



Schriftliche Anfrage

des Abgeordneten **Martin Stümpfig**
BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN
vom 14.11.2017

Klimafolgen und Wasserwirtschaft

Ich frage die Staatsregierung:

1. a) Wie beurteilt die Staatsregierung die Erkenntnisse über den Trend der Starkregenereignisse unterschiedlicher Dauer (24 h bis 240 h) in Bayern und Baden-Württemberg an den 415 Niederschlagsstationen für das hydrologische Sommer- und Winterhalbjahr, die im KLIWA Heft Nr. 8 dargestellt sind?
b) Welche Maßnahmen leitet die Staatsregierung daraus ab, plant sie bzw. hat sie bereits davon umgesetzt?
c) Welche Haushaltsmittel sind dafür eingeplant im Haushalt 2017/2018 bzw. im Nachtragshaushalt 2018?
2. a) Wie viele Messstellen der tieferen Grundwasserstockwerke wiesen jeweils zum Stichtag 01.09. in den letzten zehn Jahren sehr niedrige Grundwasserstände auf?
b) Wann wurden an den Messstellen der tieferen Grundwasserstockwerke Rekordwerte beim Niedrigstand gemessen (bitte tabellarisch aufgeschlüsselt nach Jahren)?
c) Welche Schlussfolgerungen zieht die Staatsregierung aus den oben genannten Zahlen?
3. a) Gibt es Erkenntnisse über den Trend der Entwicklung der Grundwasserstände in den Bezirken Bayerns?
b) Was bedeutet dies für die Trinkwasserversorgung in Bayern?
4. a) Wie wird sich diese Entwicklung der Grundwasserstände auf die Landwirtschaft und speziell auf den Anbau mithilfe von Bewässerung auswirken?
b) Welche Wassermengen werden derzeit für die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen eingesetzt?
c) Gab es in Trockenzeiten Beschränkungen für die Bewässerung bzw. sind in Zukunft Beschränkungen notwendig?
5. a) Inwieweit werden sich die abnehmenden Niederschläge im Sommerhalbjahr auf die Grundwasserneubildung in naher Zukunft auswirken?
b) Inwieweit können die zunehmenden Niederschläge im Winterhalbjahr aufgrund der begrenzten Aufnahmefähigkeit des Bodenspeichers zur Neubildung von Grundwasser beitragen und die Defizite des Sommers ausgleichen?
c) In welchen Regionen ist mit einer geringeren Grundwasserneubildung zu rechnen (bitte Umfang angeben)?
6. a) Um wie viel Grad haben sich die bayerischen Seen in den letzten 30 Jahren erwärmt (bitte Angaben für die größten 30 bayerischen Seen)?
b) Welche Konsequenzen hat dies für die Gewässerqualität?
c) Welche zusätzlichen Maßnahmen zur Gewässerreinigung aufgrund der Erwärmung der Seen sind geplant?
7. a) Um wie viel Grad Celsius haben sich die bayerischen Oberflächengewässer in den letzten 30 Jahren durchschnittlich erwärmt?
b) Welche Konsequenzen hat dies für die Gewässerqualität?
c) Welche zusätzlichen Maßnahmen zur Gewässerreinigung aufgrund der Erwärmung der Fließgewässer sind geplant?
8. a) Auf welcher Länge und mit welchem Anteil an der Gesamtlauflänge erstrecken sich nicht ackerbaulich genutzte Gewässerrandstreifen mit einer Mindestbreite von 5 m (bitte Angaben getrennt nach Gewässern I. und II. Ordnung)?
b) Können Gewässerrandstreifen den Schadstoffeintrag in die Gewässer reduzieren und zur Beschattung der erwärmten Gewässer beitragen?
c) Bis zu welchem Stichtag plant die Staatsregierung, dass durchgehend entlang der bayerischen Fließgewässer nicht ackerbaulich genutzte Gewässerrandstreifen ausgewiesen sind?

Antwort

des Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz im Einvernehmen mit dem Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
vom 20.12.2017

1. a) **Wie beurteilt die Staatsregierung die Erkenntnisse über den Trend der Starkregenereignisse unterschiedlicher Dauer (24 h bis 240 h) in Bayern und Baden-Württemberg an den 415 Niederschlagsstationen für das hydrologische Sommer- und Winterhalbjahr, die im KLIWA Heft Nr. 8 dargestellt sind?**
Im Rahmen der Kooperation KLIWA (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft; www.kliwa.de) werden die Veränderungen von Starkniederschlägen seit 1931 anhand der maximalen eintägigen Gebietsniederschläge oder länger untersucht. Starkniederschläge sind meist sehr kleinräumige und kurzzeitige (konvektive) Ereignisse von oftmals weniger als einer Stunde Dauer. Diese kleinräumigen Niederschlagsereignisse werden je nach Beschaffenheit und Dichte des Messnetzes an Niederschlagsstationen erfasst. Die nachfolgenden Trendaussagen gelten daher im-

mer nur für die mit den derzeitigen Messsystemen erfassten Gebietsniederschläge. Niederschlagsereignisse von länger als einem Tag können dabei auch nicht konvektive Ereignisse beinhalten. Betrachtungen von kurzen Starkniederschlagsereignissen mit Dauern von weniger als einem Tag sind bisher nicht Gegenstand in KLIWA.

Maximale eintägige Gebietsniederschläge (24 h)

In der Abbildung 1 sind die aktuellen Trendauswertungen für den maximalen eintägigen Gebietsniederschlag im Zeitraum 1931–2015 für das hydrologische Winter- und Sommerhalbjahr dargestellt, eine Verlängerung der Auswertungen wird in Fünfjahresintervallen jeweils im Rahmen des KLIWA-Monitorings durchgeführt. Abbildung 1 stellt für den maximalen eintägigen Gebietsniederschlag somit eine Aktualisierung gegenüber den Auswertungen in KLIWA Heft 8 dar. Aus den o. g. Gründen sind die Trendverläufe insgesamt von Gebiet zu Gebiet in Bayern sehr uneinheitlich. Im Sommerhalbjahr zeigen die Trends der Zeitreihe 1931 bis 2015 bei den maximalen eintägigen Gebietsniederschlagshöhen in Abbildung 1 verbreitet keine bzw. abnehmende Trends. Lediglich im südwestlichen Bereich von Bayern haben die eintägigen Starkniederschlagsmengen auch im Sommerhalbjahr zugenommen. Stärkere Abnahmen (-19 bis -23 Prozent) sind im Südosten von Bayern und im unteren Maingebiet zu beobachten; diese letzteren beiden sind als einzige auch signifikant in ihren Veränderungen.

