



BUND-Gewässerpapier:

Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt

*Ein Hintergrunddossier zu den Auswirkungen des
Klimawandels auf den Zustand und die
Gefährdung der Gewässer in Deutschland und die
Folgen für die Nutzungen*

Bund für Umwelt und Naturschutz
Deutschland e.V. (BUND)

Kontakt:

Lilian Neuer

BUND-Expertin für Gewässerschutz

E-Mail: lilian.neuer@bund.net

15. Juni 2020

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
1. Die wichtigsten Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt..	6
1.1 Niedrigwasser	8
1.2 Grundwasserspiegel	11
1.3 Hochwasser	13
1.4 Starkregen	15
1.5 Dürre.....	16
1.6 Veränderung der Gewässertemperatur.....	17
2. Welche Folgen hat das für die Ökosysteme und die verschiedenen Nutzungen der Gewässer?	19
2.1 Süßwasserökosysteme	19
2.2 Die Trinkwasserversorgung	25
2.3 Die Binnenschifffahrt.....	28
2.4 Die Bewässerung in der Landwirtschaft.....	30
2.5 Die Entwässerung der Landschaft	31
2.6 Die Energieversorgung	32
2.7 Die Abwassereinleitung.....	33
2.8 Die Freizeitnutzung und der Tourismus	34
3. Klimatreiber im Gewässerbereich	35
4. Forderungen	37
1. Hoch- und Niedrigwasser, Starkregenereignisse	37
2. Gewässertemperaturen.....	38
3. Grund- und Trinkwasserschutz	39
4. Binnenschifffahrt	40
5. Nachhaltiges Wassermanagement in der Landwirtschaft	40
Hintergrund/Ressourcen	43

Zusammenfassung

Extremereignisse nehmen infolge des Klimawandels zu

Die durch den Menschen verursachte globale Erwärmung hat dramatische Auswirkungen auf Menschen, Biodiversität und Gewässer. Die wärmeren Temperaturen, die daraus resultierende höhere potenzielle Verdunstung sowie ein verändertes Niederschlagsregime beeinflussen dabei direkt den Wasserhaushalt. Dies zeigt sich bereits jetzt an immer häufiger auftretenden Dürren, extremem Niedrigwasser in Flüssen, am Absinken des Grundwasserspiegels, aber auch an Häufung von Hochwasser- und Starkregenereignissen und steigenden Wassertemperaturen.

Forderung: Erderwärmung auf maximal 1,5 Grad begrenzen, CO₂-Ausstoß verbindlich reduzieren

- Die drei wärmsten Jahre seit dem Beginn der Wetteraufzeichnung 1881 in Deutschland waren 2014, 2018 und 2019.
- Extreme Bedingungen herrschten im Jahr 2018 mit langanhaltender Trockenheit und außergewöhnlich hohen Temperaturen. Es fielen nur 75 Prozent der sonst üblichen Jahresniederschläge.
- An neun von fünfzehn großen Flüssen in Deutschland gab es im Jahr 2018 an mehr als 100 Tagen extremes Niedrigwasser.
- In den letzten beiden Jahrzehnten häuften sich die so genannten „Jahrhundert“-Hochwasser.
- Wassertemperaturen sollen laut Prognosen bis im Jahr 2100 um ein bis zwei Grad steigen.

Wir heizen die Erde weiter auf, gleichzeitig entwässern wir die Landschaft

Durch die Landwirtschafts- und Infrastrukturpolitik der vergangenen Jahrhunderte wurden Auen, Sümpfe und Moore trockengelegt. Dies führt nicht nur zu einer zunehmenden Austrocknung der Landschaft, sondern setzt zudem riesige Mengen an Treibhausgasen wie CO₂ und Methan frei, die wiederum die globale Erwärmung anheizen.

Forderung: Wasser in der Fläche halten & Auen renaturieren

Regenwasser muss, wenn möglich, vor Ort versickern und darf nicht direkt abgeleitet werden. So können sich die Grundwasserspeicher wieder auffüllen. Das Gleiche gilt für die Landwirtschaft – wird Regenwasser über Drainagen direkt in die Flüsse geleitet, steht weniger Wasser in der Landschaft für Böden, Pflanzen und die Grundwasserspeicher zu Verfügung. Auen müssen renaturiert werden, denn auch sie halten das Wasser in der Landschaft.

Der Zustand der Gewässer ist bereits schlecht – die Klimakrise verschärft die Situation

Der Zustand der Gewässer in Deutschland ist besorgniserregend. Die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, die den guten Zustand der Gewässer fordert, wurde jahrelang verschleppt. Nur knapp acht Prozent der Flüsse und Bäche in Deutschland erreichen den von der europäischen Wasserrahmenrichtlinie geforderten guten ökologischen Zustand. Knapp 40 Prozent der oberirdischen Gewässer sind europaweit durch multiple Stressoren wie Nährstoffeinträge durch die Landwirtschaft oder Begradigungen belastet.¹ Dabei ist es insbesondere in Zeiten des Klimawandels wichtig, dass unsere Gewässer widerstandsfähig sind und unsere Landschaft als natürlicher Wasserspeicher funktioniert, denn die zunehmenden Folgen des Klimawandels verschärfen die bereits kritische Situation und erhöhen den Druck auf die Natur.

Forderung: Wasserrahmenrichtlinie umsetzen

Deutschland muss endlich seinen Verpflichtungen aus der Wasserrahmenrichtlinie nachkommen. Ein „Weiter so“ darf es nicht geben. Gesunde Gewässer sind resistenter und können mit den negativen Folgen der Klimakrise besser umgehen.

Folgen für die Ökosysteme und verschiedene Nutzungen der Gewässer sind zum Beispiel:

- **Niedrigwasser** kann zum Sterben ganzer Populationen von Fischen, Muscheln und Amphibien führen. Die Gewässer erwärmen sich schneller. Aufgrund von Niedrigwasser und Wassermangel können kurzzeitig regionale Nutzungskonflikte auftreten, zum Beispiel zwischen landwirtschaftlicher Bewässerung und dem Kühlwasserbedarf der Industrieunternehmen. Die Schifffahrt ist stark eingeschränkt.
- **Die Grundwasserspiegel** sanken in weiten Teilen des Landes in den letzten 30 Jahren kontinuierlich. Sinkende Grundwasserstände können Auen austrocknen und zum Trockenfallen eines Gewässers führen. Damit kehren sich vielerorts die hydraulischen Gradienten um: Statt die Fließgewässer mit – vergleichsweise – sauberem Grundwasser zu speisen, sickert nun belastetes und erwärmtes Oberflächenwasser ins Grundwasser. Damit wird aus einem Quantitätsproblem auch ein Qualitätsproblem.

