieljähriges Mittel der Raster der klimatischen Wasserbilanz für Deutschland 1971-2000

Kategorie	Anzahl
<= 100 mm	54 Messstellen
< 100-400 mm	71 Messstellen
> 400 mm	11 Messstellen

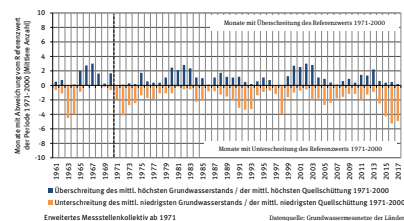
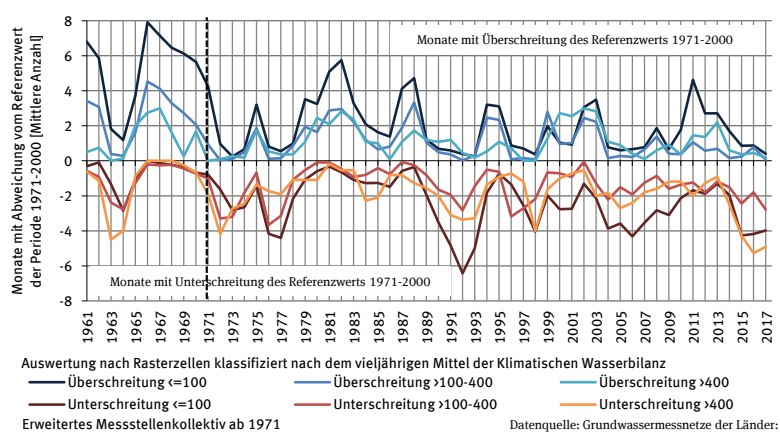
Kategorie <= 100 mm



Kategorie < 100-400 mm



Kategorie > 400 mm



Quelle: eigene Auswertungen