Im hydrologischen Winterhalbjahr findet man dagegen im Zeitraum 1931–2015 in ganz Bayern zunehmende maximale eintägige Gebietsniederschlagshöhen. Die höchsten Zunahmen finden sich im Nordosten Bayerns; in einigen Bereichen des oberen Maingebiets und den östlich angrenzenden Saale- und Naabgebieten liegen die Zunahmen hochsignifikant zwischen +27 Prozent und +33 Prozent. Im Süden Bayerns lassen hingegen Trendstärke und Signifikanz nach (siehe Abbildung 1).

Maximale fünftägige Gebietsniederschläge (120h)

Bei den fünftägigen Gebietsniederschlagshöhen für 1931 bis 2015 findet man im hydrologischen Winterhalbjahr insgesamt ein ähnliches Verhalten bei den Trends und Signifikanzwerten wie bei den maximal eintägigen Gebietsniederschlagshöhen. In der räumlichen Verteilung sind wieder die hohen Zunahmen im Gebiet Nordost und Mittelbayern zu finden. Im Sommerhalbjahr sind die Trends der maximalen fünftägigen Gebietsniederschlagshöhe von Gebiet zu Gebiet sehr unterschiedlich (-18 % bis +11- %). Auch hier sind bis auf eine Ausnahme die Trends nicht signifikant.

Die Auswertungen der maximalen eintägigen/fünftägigen Gebietsniederschlagshöhen können eine Zunahme kleinräumiger Starkniederschlagsereignisse nicht eindeutig belegen. Die eintägigen Gebietsniederschläge zeigen für Bayern eine klare Tendenz auf – regional uneinheitliche Trends mit geringen Signifikanzen im Sommerhalbjahr, regional zunehmende Trends, z. T. hoch signifikant für das Winterhalbjahr.

Die Ergebnisse müssen jedoch vor dem Hintergrund der Seltenheit von Extremereignissen, ihrem i. d. R. kleinräumigen Auftreten und der damit verbundenen Erfassungsproblematik (Messnetzdichte) gesehen werden. Diese Aussagen gelten auch für die Stationsbetrachtungen im KLIWA Heft 8.

Abhilfe für eine bessere Erfassung konvektiver Ereignisse kann in Zukunft möglicherweise die Radarklimatologie schaffen. Diese ermöglicht eine Erfassung konvektiver Er-

eignisse des Niederschlags in einer bisher nicht möglichen räumlichen/zeitlichen Auflösung. Um bereits jetzt belastbare Aussagen treffen zu können, sind die vorhandenen Zeitreihen noch zu kurz.

b) Welche Maßnahmen leitet die Staatsregierung daraus ab, plant sie bzw. hat sie bereits davon umgesetzt?

Wasserwirtschaftliche Maßnahmen zum Schutz vor Hochwasser werden seit 2001 im Rahmen des „Hochwasserschutz Aktionsprogramms 2020 – für einen nachhaltigen Hochwasserschutz in Bayern“ (AP 2020) koordiniert. Das AP 2020 ermöglichte die Umsetzung von zahlreichen Maßnahmen aus den drei Handlungsfeldern „Natürlicher Rückhalt“, „Technischer Hochwasserschutz“ und „Hochwasservorsorge“. Nach über der Hälfte der Laufzeit des AP 2020 und dem verheerenden Hochwasser im Juni 2013 wurde das Programm angepasst und zum Programm „AP 2020plus“ fortgeschrieben. Die bewährte Schutzstrategie wird dabei fortgesetzt und die Anstrengungen im Hochwasserschutz werden weiter optimiert und beschleunigt. Das AP 2020plus stellt zusätzliche finanzielle und personelle Ressourcen bereit und ist mit einem Gesamtvolumen von 3,4 Mrd. Euro das größte wasserbauliche Infrastrukturprogramm Bayerns.

Die letzten schweren Hochwasserereignisse im Mai und Juni 2016 wurden von heftigen Starkregenereignissen ausgelöst. Die größten Niederschlagsintensitäten traten in Zeiträumen von wenigen Stunden auf. Dabei wurden auch Jährlichkeiten deutlich seltener als 100 Jahre erreicht. Intensive und kleinräumige Niederschläge führen insbesondere in kleinen Einzugsgebieten zu Hochwasserereignissen entlang von Gewässern, können aber auch durch wild abfließendes Wasser (Oberflächenabfluss) fernab von Gewässern Schäden verursachen. Daher hat der Ministerrat im Juni 2016 beschlossen, eine Komponente Sturzfluten in das AP 2020plus aufzunehmen, um diesen Gefahren stärker Rechnung zu tragen.

Aktuell befasst sich die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) unter Beteiligung Bayerns intensiv mit der Erarbeitung einer Strategie für ein effektives Starkregenmanagement. Darüber hinaus werden derzeit in einem Forschungsvorhaben (HiOS: Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut) im Auftrag des StMUV die Möglichkeiten zur Modellierung entsprechender Ereignisse intensiv untersucht.

Mit einem Sonderförderprogramm für „Integrale Konzepte zum kommunalen Sturzflut-Risikomanagement“ können Gemeinden unterstützt werden, die sich in kommunaler Zuständigkeit mit den Gefahren und Risiken durch Starkregenereignisse auseinandersetzen.

c) Welche Haushaltsmittel sind dafür eingeplant im Haushalt 2017/2018 bzw. im Nachtragshaushalt 2018?

Folgende zusätzliche Mittel sind für den Doppelhaushalt 2017/2018 vorgesehen:

- jeweils 1,5 Mio. Euro in 2017 und 2018 bei „Technische Gewässeraufsicht“
- jeweils 3,5 Mio. Euro in 2017 und 2018 bei „Förderung wasserwirtschaftlicher Aufgaben an Gewässern zweiter und dritter Ordnung“
- 2,0 Mio. Euro in 2018 bei „Maßnahmen zur Umsetzung der europäischen Hochwassermanagement-Richtlinie“

In Summe sind also für die Jahre 2017 und 2018 insgesamt 12 Mio. Euro für das Thema „Sturzfluten“ vorgesehen.

2. a) Wie viele Messstellen der tieferen Grundwasserstockwerke wiesen jeweils zum Stichtag 01.09. in den letzten zehn Jahren sehr niedrige Grundwasserstände auf?

90 Messstellen der tieferen Grundwasserstockwerke liefern Daten für die letzten zehn Jahre (seit 2007).

Ein sehr niedriger Grundwasserstand ist immer stationsbezogen und gemäß Niedrigwasserinformationsdienst Bayern (<https://www.nid.bayern.de>) definiert als ein Wert kleiner 90 Prozent aller Messwerte (10-Prozent-Perzentil). Die Anzahl der Messstellen, die jeweils zum Stichtag 01.09. sehr niedrige Grundwasserstände aufweisen, ist in Tabelle 1 enthalten.