Grundwasser ist nicht nur Grundlage für unsere Versorgung mit Trinkwasser, sondern überdies ein vielfältiger Lebensraum für zahlreiche Lebewesen, die für die Reinigung des Grundwassers wesentlich sind. Sinkende Grundwasserstände, steigende Schadstoffeinträge und zunehmende Erwärmung wirken sich negativ auf die Grundwasserökosysteme aus und sind damit auch für den Menschen ein ernstzunehmendes Problem.
- Durch **Hochwasser** werden Schadstoffe in Oberflächengewässer und ins Grundwasser gespült, die Wasserverschmutzung nimmt zu. Diese Verschmutzung beeinträchtigt wiederum die Trinkwasserreserven und die Gewässerökologie. Hinzu kommen menschliche Eingriffe: Durch Flächenversiegelung fließt das Wasser oberirdisch ab, statt im Boden zu versickern, Auen werden durch Deiche vom Fluss abgeschnitten und fallen

¹ Kleine Anfrage der Abgeordneten Steffi Lemke, Lisa Badum, Dr. Bettina Hoffmann, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Klimakrise und Biodiversität in Gewässern – BT Drucksache 19/11297 <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/112/1911297.pdf>

somit als natürliche Wasserspeicher weg, durch intensive landwirtschaftliche Nutzung wird die Wasserspeicherkapazität der Böden verkleinert.

- **Starkregen:** Innerstädtische Gebiete haben schon jetzt bei starken Regenfällen Probleme mit der Entwässerung. Mischkanalisationen, in denen Regenwasser und Abwasser gemeinsam abgeleitet werden, sind nicht für solch hohe Niederschlagsmengen in so kurzer Zeit dimensioniert. Es kommt zu Überläufen: Schad- und nährstoffbelastetes Abwasser fließt ungeklärt in die Oberflächengewässer. Dies belastet nicht nur die Ökosysteme, sondern kann, wenn diese Gewässer vom Menschen genutzt werden, auch die Gesundheit gefährden.
- **Eine Zunahme der Wassertemperatur** führt zur Abnahme des Sauerstoffgehalts im Wasser und hat negative Auswirkungen für Tiere und Pflanzen – die Wasserqualität verschlechtert sich. Eine über 42 Jahre laufende Untersuchung in einem Bach im ostthessischen Bergland ergab einen Anstieg der Wassertemperatur um 1,9 Grad und in Verbindung damit eine weitreichende Veränderung der Gewässerökologie sowie ein Rückgang der Anzahl der Insekten um über 80 Prozent.
- Folgen der **Dürre** im Jahr 2018 waren vertrocknete Pflanzen und Wälder, Ernteeinbußen und lokale Einschränkungen der Trinkwasserversorgung. Flüsse und Talsperren wiesen niedrige Pegelstände auf, es breiteten sich vermehrt Schädlinge wie der Borkenkäfer aus. Besonders naturnahe Auenlandschaften und Moore leiden unter dem langen Wassermangel. Das Risiko von Wald-, Gras- Moor- und Feldbränden steigt.

Die Politik muss endlich handeln und Gewässerschutz in allen Bereichen mitdenken

Um diese neuen Herausforderungen bewältigen zu können, braucht es ein Umdenken in der Politik sowie in der Gesellschaft. Die Politik muss endlich erkennen, dass wir schon mitten in der Klimakrise stecken und ein sofortiges Handeln notwendig ist.

Forderung: Im Wassermanagement muss ein Paradigmenwechsel stattfinden

Anstatt die Landschaft mit Drainagen immer weiter zu entwässern oder Auen als wertvolle Wasserspeicher zu zerstören, müssen Mechanismen und Lösungen gefunden werden, die das Wasser in der Landschaft auf natürliche Weise zurückhalten, damit auch in trockenen Zeiten genügend davon zur Verfügung steht. Der Gewässerschutz muss in allen Politikbereichen stets mitgedacht werden.

Derzeit kompensieren laut Bundesregierung die positiven Veränderungen im Gewässerbereich, etwa durch Renaturierungen oder Veränderungen der Schadstofffracht, ausschließlich die negativen Auswirkungen des Klimawandels.² Dieses Nullsummenspiel reicht aber nicht aus – wir brauchen im Gewässerbereich nicht nur einen Stopp der dramatischen Biodiversitätskrise³, sondern einen

² Kleine Anfrage der Abgeordneten Steffi Lemke, Lisa Badum, Dr. Bettina Hoffmann, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Klimakrise und Biodiversität in Gewässern – BT Drucksache 19/11297 <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/112/1911297.pdf>

³ www.bund.net/themen/fluesse-gewaesser/biodiversitaet/

Positivtrend hin zu mehr gesunden, naturnahen Gewässern. Die Klimakrise als zusätzlicher Stressor für die Gewässer stellt eine akute Bedrohung der lebenswichtigen Ressource Wasser dar, die es zu schützen gilt. Hier sind ein entschlossenes Handeln sowie ein Umdenken der Politik und Gesellschaft dringend erforderlich.

Dieses Papier gibt eine Übersicht zu den wichtigsten Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt sowie deren Folgen für die Natur und verschiedene Nutzungen der Gewässer.⁴ Daraus werden die wichtigsten Forderungen an die Politik und Maßnahmen, die es umzusetzen gilt, abgeleitet.

⁴ Um den Umfang dieses Papiers nicht zu überschreiten, wird im Folgenden nicht auf die Auswirkungen des Klimawandels auf die Küste und die Meere eingegangen.

1. Die wichtigsten Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt

Die Folgen der globalen Erwärmung sind in Deutschland bereits messbar (Anstieg der mittleren Lufttemperatur seit 1881 um 1,5 Grad Celsius, s. *Abb. 1*) und haben spürbare Auswirkungen auf den Wasserhaushalt: Niederschläge verlagern sich, Wetterextreme nehmen zu und beeinflussen somit die Menge und die Güte des verfügbaren Wassers. In Deutschland haben Niederschläge in der Summe leicht zugenommen, im Mittel stieg seit 1881 der jährliche Niederschlag um 8,7 Prozent. Jedoch ändert sich die Niederschlagsverteilung über das Jahr: Es gibt durchschnittlich mehr Niederschläge im Winter und weniger im Sommer.