Tabelle 1: Anzahl der Messstellen der tieferen Grundwasserstockwerke, die seit 2007 jeweils zum 01.09. einen sehr niedrigen Grundwasserstand aufwiesen

Jahr	Anzahl der Messstellen mit sehr niedrigen Grundwasserständen
01.09.2007	7
01.09.2008	6
01.09.2009	6
01.09.2010	5
01.09.2011	2
01.09.2012	11
01.09.2013	3
01.09.2014	3
01.09.2015	24
01.09.2016	18
01.09.2017	48

b) Wann wurden an den Messstellen der tieferen Grundwasserstockwerke Rekordwerte beim Niedrigststand gemessen (bitte tabellarisch aufgeschlüsselt nach Jahren)?

Es wurden dieselben 90 Messstellen wie für die Beantwortung von 2 a herangezogen. Betrachtet wurde der jeweils niedrigste bekannte Grundwasserstand pro Messstelle.

In den Jahren seit 2007 wiesen 60 Messstellen ihren Niedrigstwert auf (Tabelle 2). Die verbleibenden 30 Messstellen wiesen ihren Niedrigstwert vor 2007 auf.

Tabelle 2: Anzahl der Messstellen mit Niedrigstwert in den tieferen Grundwasserstockwerken pro Kalenderjahr seit 2007

Jahr	Anzahl der Messstellen mit Niedrigstwert
2007	0
2008	2
2009	1
2010	2
2011	0
2012	2
2013	1
2014	1
2015	12
2016	7
2017	32

c) Welche Schlussfolgerungen zieht die Staatsregierung aus den oben genannten Zahlen?

Der dargestellte Trend spiegelt die generellen Tendenzen weitgehend wider, die der staatliche hydrologische Dienst bei seinen regelmäßigen Auswertungen der Grundwasserstandsmessungen in den letzten Jahren feststellt. Da die

Grundwasserneubildung nur in den Wintermonaten stattfindet, führen die in den letzten Jahren wiederholt geringen Winterniederschläge zu sinkenden Grundwasserständen. Vergleichbar niedrige Grundwasserstände traten zwar auch 1998 auf. Die heutige Situation erstreckt sich aber bereits über einen Zeitraum von drei Jahren und ist stärker ausgeprägt. Solange sich die unterdurchschnittlich trockenen Winterhalbjahre fortsetzen, wird sich keine Trendumkehr einstellen. Bei der Grundwasserbewirtschaftung sind daher die langfristigen Veränderungen und Tendenzen bei Grundwasserneubildung und -dargebot zu berücksichtigen.

3. a) Gibt es Erkenntnisse über den Trend der Entwicklung der Grundwasserstände in den Bezirken Bayerns?

Zur Abschätzung des langfristigen Trendverhaltens der Grundwasserstände wurden 64 möglichst gering anthropogen beeinflusste Grundwassermessstellen (52 Grundwasserstand, 12 Quellschüttung) in Bayern mit möglichst langen Messzeitreihen bis Ende 2015 statistisch untersucht. An ca. 72 Prozent der Messstellen ist eine Verringerung der mittleren Grundwasserstände und Quellschüttungen über ihren jeweiligen Beobachtungszeitraum zu erkennen (siehe Abbildung 2).

b) Was bedeutet dies für die Trinkwasserversorgung in Bayern?

Für die öffentliche Wasserversorgung kann sich aufgrund von tendenziell rückläufigen Wasserressourcen in den einzelnen hydrologischen und hydrogeologischen Systemen die Notwendigkeit einer sorgsameren Bewirtschaftung ergeben. Langfristig sinkende Grundwasserstände führen auf Dauer zu einer Verminderung des nutzbaren Grundwasserdargebots für die Wasserversorgung.

Quellwassernutzungen sind im Vergleich zu Wasserversorgungsanlagen, die sich auf Brunnen stützen, wesentlich empfindlicher gegenüber einem zeitweisen Rückgang des Dargebots. Großflächige Lockergesteinsgrundwasserleiter wie z. B. die quartären Schotterflächen südlich der Donau wirken wie ein Langzeitspeicher, der über seine Pufferwirkung auch längere Trockenperioden ausgleichen kann.

Kleine Quelleinzugsgebiete, wie sie beispielsweise in Ostbayern oder im alpinen Raum häufig gegeben sind, haben gegenüber Lockergesteinsgrundwasserleitern meist ein geringeres Speichervermögen. Die Quellschüttungen und somit die Trinkwassergewinnung zeigen dort rasche und direkte Abhängigkeit von den äußeren hydrologischen Rahmenbedingungen. Längere Trockenperioden, wie sie aufgrund der Klimaänderungen häufiger zu erwarten sind, können zu einem deutlichen Rückgang der natürlichen Quellschüttung führen, sodass die Versorgungssicherheit nicht mehr gewährleistet ist, wenn die Wasserversorgungsanlage keine weiteren Wasserbezugsmöglichkeiten hat. Außerdem können Starkniederschläge im Sommer, nach anhaltender Trockenheit, auch zu qualitativen Beeinträchtigungen führen.

Abhilfemaßnahmen wie die Erschließung zusätzlicher Wassergewinnungen oder ein Trinkwasserbezug über Verbundleitungen werden daher von der Wasserwirtschaftsverwaltung für diejenigen öffentlichen Wasserversorgungsanlagen dringend empfohlen, die nur eine eingeschränkte Versorgungssicherheit aufweisen. Die Wasserversorgungsbilanzen, die seit 2016 für alle Regierungsbezirke veröffentlicht sind, zeigen die Bewertung der Versorgungssicherheit und

den Handlungsbedarf in übersichtlicher Form auf. Zusätzliche Verbundmaßnahmen sind vielerorts bereits umgesetzt.

4. a) Wie wird sich diese Entwicklung der Grundwasserstände auf die Landwirtschaft und speziell auf den Anbau mithilfe von Bewässerung auswirken?

Auch ohne Klimawandel wird für den Bedarf einer landwirtschaftlichen Bewässerung eine Steigerung prognostiziert. Gründe hierfür sind Ertrags- und Qualitätssicherung, Zunahme bewässerungswürdiger Kulturen und Qualitätsvorgaben des Handels. Der Klimawandel bewirkt dabei einen Anstieg der Verdunstung. Der Minderung des Dargebots durch sinkende Grundwasserstände, aber auch durch sommerliche Niedrigwassersituationen in Oberflächengewässern kann mit effizienter Bewässerungstechnik, Kultur bzw. -sortenwahl und Maßnahmen der Bodenbearbeitung zum Teil entgegengewirkt werden. Wasserqualitäts- und Umweltziele dürfen durch die Entnahme von Bewässerungswasser jedoch nicht beeinträchtigt werden. Derzeit unterstützt der Freistaat die Kommunen sowie Wasser- und Bodenverbände mit einem Pilotprogramm zur Bewässerung. Ziel ist eine wasserwirtschaftlich nachhaltige und umweltverträgliche Bewirtschaftung der Wasserressourcen.

b) Welche Wassermengen werden derzeit für die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen eingesetzt?

Daten zu Brauchwassernutzungen (inkl. Bewässerung) wurden bisher zentral in der Wasserwirtschaftsverwaltung nur bei größeren Entnahmen (ab 100.000 m³/a) erfasst. Eine gesicherte Mengenangabe zum landwirtschaftlichen Bewässerungsbedarf ist daher nicht möglich.

c) Gab es in Trockenzeiten Beschränkungen für die Bewässerung bzw. sind in Zukunft Beschränkungen notwendig?

Um erhöhte Verdunstungsverluste zu vermeiden, wird in Wasserrechtsbescheiden für Bewässerungsentnahmen i. d. R. ein Bewässerungszeitfenster vorgegeben (Morgen-/Abendstunden). Vielfach wird in den Bescheiden auch aufgenommen, dass in Trockenzeiten die Entnahmen einzuschränken oder einzustellen sind. Bei Bewässerungsentnahmen aus oberirdischen Gewässern wird meist der mittlere Niedrigwasserabflusswert herangezogen, ab dem die Entnahmen nicht mehr zulässig sind. Bei Entnahmen aus stehenden Gewässern und dem Grundwasser bezieht man sich hierbei auf einen Mindestwasserstand bzw. maximalen Absenkwert, der zum Entnahmestopp führt. Durch Kreisverwaltungsbehörden in Trockenzeiten angeordnete Beschränkungen für Bewässerungen sind der Wasserwirtschaftsverwaltung nicht bekannt.

5. a) Inwieweit werden sich die abnehmenden Niederschläge im Sommerhalbjahr auf die Grundwasserneubildung in naher Zukunft auswirken?

Die mittlere Grundwasserneubildung aus Niederschlag für Bayern im 60-jährigen Zeitraum (1951–2010) beträgt 206 mm/a. Aufgrund der natürlichen Entwicklung von Temperatur und Pflanzenaktivität im Jahresverlauf werden im hydrologischen Winterhalbjahr (November bis April) überschlägig 2/3 des Grundwassers neugebildet und im hydrologischen Sommerhalbjahr (Mai bis Oktober) lediglich 1/3 der jährlichen Summe.

Abnehmende sommerliche Niederschläge verringern entsprechend auch die Grundwasserneubildungsraten in den Sommermonaten. Neben Niederschlagsabnahmen wirken sich auch die ganzjährige Temperaturerhöhung und die damit einhergehende steigende Verdunstung negativ auf die Grundwasserneubildung aus. Dies zeigte sich beispielsweise bereits anhand der berechneten Grundwasserneubildungswerte in den vergangenen Jahren.

b) Inwieweit können die zunehmenden Niederschläge im Winterhalbjahr aufgrund der begrenzten Aufnahmefähigkeit des Bodenspeichers zur Neubildung von Grundwasser beitragen und die Defizite des Sommers ausgleichen?

Wie unter 2 a beschrieben, erfolgt ein Großteil der Grundwasserneubildung während des Winterhalbjahres. Niederschläge im Winter werden entweder direkt abflusswirksam oder werden als Schnee oder Eis zwischengespeichert. Niederschlagsreiche Winterhalbjahre, die sich z. B. durch eine Häufung mehrtägiger Landregenereignisse ohne zu hohe Niederschlagsintensität auszeichnen, sind besonders geeignet, die Grundwasserspeicher aufzufüllen. Positiv wirkt sich auch eine langsame Schneeschmelze aus, bei der ein Großteil des Schmelzwassers im Boden versickern kann. Die beobachtete Tendenz hin zu wärmeren Wintern mit abnehmenden Schneemengen wirkt sich daher eher negativ auf die Grundwasserneubildung aus.

Abhängig von der regionalen Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen können Winterhalbjahre mit deutlich erhöhten Niederschlägen zu einer nachhaltigen Erholung der Grundwasserspeicher führen.

Für viele Bereiche Bayerns ist eine Zunahme der Winterniederschläge seit 1931 zu messen. Seit dem Jahr 2003 tritt aber eine Abschwächung des Trends aufgrund einer Häufung unterdurchschnittlicher Niederschlagsmengen im Winterhalbjahr auf. Entsprechend sind auch die Grundwasserneubildungsraten im selben Zeitraum insgesamt geringer ausgefallen.

c) In welchen Regionen ist mit einer geringeren Grundwasserneubildung zu rechnen (bitte Umfang angeben)?

Insgesamt gesehen sind im Zeitraum 1971–2000 die Grundwasserneubildungsraten in Südbayern höher als in Nordbayern. Die höchsten Grundwasserneubildungsraten in Bayern treten aufgrund der höheren Niederschlagsmengen im Voralpen- und Alpenraum auf.

Untersuchungen im Rahmen des Projekts KLIWA ergeben für den Zeitraum der nahen Zukunft (2021–2050) im Vergleich zum Zeitraum 1971–2000 rückläufige Verhältnisse der durchschnittlichen jährlichen Grundwasserneubildung in ganz Bayern für die „Worst-case-Projektion“ WETTREG2010. Dabei zeigt sich ein deutlicher Nord-Süd-Gradient. In weiten Teilen Nordbayerns ist die Abnahme der Grundwasserneubildungsraten geringer als im südlichen Bayern. Die höchsten Abnahmen sind im Voralpenraum und Alpenraum zu erwarten (Abbildung 3).

6. a) Um wie viel Grad haben sich die bayerischen Seen in den letzten 30 Jahren erwärmt (bitte Angaben für die größten 30 bayerischen Seen)?

Eine Temperaturerhöhung des Oberflächenwassers von Seen findet nahezu weltweit statt. Ein Anstieg um 1,5–2,5°C in großen Seen und 0,8–1,3°C in Alpengseen wird bis zum Jahr 2100 erwartet.

In der Vergangenheit wurden nicht in allen bayerischen Seen Daten zur Temperatur mit dem Ziel erhoben, statistisch abgesicherte Aussagen über eine klimabedingte Temperaturveränderung zuzulassen. Jährliche Witterungsschwankungen und Methodenveränderungen durch Neuerungen in der Messtechnik sowie Änderungen in den Messstrategien sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Die vorhandenen Daten der größten bayerischen Seen weisen für die oberflächennahen Schichten einen ansteigenden Trend der Temperatur für die letzten 30 Jahre auf. Im Mittel beträgt dieser Anstieg für die Untersuchungsmonate März bis Oktober ca. 0,7°C.

b) Welche Konsequenzen hat dies für die Gewässerqualität?