Zudem sind starke geographische Unterschiede festzustellen: So ist der Nordwesten des Landes deutlich nasser geworden, der Osten hingegen nur geringfügig feuchter und Sachsen leicht trockener. Diese Änderungen sind vorrangig im Winter festzustellen, für die Sommermonate hingegen konnte eine geringe Abnahme um 3,8 Prozent im Mittel beobachtet werden. Hitzewellen sind seit 1951 häufiger und intensiver geworden. Starkregenereignisse sind zwar schwer vorhersagbar, sie sind jedoch in den vergangenen 65 Jahren immer häufiger aufgetreten und auch in Zukunft wird eine Zunahme und Intensivierung von Starkregenereignissen erwartet. Durch einen früheren Beginn der Vegetationsperiode erhöht sich infolge der Klimaerwärmung die reale Verdunstung vor allem im Frühjahr und Frühsommer tendenziell. Dadurch wird der pflanzennutzbare Bodenwasservorrat schneller erschöpft, so dass er im Hochsommer oft unter den für Pflanzen kritischen Wert von 30 Prozent sinkt, was zu Ernteaufschlägen und Vegetationsschäden führen kann. Die Erderhitzung bringt zudem eine höhere potenzielle Verdunstung mit sich.⁵ In den zukünftig wärmeren Wintermonaten steigt zugleich bei normalerweise hoher Bodenfeuchte auch die reale Verdunstung an. Bedingt durch die höheren Jahrestemperaturen verlängert sich bereits jetzt die Vegetationsperiode um circa zwei Wochen, was ebenfalls zu höheren Verdunstungswerten führt.⁶

⁵ www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2019

⁶ www.umweltbundesamt.de/daten/klima/veraenderung-der-jahreszeitlichen#die-dauer-der-vegetationsperiode-nimmt-zu

Die drei wärmsten Jahre seit dem Beginn der Wetteraufzeichnung in Deutschland 1881 waren 2014, 2018 und 2019.⁷ Besonders extreme Bedingungen herrschten im Jahr 2018 mit langanhaltender Trockenheit und außergewöhnlich hohen Temperaturen. Mit 590 Litern pro Quadratmeter anstatt der durchschnittlichen 789 Liter pro Quadratmeter fielen lediglich 75 Prozent der sonst üblichen Jahresniederschläge. Dies war somit eines der niederschlagsärmsten Jahre seit Beginn der Aufzeichnungen. Außerdem war 2018 mit einer Durchschnittstemperatur von 10,5 Grad Celsius das bisher wärmste Jahr seit Aufzeichnungsbeginn.⁸ Auch der Juli 2019 stellte neue meteorologische Rekorde auf: An drei aufeinanderfolgenden Tagen wurden über 40 Grad Celsius in Deutschland gemessen. In den Jahren 1881 bis 2018 kam es insgesamt nur zehnmal dazu. Vielerorts fiel lediglich ein Viertel oder gerade mal ein Fünftel der üblichen Niederschlagsmenge.⁹

Diese Änderungen wirken sich auch auf das Abflussgeschehen der Flüsse und auf die Grundwasserneubildung aus.¹⁰ So geht die Grundwasserneubildung in einigen Regionen derzeit schon zurück und das Grundwasserdargebot nimmt in Zukunft voraussichtlich weiterhin ab. Extreme wie Dürren und Hochwasser treten vermehrt auf, Temperaturen der Oberflächengewässer steigen, Bäche und Seen trocknen immer häufiger aus und durch Starkregen werden Nähr- und Schadstoffe in die Gewässer gespült. Eine geringere Wasserqualität und Wasserverfügbarkeit vor allem im Sommer wirkt sich in der Folge nachteilig auf die Ökosysteme sowie deren biologische Vielfalt aus.¹¹

⁷ www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2019/20191230_deutschlandwetter_jahr2019_news.html

⁸ www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20190102_waermstes_jahr_in_deutschland_2018.pdf?__blob=publicationFile&v=2

⁹ https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2019/20190730_deutschlandwetter_juli_news.html

¹⁰ www.lbeg.niedersachsen.de/startseite/boden_grundwasser/klimawandel/auswirkungen_auf_grundwasser/auswirkungen-des-klimawandels-auf-das-grundwasser-177245.html

¹¹ www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-laenderebene/handlungsfeld-wasser-hochwasser-kuestenschutz#textpart-1