Grundsätzlich bedeuten höhere Wassertemperaturen für Tiere und Pflanzen im Wasser, die an niedrigere Temperaturen angepasst sind, einen erhöhten Stress. Wärmeliebende Arten werden tendenziell begünstigt, kälteangepasste Arten benachteiligt – die Lebensgemeinschaften im See verändern sich.

Stärkere Sonneneinstrahlung und damit größere Erwärmung der oberflächennahen Schichten eines Sees kann zu längeren Schichtungsphasen, späterer Zirkulation und verringerter Sauerstoffversorgung der Tiefenwasserzone führen. In sauerstofffreien Zonen werden aus dem Seesediment Nährstoffe freigesetzt, die zur internen Düngung des Gewässers führen. Je höher der Nährstoffgehalt eines Sees ist, desto mehr Biomasse kann gebildet werden, die wiederum nach Absterben am Seegrund unter Sauerstoffverbrauch zersetzt wird. Je höher der Nährstoffgehalt, umso größer ist daher die Gefahr für länger anhaltende Sauerstoffdefizite.

Die sauerstofffreien Bereiche sind für verschiedene Organismen nicht mehr besiedelbar. Mobile Organismen können bei ausreichender Tiefe des Gewässers auch in sauerstoffhaltige, etwas höhere Regionen ausweichen.

Durch höhere Temperaturen und länger anhaltende Trockenheit können Wasserstände sinken und damit z. B. Röhrichtgürtel oder Kiesufer trockenfallen. Damit gehen Lebensräume für Jungfische und wirbellose Tiere, Brutzonen für Wasservögel sowie Laichgründe für Fische verloren.

In Rahmen der Kooperation KLIWA wurde eine Literaturstudie zum Thema „Einfluss des Klimawandels auf Seen“ erstellt, die weitere Erkenntnisse für eine geeignete Maßnahmenplanung liefert (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft, Werner & Hesselschwerdt, 2015).

Konkrete Aussagen zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Ökologie einzelner bayerischer Seen können bisher noch nicht getroffen werden.

c) Welche zusätzlichen Maßnahmen zur Gewässerreinigung aufgrund der Erwärmung der Seen sind geplant?

Nährstoffe in Gewässern sind in der Regel ein bestimmender Faktor bzgl. der Höhe der Fotosyntheseraten und damit für die Entwicklung der Biomasse. Ein den natürlichen Verhältnissen entsprechender Nährstoffgehalt ist eine wichtige Voraussetzung, die ökologische Funktionalität eines Gewässersystems zu erhalten. Die bisher geplanten und durchgeführten Maßnahmen zur Gewässerreinigung basierten auf diesen Erkenntnissen, sind aber ebenso geeignet, den negativen Auswirkungen einer Erwärmung entgegenzuwirken.

In der Vergangenheit wurden in Bayern bereits bedeutende Maßnahmen in den Seeinzugsgebieten getrof-

fen, sodass die großen Seen frei von Abwasser sind. An Abwassereinleitungen in Einzugsgebieten von Seen werden grundsätzlich strenge Anforderungen an die Phosphorelimination gestellt, die über die Mindestanforderungen der Abwasserverordnung hinausgehen (Merkblatt Nr. 4.4/22 „Anforderungen an die Einleitungen von häuslichem und kommunalem Abwasser sowie Einleitungen aus Kanalisationen“ des Landesamtes für Umwelt). Auch ausgewählte kleinere Kläranlagen wurden in Seeinzugsgebieten in jüngerer Zeit nachgerüstet.

Über Erosion, Bodenabschwemmung bei Niederschlägen, Luftverfrachtung und oberflächlichen Abfluss können jedoch noch diffus größere Mengen an Feinmaterial, Nährstoffen und Schadstoffen z. B. aus offenen Flächen und Ackerland in die Seen und deren Zuflüsse eingetragen werden.

Von der bayerischen Landwirtschaftsverwaltung werden sogenannte Wasserberater eingesetzt, die durch entsprechende Beratung zu gewässerschonender Bewirtschaftung den diffusen Eintrag durch die Landwirtschaft verringern sollen. Die Beratung landwirtschaftlicher Betriebe und Umsetzung von Maßnahmen erfolgt auf freiwilliger Basis unter Einbeziehung von Förderprogrammen. Wichtige Grundlagen zur Umsetzung konkreter Maßnahmen werden in behörden- und ressortübergreifenden Arbeitsgruppen geschaffen.

7. a) Um wie viel Grad Celsius haben sich die bayerischen Oberflächengewässer in den letzten 30 Jahren durchschnittlich erwärmt?

Die Erhöhung der Lufttemperatur legt nahe, dass dies auch eine Erhöhung der Wassertemperaturen nach sich zieht. Jüngste Trendauswertungen von Wassertemperaturmessungen in Bayern (1950–2015) im Rahmen der Kooperation KLIWA bestätigen dies. So wurde an 37 von 52 Messstellen signifikant, also statistisch belastbar, ein Anstieg der mittleren jährlichen Wassertemperatur nachgewiesen (vgl. Abbildung 4).

Die signifikanten Zunahmen liegen in etwa zwischen 0,2 und 0,6 °C pro Dekade. Diese Tendenz hat sich in den letzten Jahrzehnten verstärkt. Konkrete Auswertungen für die durchschnittliche Erwärmung der letzten 30 Jahre wurden nicht durchgeführt.

Auswertungen für den Zeitraum 1951–2007 wurden bereits als LfU-Infoblatt „Langzeitverhalten der Wassertemperaturen bayerischer Fließgewässer, 2013“ unter dem folgenden Link veröffentlicht: http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00090.htm (siehe Abbildung 4).

b) Welche Konsequenzen hat dies für die Gewässerqualität?

Die Wassertemperatur ist ein bedeutender ökologischer Faktor. Er beeinflusst einerseits die Löslichkeit von Gasen wie Sauerstoff im Wasser und damit die wichtigste Lebensgrundlage aller Tiere. Weiterhin beeinflusst die Temperatur auch die Geschwindigkeit von Stoffwechselprozessen. Klimawandelbedingte Veränderungen werden auch durch andere Faktoren wie Nährstoffeinträge, Aufstau und Verringerung der Fließgeschwindigkeit, Ausleitungen zur Wasserkraftnutzung usw. überlagert. Da die klimabedingten Veränderungen schleichend und sehr langsam stattfinden, lassen sie sich mit den vorliegenden Monitoringdaten nur unvollständig beschreiben.

Wissenschaftliche Studien prognostizieren Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässerqualität, beispielsweise ist zu erwarten, dass Arten kühlerer, sauerstoffreicher Ge-

wässer zurückgedrängt werden (z. B. Bachforelle). Gleichzeitig können neue, gebietsfremde Arten (Neobiota) in die Gewässer einwandern und sich etablieren.

c) Welche zusätzlichen Maßnahmen zur Gewässerreinigung aufgrund der Erwärmung der Fließgewässer sind geplant?

Die Grundsätze zur Integration der Anforderungen durch den Klimawandel in den wasserwirtschaftlichen Vollzug werden im Zuge der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie berücksichtigt. Dies betrifft insbesondere den Bereich der Planung von Maßnahmen. Hier sollen einerseits die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Wirksamkeit der Maßnahmen berücksichtigt werden, andererseits wird geprüft, ob die Maßnahme selbst einen negativen Einfluss auf den Klimawandel hat.

Dies findet im Prozess „Klima-Check“ im Rahmen der Maßnahmenplanung statt (s. u.).

Grundsätzlich zielen wasserwirtschaftliche Maßnahmen auf eine Stabilisierung und Verbesserung des Gewässerzustands ab und steigern damit die Resilienz des Gewässers gegen klimatische Veränderungen. Ein wichtiger Grundsatz bei der Planung und Ausführung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen ist, dass sie flexibel und nachsteuerbar sind, d. h. Maßnahmen werden schon heute so konzipiert, dass eine kostengünstige Anpassung möglich ist, wenn zukünftig die Effekte des Klimawandels genauer bekannt sein werden.

Maßnahmen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie wie die Wiederherstellung der Durchgängigkeit, die Verbesserung der Gewässermorphologie und die Reduzierung der Nährstoffeinträge oder der Wärmebelastung haben positive Wirkungen für die Lebensbedingungen und die Belastbarkeit der Gewässerökosysteme. Somit können Stresssituationen infolge extremer Ereignisse (insbesondere Hitze- und Trockenperioden und Hochwasserereignisse) besser toleriert werden. Die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie ist damit ein wesentlicher Beitrag, den Herausforderungen des Klimawandels im Bereich der Gewässerökologie zu begegnen.

Klimacheck und Hinweise zur Maßnahmenauswahl

Im Rahmen eines sogenannten Klima-Checks wurde bereits für den ersten Bewirtschaftungsplan die Anpassungsfähigkeit der Maßnahmen gegenüber den Auswirkungen klimatischer Veränderungen untersucht. Dazu wurde zunächst deren Sensitivität gegenüber den primären und sekundären Auswirkungen des Klimawandels abgeschätzt, einschließlich der Möglichkeit, die Maßnahmen so zu verändern, dass sie auch unter veränderten klimatischen Bedingungen ihren Zweck erfüllen. Danach wurde geprüft, ob bei Umsetzung der Maßnahmen positive oder negative Auswirkungen auf den Klimaschutz oder die Anpassung an den Klimawandel im Allgemeinen erwartet werden können.

Eine erneute Bewertung des Maßnahmenkatalogs fand bis 2016 im Rahmen des USA-Projektes „Screeningtool Wasserwirtschaft“ statt. Bayern war hier mit einem Pilotgebiet in die Bearbeitung eingebunden.

8. a) Auf welcher Länge und mit welchem Anteil an der Gesamtlauflänge erstrecken sich nicht ackerbaulich genutzte Gewässerrandstreifen mit einer Mindestbreite von 5 m (bitte Angaben getrennt nach Gewässern I. und II. Ordnung)?

Die Frage kann nur überschlägig im Sinne einer Gesamtkulisse beantwortet werden: An den rund 100.000 Kilometern bayerischer Fließgewässer gibt es 33.000 Kilometer angrenzender Waldnutzungen. Dort gibt es im natürlichen Zustand kein Erfordernis eines Gewässerrandstreifens zur Erreichung der Ziele des § 38 Abs. 1 WHG. Bei 67.000 Kilometern der Fließgewässer können Gewässerrandstreifen ein- oder beidseitig auftreten (potenzielle Gesamtkulisse). Davon sind 20.000 Kilometer durch Ackerflächen und 7.000 Kilometer durch Siedlungs- und Verkehrsflächen gekennzeichnet, an rund 40.000 Kilometern bestehen ein- oder beidseitige Grünlandnutzungen.

Die gebietsscharfe Ermittlung und die Sicherung der Gewässerrandstreifenfunktionen nach Art. 21 BayWG durch Agrarumweltfördermaßnahmen können derzeit noch nicht bilanziert werden. Die dafür erforderlichen digitalen Datengrundlagen sind in einem Entwicklungsvorhaben in Arbeit, Ergebnisse werden voraussichtlich bis Ende 2018 vorliegen.

Rund 4.800 Kilometer der Ufer an Gewässern I und II sind im Eigentum des Freistaates. Aufgrund der bestehenden fachlichen Vorgaben zur Bewirtschaftung ist davon auszugehen, dass die Ufergrundstücke im staatlichen Eigentum die Funktion von Gewässerrandstreifen i. S. des § 38 WHG erfüllen.

b) Können Gewässerrandstreifen den Schadstoffeintrag in die Gewässer reduzieren und zur Beschattung der erwärmten Gewässer beitragen?

Die Wirksamkeit von Gewässerrandstreifen i. S. des § 38 WHG ist in der Arbeitshilfe 2014 „Wege zu wirksamen Uferstreifen“ der Gewässernachbarschaften Bayerns ausführlich behandelt. Link zur Arbeitshilfe: <https://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaessernachbarschaften/themen/uferstreifen/index.htm>.

Räumlich über die Gewässerrandstreifen hinausgehende Uferstreifen können bei kleinen Fließgewässern durch Beschattung das essenzielle Lichtangebot im Gewässer verringern und damit prinzipiell das Wachstum von Algen und Wasserpflanzen verringern. Zudem erwärmt sich das Wasser weniger stark. Voraussetzung für diese Wirkung ist ein ausreichend dichter Gehölzsaum mit Bäumen und Sträuchern.

c) Bis zu welchem Stichtag plant die Staatsregierung, dass durchgehend entlang der bayerischen Fließgewässer nicht ackerbaulich genutzte Gewässerrandstreifen ausgewiesen sind?