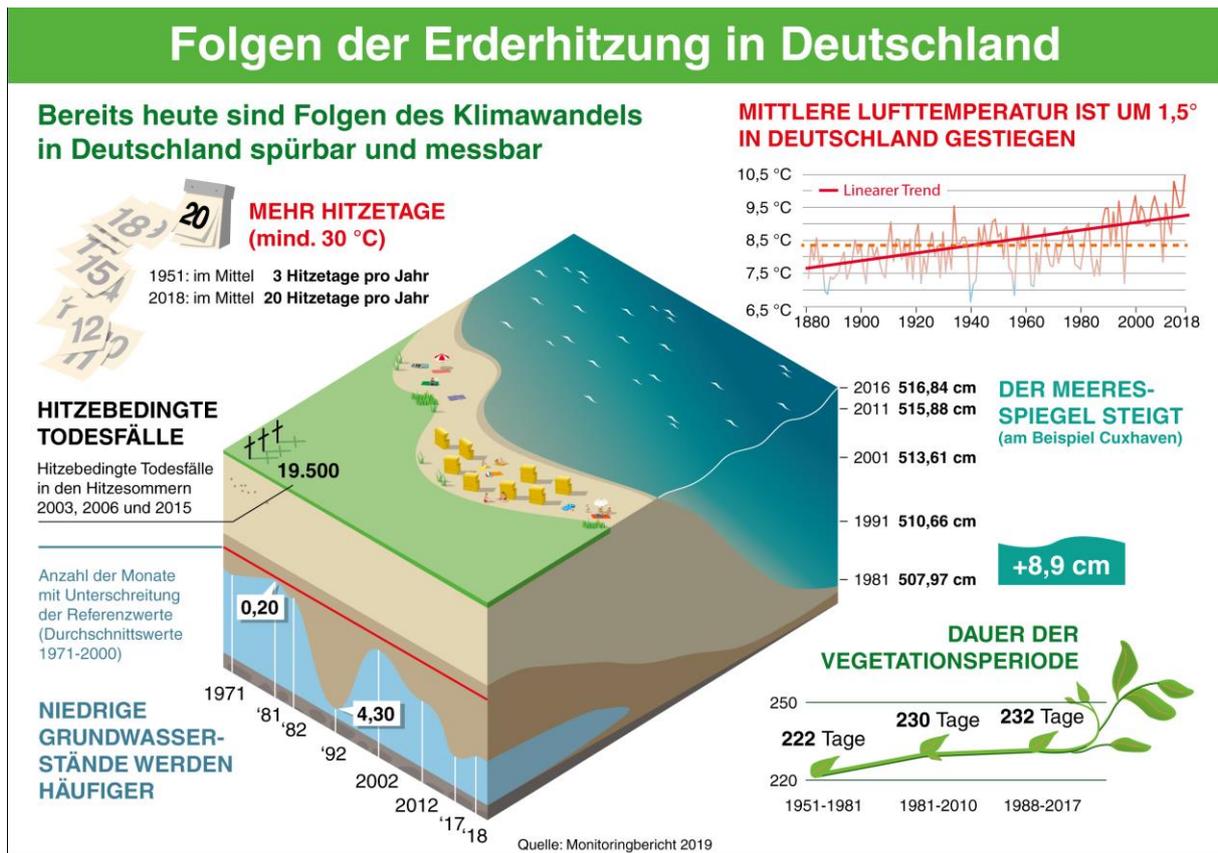


Abbildung 1: Folgen der Erderhitzung in Deutschland. ¹²

1.1 Niedrigwasser

Normalerweise ist in Deutschland der Wasserstand der Flüsse im Frühjahr aufgrund der Schneeschmelze am höchsten, im Sommer und Herbst hingegen am niedrigsten. Aufgrund sinkender Sommerniederschläge und zunehmender Verdunstung werden die Abflüsse in Zukunft im Sommerhalbjahr noch niedriger ausfallen.¹³ Als Folge steigender Temperaturen verlängern sich wahrscheinlich Niedrigwasserphasen und treten möglicherweise erheblich häufiger auf, da die Schneeschmelze aller Voraussicht nach früher eintritt, geringer oder komplett ausfällt. Niedrigwasser als Folge des Klimawandels wird insbesondere verstärkt durch den Ausbau der Flüsse, das Wassermanagement mit dem Ziel, Flächen zu entwässern, die Art der Landnutzung (Wald, Ackerbau – insbesondere mit Drainagen –, Siedlungen etc.) sowie den Braunkohletagebau.¹⁴

¹² www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/klimawandel-in-deutschland-neuer-monitoringbericht

¹³ www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/niedrigwasser

¹⁴ KLIWAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland – Abschlussbericht des BMVI www.kliwas.de/KLIWAS/DE/Home/homepage_node.html

Das Bundesverkehrsministerium (BMVI) ging in seinem Bericht von 2015 zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserstraßen noch davon aus, dass für die nahe Zukunft die Projektionen zu unsicher seien und daher kein Handlungsdruck bestehe. Erst in ferner Zukunft (2071–2100) sei mit ernsthaften Beeinträchtigungen der Schifffahrt aufgrund von extremem Niedrigwasser zu rechnen.¹⁵ Jedoch führte nach dem Niedrigwasserjahr des Jahres 2015 bereits auch das Hitzejahr von 2018 zu massiven Beeinträchtigungen der Schifffahrt. An neun von 15 großen Flüssen in Deutschland trat im Jahr 2018 an mehr als 100 Tagen extremes Niedrigwasser auf. Diese Flüsse lagen damit unter dem sogenannten mittleren Niedrigwasserabfluss (s. *Tabelle 1*). Der Rhein führte an 132 Tagen extremes Niedrigwasser, an Oder, Saale und Aller waren es mehr als 150 Tage und an der Elbe herrschte sogar über die Hälfte des Jahres (183 Tage) extremes Niedrigwasser.¹⁶ Das BMVI verkündete daraufhin einen Aktionsplan Niedrigwasser für den Rhein¹⁷, der jedoch ausschließlich auf ein Aufrechterhalten der verkehrlichen Nutzung abzielt und Naturschutzbelange, wie beispielsweise die Funktionsfähigkeit noch vorhandener Auenbereiche, völlig außer Acht lässt. Damit konterkariert das BMVI auch seine eigenen Programme und Ziele wie das Bundesprogramm Blaues Band.

Ein Bericht der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) spricht mit Blick auf das Jahr 2018 von einem 50-jährlichen „extrem seltenen“ Ereignis am Ober- und Mittelrhein und für den Rhein unterhalb der Moselmündung sogar von einem 100-jährlichen „extrem seltenen“ Ereignis. Solche extremen Niedrigwasserperioden gab es laut Bericht auch bereits im 19. und 20. Jahrhundert, jedoch hat sich die Nutzung der Flüsse seitdem stark geändert, weswegen das Schadenspotenzial erheblich zugenommen hat.¹⁸

¹⁵ KLIWAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland – Abschlussbericht des BMVI www.kliwas.de/KLIWAS/DE/Home/homepage_node.html

¹⁶ Auswertung Schriftliche Frage (3/490), zu den Definitionen

www.lfu.bayern.de/wasser/klima_wandel/auswirkungen/niedrigwasserabfluesse/doc/niedrigwasserkennwerte.pdf

¹⁷ www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/WS/gemeinsame-erklaerung-acht-punkte-plan-niedrigwasser-rhein.html

¹⁸ www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0263.pdf

Tabelle 1: Anzahl der Tage im Jahr 2018 mit Unterschreitung des mittleren Niedrigwasserabflusses (MNQ) von 15 großen Flüssen in Deutschland (Kriterium: Fläche des gesamten Flusseinzugsgebiets).¹⁹

Nr.	Fluss	Repräsentativer Pegel	Gesamt-Einzugsgebiet [km ²]	MNQ [m ³ /s]	Anzahl Tage im Jahr 2018 mit Unterschreitung MNQ
1	Donau	Hofkirchen	795.686	311	109
2	Rhein	Emmerich	198.735	1050	132
3	Elbe	Magdeburg-Strombrücke	148.268	223	183
4	Oder	Hohensaaten-Finow	118.890	247	175
5	Weser	Vlotho	41.094	59,5	100
6	Mosel	Cochem	28.286	56,2	115
7	Main	Frankfurt Osthafen	27.292	58,2	17
8	Inn*	Passau Ingling	25.700	281	2
9	Havel	Albertsheim/Rathenow	24.096	19,4	103
10	Saale	Calbe	24.079	43,5	155
11	Ems	Versen	17.934	17,2	31
12	Aller	Rethem	15.744	41,7	158
13	Neckar	Rockenau SKA	14.000	36,6	63
14	Spree*	Cottbus, Sandower Brücke	9.793	8,03	78
15	Isar*	Landau	8.370	87,6	23

Abflussdaten: Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, teilweise noch ungeprüft