Bayern hat sich seinerzeit bei der Novellierung des Wasserhaushaltsgesetzes des Bundes (WHG) dafür entschieden, die bundesrechtlichen Regelungen zum Gewässerrandstreifen nicht zu übernehmen. Mit den Regelungen in Art. 21 des Bayerischen Wassergesetzes (BayWG) weicht Bayern von den Regelungen in § 38 Abs. 2 bis 5 WHG ab. Bayern setzt auf Freiwilligkeit und Kooperation statt auf hoheitlichen Zwang u. a. mit folgenden Maßnahmen:

- Förderung der Anlegung von Gewässer- und Erosionsschutzstreifen im Rahmen des Kulturlandschaftsprogramms (KULAP);

- die Greeningregelungen der GAP unterstützen die Anlage von Gewässerrandstreifen;
- Verdoppelung der Wasserberater an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten mit Fachzentren für Agrarökologie zur Beratung der Landwirte hinsichtlich gewässerschonender Bewirtschaftungsweisen einschließlich der Anlage von Gewässerrandstreifen;
- Wasserpakt;
- Herausgabe von Handlungsempfehlungen für die Verminderung der Erosion und zur Abflussverzögerung in der landwirtschaftlichen Flur (<http://www.lfl.bayern.de/bodenerosion>).

Verbesserungen für den Gewässerschutz lässt zudem die novellierte Düngeverordnung (DüV) erwarten, die am 02.06.2017 in Kraft getreten ist. So wurden beispielsweise die Mindestabstände zu Gewässern erhöht, in denen keine Düngung erfolgen darf.

Abbildung zur Frage 1. a)

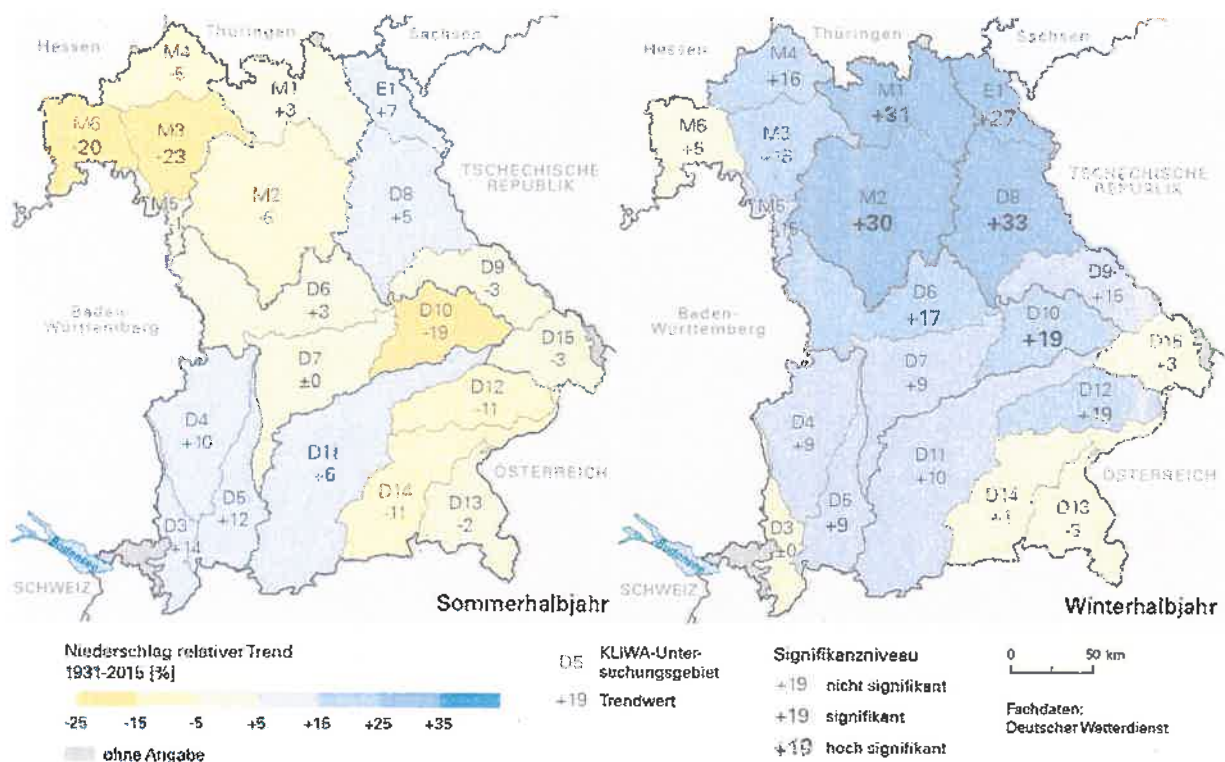


Abbildung 1: Entwicklung der max. 1-tägigen Gebietsniederschlagshöhen im hydrologischen Sommer- und Winterhalbjahr, Relativer Trend (Änderung in Prozent/85 Jahre vom Mittelwert 1931-2015); www.kliwa.de

Abbildung zur Frage 3. a)