* keine Bundeswasserstraße, Daten des Bundeslandes

Niedrigwasser hat jedoch nicht nur Folgen für die Binnenschifffahrt, sondern auch für die Wasserqualität, die Trinkwassergewinnung und die Artenvielfalt. Trockenfallende Gewässer haben extreme Auswirkungen für die Biozönose, also die Gemeinschaft von Organismen verschiedener Arten an einem Standort oder in einem (begrenzten) Lebensraum. Niedrigwasser vermag zum Sterben ganzer Populationen von Fischen, Muscheln und Amphibien zu führen.²⁰ Dies hat weitreichende Konsequenzen für die Nahrungskette: So sind auch viele Vögel wie Schwarz- und Weißstörche oder Kiebitze betroffen. Die Gewässer erwärmen sich schneller.²¹ Von den niedrigen Wasserständen und wärmeren Wassertemperaturen sind die Landwirtschaft und andere Nutzungsformen wie die Kühlung von Kraftwerken oder die Freizeitnutzung stark betroffen. Aufgrund von Niedrigwasser und Wassermangel können kurzzeitig

¹⁹ Aus BT-Drucksache 19/9553, Frage 66

²⁰ http://undine.bafg.de/rhein/extremereignisse/rhein_nw2003.html und <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/112/1911297.pdf>

²¹ www.dvgw.de/medien/dvgw/wasser/klimawandel/auswirkungen-klimawandel-wasserwirtschaft-energie-wasser-praxis-dez-2015.pdf, S. 83 und www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/niedrigwasser

regionale Nutzungskonflikte auftreten, zum Beispiel zwischen landwirtschaftlicher Bewässerung und dem Kühlwasserbedarf der Industrieunternehmen.²²

In den trockenen und heißen Sommern der Jahre 2018 und 2019 wurde vielerorts ein Verbot der Wasserentnahme aus Gewässern erlassen, so beispielsweise in den Gemeinden Weimar und Erfurt sowie an zahlreichen Gewässern in Baden-Württemberg, Bayern und Hessen.²³

Trockenfallende Gewässer sind kritisch für den globalen Kohlenstoffkreislauf, da die freigelegten Gewässerbetten CO₂ und andere Treibhausgase freisetzen und somit zum Voranschreiten des Klimawandels beitragen, wie eine Studie des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei untersuchte.²⁴ Mehr dazu in Kapitel 3 „Klimatreiber im Gewässerbereich“.

1.2 Grundwasserspiegel

Seit 1961 wurden in zunehmendem Umfang extrem niedrige Grundwasserstände beobachtet, insbesondere in den letzten zehn Jahren nahm die Anzahl der Monate im Jahr, welche die langjährig gemittelten niedrigsten Grundwasserstände unterschritten, deutlich zu.²⁵ In weiten Teilen des Landes sanken die Grundwasserspiegel in den vergangenen 30 Jahren kontinuierlich.²⁶ Dabei sind regionale und saisonale Unterschiede zu beobachten: Im Nordosten werden besonders in Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern in Zukunft vermehrt Niedrigstwasserstände für Grundwasser erwartet.²⁷ In Nordrhein-Westfalen wiesen viele Messstellen bereits 2018 Allzeittiefs auf. Für Baden-Württemberg lassen sich hingegen bis 2050 kaum Schwankungen der Grundwasserneubildung antizipieren.

²² www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-laenderebene/handlungsfeld-wasser-hochwasser-kuestenschutz#undefined

²³ www.sueddeutsche.de/news/wissen/umwelt---erfurt-auch-weimar-und-erfurt-verbieten-wasserentnahme-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-190723-99-172912 und www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0263.pdf

²⁴ <https://www.igb-berlin.de/news/trockene-gewaesser-unterschaetzte-player-im-klimawandel>

²⁵ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2019>

²⁶ http://gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/item/escidoc:65132/component/escidoc:65165/GFZ_syserde.02.01.12.pdf, www.lanuv.nrw.de/kfm-indikatoren/index.php?indikator=19&aufzu=2&mode=indi und <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/18/126/1812692.pdf>

²⁷ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2019>

Die Grundwasserneubildung ist hauptsächlich vom Niederschlag, der Verdunstung sowie dem oberirdischen Abfluss abhängig.²⁸ Neben den Klima- und Bodenverhältnissen hängt die Grundwasserneubildung zudem von der Landnutzung ab; so wird sie zum Beispiel in Niedersachsen massiv von der Intensivlandwirtschaft bestimmt. Hier wird deutlich, wie die künstliche Entwässerung durch Drainagen stark für eine Abnahme der Grundwasserneubildungsrate sorgt,²⁹ 2018 wurden an einem Großteil der Messstellen neue Tiefstände gemessen.³⁰

Eine weitere Ursache für die verringerte Neubildung von Grundwasser ist die durch den Klimawandel in Deutschland mittlerweile um circa zwei Wochen verlängerte Vegetationszeit – die Zeit, in der Pflanzen wachsen, blühen und fruchten.³¹ Normalerweise füllen sich im hydrologischen Winter die Grundwasservorräte auf und leeren sich dann im Sommer allmählich wieder. Pflanzen verbrauchen nämlich während der Vegetationszeit sehr viel Wasser, sodass überwiegend in der vegetationsfreien Zeit Grundwasser neu gebildet wird. Problematisch für die Grundwasserneubildung ist deshalb nicht nur eine anhaltende Trockenheit im Sommer und Hitzeperioden, sondern auch eine verlängerte Vegetationszeit.

Außerdem können die zunehmenden Niederschläge im Winter nur teilweise versickern, wenn das Wasser auf bereits gesättigte oder (seltener) gefrorene Böden trifft und mit erheblichen Anteilen oberflächennah beziehungsweise oberirdisch abläuft. Das Wasser fließt dann direkt in Flüsse, Bäche oder Seen, anstatt im Boden zu versickern und den Grundwasserspeicher zu füllen. Zudem fehlen immer öfter Schneedecken, aus denen das Wasser ganz allmählich versickert. Ebenfalls problematisch ist es, wenn im Sommer beispielsweise humusreiche Sandböden ausgetrocknet sind und sie deshalb große Wassermengen, die binnen kurzer Zeit bei einem Starkregen fallen, aufgrund des Benetzungswiderstandes nicht aufnehmen können, sodass das Wasser teilweise nur oberirdisch abläuft. Derartige Niederschläge tragen kaum zur Grundwasserneubildung bei.³² Hinzu kommt die rasant zunehmende Flächenversiegelung: Immer mehr Flächen werden bebaut,

²⁸ <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/grundwasser>

²⁹ https://www.lbeg.niedersachsen.de/download/144522/GeoBerichte_36.pdf

³⁰ www.focus.de/wissen/klima/trinkwassermangel-geht-deutschland-im-sommer-das-wasser-aus_id_10610181.html

³¹ www.umweltbundesamt.de/daten/klima/veraenderung-der-jahreszeitlichen#pflanzen-als-indikatoren-fur-klimaveraenderungen

³² www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2019

asphaltiert oder betoniert. Dadurch kann das Regenwasser nicht versickern und fließt oberflächlich ab. Folglich wird weniger Grundwasser neu gebildet.

Der in trockenen Sommern erhöhte Bedarf an Grundwasser durch Mensch und Vegetation kann verstärkt zu negativen Auswirkungen für die Ökosysteme führen.³³ Dies kann zukünftig besonders in solchen Gebieten gravierende Probleme verursachen, in denen die Wasserverfügbarkeit aufgrund der abnehmenden Niederschläge und der höheren Verdunstung eingeschränkt ist.³⁴ Sinkende Grundwasserstände können zum Trockenfallen eines Gewässers führen. Damit kehren sich vielerorts die hydraulischen Gradienten um: Statt die Fließgewässer mit – vergleichsweise – sauberem Grundwasser zu speisen, sickert nun belastetes und erwärmtes Oberflächenwasser ins Grundwasser, womit aus einem Quantitätsproblem auch ein Qualitätsproblem wird.

Das Grundwasser selbst bildet nicht nur die Grundlage für unsere Versorgung mit Trinkwasser, sondern überdies einen vielfältigen Lebensraum für zahlreiche und höchst unterschiedliche, zum Teil sehr seltene Lebewesen. Eine ihrer wesentlichen Ökosystemleistungen besteht in der Reinigung des Grundwassers.³⁵ Sinkende Grundwasserstände, steigende Schadstoffeinträge und zunehmende Erwärmung wirken sich negativ auf die Grundwasserökosysteme aus und sind damit auch für den Mensch ein ernstzunehmendes Problem.

1.3 Hochwasser

Hochwasser sind natürliche Ereignisse. Sie treten regelmäßig auf und sind charakteristisch für das Abflussverhalten von Flüssen. Während der Schneeschmelze oder stärkerer Niederschläge steigen die Wasserstände an. Die Natur profitiert davon, da das Wasser Nährstoffe in die Auen bringt, Fische und Amphibien ruhige Laichplätze finden und zahlreiche Vogelarten entlang der wassergefüllten Mulden und Flutrinnen auf Nahrungssuche gehen.

Eingriffe des Menschen verstärken Hochwasser allerdings: Durch Flächenversiegelung fließt das Wasser oberirdisch ab, statt im Boden zu versickern,

³³ www.lbeg.niedersachsen.de/startseite/boden_grundwasser/klimawandel/auswirkungen_auf_grundwasser/auswirkungen-des-klimawandels-auf-das-grundwasser-177245.html

³⁴ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2019>

³⁵ www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/grundwasser-als-lebensraum

Auen werden durch Deiche vom Fluss abgeschnitten und fallen somit als natürliche Wasserspeicher weg, durch intensive landwirtschaftliche Nutzung werden infolge der Bodenverdichtung die Wasserspeicherkapazität wie auch die Wasserleitfähigkeit der Böden verkleinert und in Kombination mit geringer Bodenbedeckung und Oberflächenverschlammung die Oberflächenabflussanteile erheblich vergrößert. Durch die Begradigung der Flüsse verkürzt sich der Flusslauf, das Wasser fließt schneller ab und stromabwärts steigt die Überschwemmungsgefahr.³⁶

In den letzten beiden Jahrzehnten häuften sich die so genannten „Jahrhundert“-Hochwasser.³⁷ Als Folge des Klimawandels werden in Deutschland Hochwasser in verschärfter Form auftreten, wie kürzlich eine in der Fachzeitschrift *Nature* publizierte Studie aufzeigte.³⁸ Besonders im Winter steigt die Hochwassergefahr wegen zunehmender Niederschläge, auch da aufgrund der mildereren Temperaturen die Niederschläge seltener in Form von Schnee gespeichert werden. Statt dass ein Teil der Winterniederschläge erst im Frühjahr mit der Schneeschmelze in die Flüsse gelangt, füllen sie schon im Verlauf des Winters die Gewässer. Da Hochwasser jedoch auch von den lokalen Bedingungen des Einzugsgebiets wie der Geländeneigung, der Landnutzung und vielen anderen Faktoren abhängig sind, fallen Prognosen schwer. Die Wahrscheinlichkeit für Überschwemmungen aufgrund häufigerer und intensiverer Starkniederschlägen steigt ebenfalls an (siehe Kapitel 1.4 „Starkregen“).

Laut Modellierungen des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung erhöht sich die Zahl der von Hochwasser betroffenen Menschen bis 2040 deutlich. In Deutschland könnte die Zahl um das Siebenfache steigen (von 100.000 auf 700.000), falls keine erheblichen Anpassungsmaßnahmen getroffen würden. Wenn eine globale Erwärmung um zwei Grad Celsius nicht deutlich unterschritten werde, seien die Hochwasserrisiken bis Ende des Jahrhunderts so hoch, dass Anpassungen

³⁶ www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_hochwasser_barrierefrei_new.pdf und www.umweltbundesamt.de/publikationen/veraenderungen-der-wasseraufnahme-speicherung

³⁷ www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_hochwasser_barrierefrei_new.pdf
³⁸ www.nature.com/articles/s41586-019-1495-6

schwierig würden.³⁹ Vor allem die Menschen in Niedersachsen, Brandenburg und Baden-Württemberg seien hiervon betroffen.⁴⁰

Neben Gefahren für den Menschen und Sachschäden kann Hochwasser zudem auch schädliche Umweltauswirkungen mit sich bringen. Werden durch Hochwasser Schadstoffe in Oberflächengewässer und ins Grundwasser gespült, nimmt die Wasserverschmutzung zu. Zudem gelangen Schadstoffe durch überschwemmte Industrie- und Kläranlagen sowie private Heizöltanks in die Gewässer. Diese Verschmutzung beeinträchtigt wiederum die Trinkwasserreserven und die Gewässerökologie.

Des Weiteren können Nutzungen wie die Schifffahrt infolge von Hochwasser eingeschränkt werden.⁴¹

1.4 Starkregen

Von Starkregen spricht man, wenn große Niederschlagsmengen binnen kürzester Zeit fallen. Oft treten die Starkregenereignisse in einem räumlich eng begrenzten Gebiet im Rahmen eines kräftigen Gewitters auf. Auch wenn sich der direkte Zusammenhang zwischen dem Klimawandel und einem einzelnen Starkregenereignis nur schwer herstellen lässt, gehen Forscher*innen aufgrund der gestiegenen Summe von Extremereignissen in den letzten Jahren von einer zunehmenden Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen bedingt durch den Klimawandel aus.⁴² Tatsache ist, dass mit steigenden Temperaturen der maximal mögliche Wasserdampfgehalt der Luft steigt und somit dasselbe Luftvolumen auch größere Niederschlagsmengen abgeben kann.