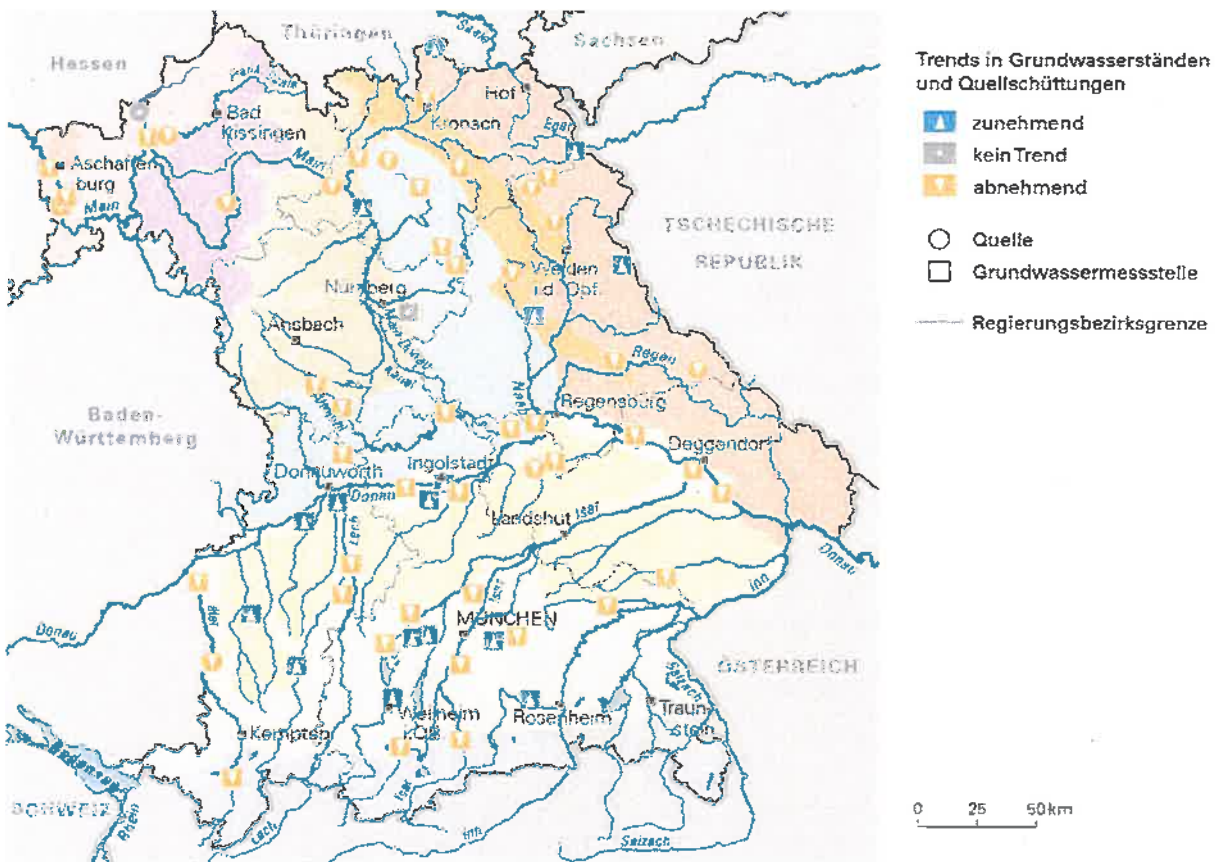


Abbildung 2: Räumliche Verteilung von Globaltrends über den jeweiligen Messzeitraum, einschließlich 2015, in Grundwasserständen und Quellschüttungen.

Abbildung zur Frage 5. c)

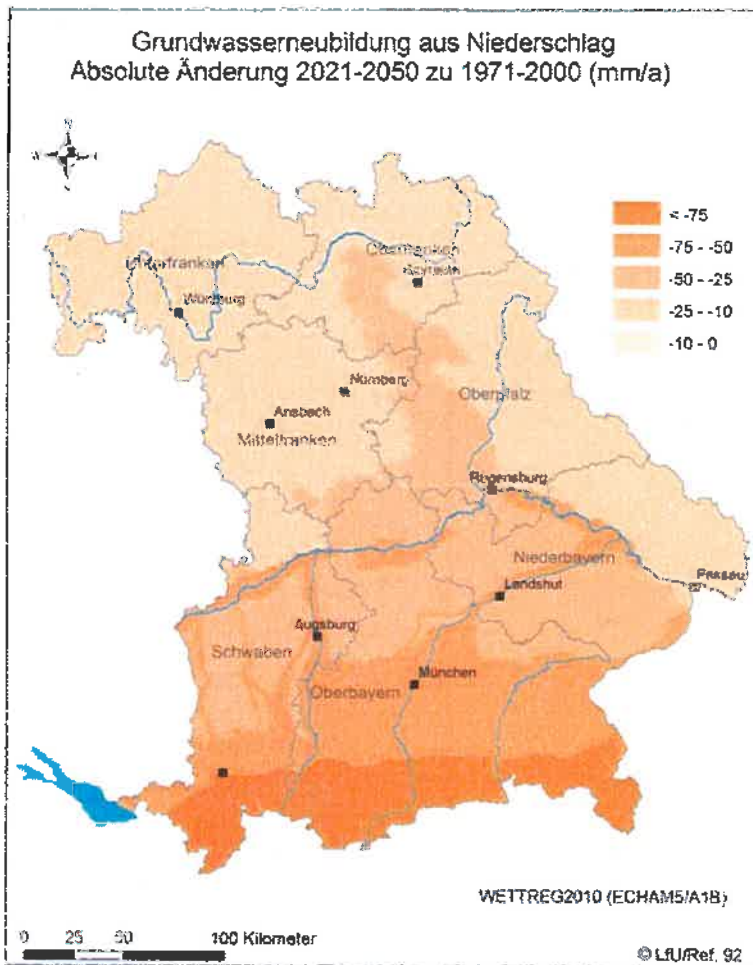


Abbildung 3: Absolute Änderung der Grundwasserneubildung in der nahen Zukunft (2021-2050) in Bayern als Ergebnis der Klimaprojektion WETTREG2010 (ECHAM5 A1B).

Abbildung zur Frage 7. a)

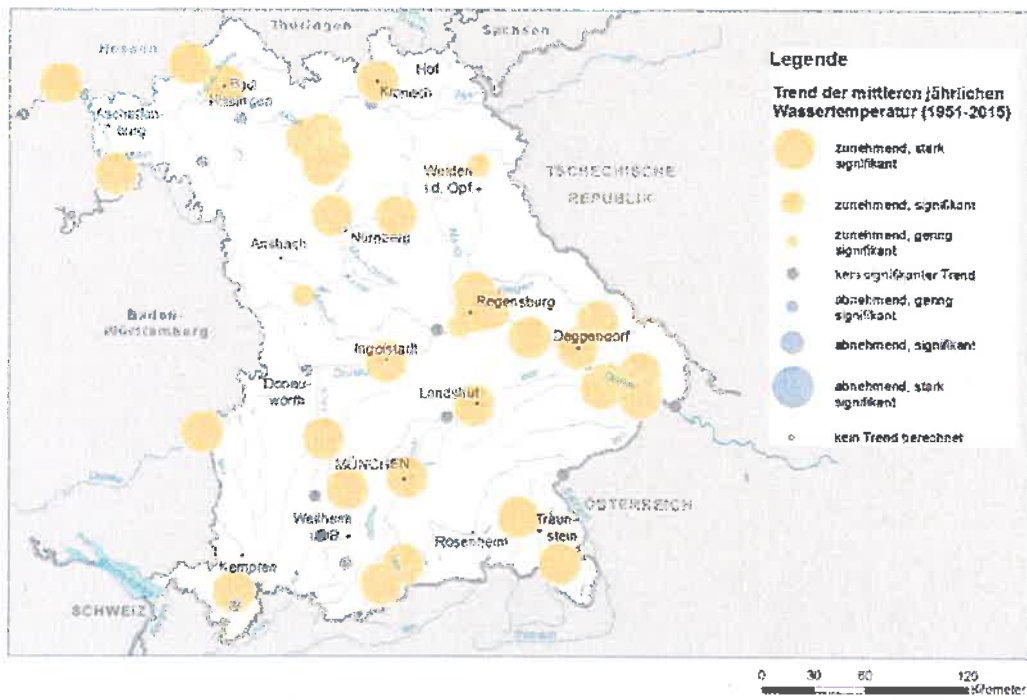


Abbildung 4: Trends der mittleren jährlichen Wassertemperatur für den Zeitraum 1951-2015 an verschiedenen Messstellen in Bayern