³⁹ www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/klimawandel-laesst-fluesse-ueber-die-ufer-treten-anpassung-noetig; www.scinexx.de/news/geowissen/hochwasserschutz-aufstocken-noetig/

⁴⁰ www.tagesschau.de/inland/klimawandel-hochwasser-101.html

⁴¹ www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-laenderebene/handlungsfeld-wasser-hochwasser-kuestenschutz#textpart-3 und www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/hochwasser

⁴² www.umweltbundesamt.de/themen/trockenheit-in-deutschland-fragen-antworten

Wenn viel Niederschlag in kurzer Zeit fällt, ist der Boden häufig nicht in der Lage, die gesamte Wassermenge aufzunehmen, insbesondere bei hoher Vorneuchte. Sturzfluten, steigende Wasserstände und Überschwemmungen sind dann die Folge. Besonders in urbanen Gebieten mit einem hohen Versiegelungsgrad ist die Gefahr von plötzlichen Überschwemmungen hoch. Überflutungen entstehen ebenfalls, wenn die Kanalisation überlastet ist. So haben innerstädtische Gebiete schon jetzt bei starken Regenfällen Probleme mit der Entwässerung. Mischkanalisationen, in denen Regenwasser und Abwasser gemeinsam abgeleitet werden, sind nicht für solch hohe Niederschlagsmengen in so kurzer Zeit dimensioniert. Es kommt infolgedessen zu Überläufen: Schad- und nährstoffbelastetes Abwasser fließt ungeklärt in die Oberflächengewässer. Dies belastet nicht nur die Ökosysteme, sondern kann, wenn diese Gewässer vom Menschen genutzt werden, auch die Gesundheit gefährden.

Weitere Umweltauswirkungen von Starkregenereignissen sind Bodenerosion, besonders auf ackerbaulich genutzten Löß- und Lehmböden, Sedimentablagerungen, aufgeweichte Böden, die keinen Halt mehr für Bäume bieten, Ausuferung von und Schäden an Kleinstgewässern (beispielsweise die Unterspülung von Uferböschungen), Auslaufen von Öl und Benzin sowie die Freisetzung weiterer Schad- und Nährstoffe insbesondere in intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebieten, die in die Gewässer gespült werden.⁴³ Fließen die Wassermassen oberirdisch über Äcker ab, werden substantielle Anteile der Humusschicht gelöst und in die Gewässer gespült, wo sie den Porenraum der Gewässersohle verstopfen (Kolmation) und die dortigen Lebensgemeinschaften schädigen.⁴⁴ Gleichzeitig werden vermehrt Schadstoffe, die an Bodenteilchen gebunden sind, in die Gewässer eingetragen.

1.5 Dürre

⁴³www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-05-29_texte_55-2019_starkregen-stadtentwicklung.pdf und www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-laenderebene/handlungsfeld-wasser-hochwasser-kuestenschutz#textpart-3

⁴⁴ Stein, H., Näschen, C., Schindler, H., Zumbroich, T. & Hahn, H. J. (2018): Verhindert Kolmation das Erreichen des guten ökologischen Zustands der Fließgewässer? Korrespondenz Wasserwirtschaft 11, 12, Schwerpunktheft Wasserrahmenrichtlinie;

Wharton G., Mohajeri, S. H. & Righetti M. (2017): The pernicious problem of streambed colmation: a multidisciplinary reflection on the mechanisms, causes, impacts and management challenges. WIREs Water 4:e1231.

Der Begriff der Dürre bezieht sich auf die für Pflanzen verfügbare Bodenfeuchte. Hierbei wird täglich mit dem langjährigen Zustand verglichen (Zeitraum 1951–2015). Wenn die aktuelle Bodenfeuchte erheblich nach unten abweicht⁴⁵, spricht man von einer Dürre.⁴⁶ Diese entsteht, wenn Wassermangel aufgrund von weniger Niederschlag und/oder einer höheren Verdunstung als üblich durch eine erhöhte Temperatur und/oder Wind auftritt. Eine Dürre in der Vegetationszeit bedeutet meist Trockenstress für die Pflanzen.

Im Jahr 2018 waren die Böden in Deutschland, vor allem aber in Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Brandenburg, sehr trocken. Diese Entwicklung setzte sich auch 2019 fort, da sich die Böden insbesondere in den tieferen Schichten kaum von der Dürre des Vorjahres erholen konnten. Die Folgen der Dürre im Jahr 2018 waren vertrocknete Pflanzen und Wälder, Ernteeinbußen und lokale Einschränkungen der Trinkwasserversorgung. Flüsse und Talsperren wiesen niedrige Pegelstände auf und es breiteten sich vermehrt Schädlinge wie der Borkenkäfer aus. Besonders naturnahe Auenlandschaften und Moore leiden unter dem langen Wassermangel. Bei großflächiger Trockenheit besteht zudem ein hohes Risiko von Wald-, Gras- Moor- und Feldbränden. Diese Probleme werden sich auch in Zukunft weiter verschärfen.⁴⁷ Nach einem Klimaszenario, das von einer globalen Erwärmung um drei Grad Celsius ausgeht, werden sich Dürren extrem verlängern – in Süddeutschland würden sie doppelt so lange andauern, während sie sich im Norden zeitlich um ein Drittel ausdehnen würden.⁴⁸

1.6 Veränderung der Gewässertemperatur

Eine Hitzewelle ist ein Extremereignis, von dem man spricht, wenn eine mehrtägige Periode mit ungewöhnlich hohen Temperaturen auftritt.⁴⁹ Die Studie der *World Weather Attribution* fand heraus, dass sich durch den Klimawandel die Wahrscheinlichkeit für eine Hitzewelle wie im Sommer 2018 in Mitteleuropa im

⁴⁵ Unterschreitung des 20-Prozent-Perzentils des Vergleichszeitraums

⁴⁶ <https://www.ufz.de/index.php?de=37937>

⁴⁷ <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/095/1909521.pdf> und <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/112/1911297.pdf>

⁴⁸ www.ndr.de/ratgeber/klimawandel/Wo-der-Klimawandel-Deutschlands-Boeden-austrocknet,duerre232.html

⁴⁹ www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=101094&lv3=624852

Vergleich zur vorindustriellen Zeit mehr als verdoppelt hat.⁵⁰ Seit 1881 stieg die mittlere Lufttemperatur in Deutschland um 1,5 Grad Celsius an.

Es ist zu erwarten, dass aufgrund dessen auch die Gewässertemperaturen einschließlich des Grundwassers langfristig zunehmen. Dies hängt jedoch von verschiedenen Faktoren wie zum Beispiel dem Wasserstand, der Beschattung, dem Durchfluss, der Gewässerbewirtschaftung sowie der Kühlwassereinleitung ab.⁵¹ Wassertemperaturen sollen laut Prognosen bis zum Jahr 2100 um ein bis zwei Grad Celsius steigen.⁵² Seen erwärmen sich aufgrund des Klimawandels im Mittel um 0,34 Grad Celsius pro Jahrzehnt, sie heizen sich somit schneller als die Atmosphäre und die Ozeane auf.⁵³ Eine über 42 Jahre (1969–2010) laufende Untersuchung des hessischen Breitenbachs ergab einen Anstieg der mittleren Wassertemperatur um 1,9 Grad Celsius und in Verbindung damit eine weitreichende Veränderung der Gewässerökologie sowie einen Rückgang der Insekten-Abundanz um über 80 Prozent.⁵⁴

Mit Zunahme der Lufttemperatur wird zeitverzögert die Grundwassertemperatur zunehmen,⁵⁵ da diese ungefähr dem Jahresdurchschnittswert der Lufttemperatur entspricht. Zunehmende Infiltration aus erwärmten Oberflächengewässern und vor allem die Nutzung und Wiedereinleitung des Grundwassers für Kühlzwecke, zum Beispiel in Klimaanlage und technischen Fertigungsprozessen, wärmen das Grundwasser weiter auf.

Eine Zunahme der Wassertemperatur führt zur Abnahme des Sauerstoffgehalts im Wasser und hat negative Auswirkungen für Tiere und Pflanzen – die Wasserqualität verschlechtert sich.⁵⁶ Die Vegetation leidet unter Hitzewellen, viele Bäume befinden sich im Trockenstress. Zudem sind auch die Trinkwasserversorger von Hitzewellen betroffen (siehe Kapitel 2.2 „Trinkwasserversorgung“).

⁵⁰ www.worldweatherattribution.org/attribution-of-the-2018-heat-in-northern-europe/

⁵¹ <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/18/126/1812692.pdf>

⁵² www.mpg.de/11178333/klimawandel-wassersysteme,
https://pure.mpg.de/rest/items/item_2415620/component/file_2415619/content

⁵³ www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2016/4/4.html

⁵⁴ <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cobi.13477>

⁵⁵ Menberg, K., Blum, P., Kurylyk, B. L. & Bayer, P. (2014): Observed groundwater temperature response to recent climate change. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(11), 4453–4466.

⁵⁶ www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-laenderebene/handlungsfeld-wasser-hochwasser-kuestenschutz#textpart-1

2. Welche Folgen hat das für die Ökosysteme und die verschiedenen Nutzungen der Gewässer?

Unsere Gewässer sind bereits stark vorbelastet und leiden unter ihren vielfältigen Nutzungen. Über 90 Prozent der deutschen Gewässer verfehlen den von der Wasserrahmenrichtlinie geforderten guten ökologischen Zustand/ das gute ökologische Potenzial. Das macht die Gewässer anfälliger für Auswirkungen des Klimawandels und verschärft zum einen die negativen Folgen für Ökosysteme und die Trinkwasserversorgung. Zum anderen müssen Gewässernutzungen wie Schifffahrt oder Oberflächenwasserentnahme zu Kühlzwecken von Kraftwerken vermehrt eingeschränkt werden. Besonders in Gewässern, in denen sich Nutzungen überschneiden, ist bei niedrigen Wasserständen und geringen Durchflüssen mit zunehmenden Konflikten zu rechnen.⁵⁷

2.1 Süßwasserökosysteme

Klimaveränderungen und der Biodiversitätsverlust hängen eng miteinander zusammen.⁵⁸ Bei zunehmenden Extremwetterereignissen wie Dürren und Sturzfluten sind unmittelbare Folgen für die biologische Vielfalt und die Ökosysteme zu erwarten, Lebensräume oder Laichgewässer werden zerstört.

2.1.1 Oberflächengewässer und Biodiversität

Weltweit beinhalten Oberflächengewässer wie Seen, Flüsse und Bäche zwar nicht einmal ein Zehntausendstel des globalen Wasservolumens, jedoch leben in ihnen zwölf Prozent der uns bekannten Arten.⁵⁹ In der Vergangenheit ist der Artenreichtum vor allem in und an unseren Gewässern stark zurückgegangen. In Deutschland befinden sich 78 Prozent der Auen- und Gewässerbiotoptypen in einer gefährdeten Situation. 20 Prozent davon sind sogar bedroht, vollständig zerstört zu werden.⁶⁰

Eine Dürre, die zum Austrocknen eines Oberflächengewässers führt, kann starke Populationsrückgänge von Fischen, Amphibien und des Makrozoobenthos mit sich bringen. So sind bei extremem Niedrigwasser Laichplätze nicht mehr erreichbar oder vorhanden. Geringere Wassermengen führen dazu, dass sich die Populationsdichte

⁵⁷ www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlaufBericht2007_14.pdf

⁵⁸ <https://www.ipbes.net/>

⁵⁹ www.ufz.de/index.php?de=36055

⁶⁰ www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/biologische_vielfalt_bf.pdf

erhöht – dies birgt wiederum ein höheres Risiko der Krankheitsübertragung.⁶¹ Zudem steht bei geringeren Abflüssen weniger Wasser zur Verdünnung von eingeleiteten Abwässern zur Verfügung – die Folge davon sind höhere Nähr- und Schadstoffkonzentrationen.⁶²

Bei Niedrigwasser fließt das Wasser langsamer, wodurch sich die Sedimentation erhöht. Das bedeutet, die im Wasser schwebenden Teilchen, wie zum Beispiel Sand oder auch Blattreste, lagern sich zunehmend am Gewässerboden ab. Außerdem werden durch zunehmende Starkregenereignisse vermehrt Sedimente in die Gewässer gespült. Diese Faktoren begünstigen die Verstopfung des Lückenraums am Flussgrund (Kolmation) und beeinträchtigen somit den wichtigsten Lebensraum im Gewässer. Tatsächlich dürfte bei den meisten Renaturierungsmaßnahmen die Kolmation eine der wesentlichen Ursachen für das Verfehlen des guten ökologischen Zustandes im gesamten Wasserkörper sein.⁶³

Die steigenden Temperaturen wirken sich eher längerfristig auf die Biozöosen der Gewässer aus und bringen eine Umstrukturierung der aquatischen Lebensgemeinschaften mit sich.⁶⁴ Wander- und Laichzeiten können sich verschieben, gewässerspezifische Arten abwandern, Nahrungsketten gestört werden und Lebensräume sich räumlich verändern, beispielsweise können sich Fischregionen in Richtung Quelle verschieben.⁶⁵

Eine höhere Wassertemperatur, vor allem in Verbindung mit organischer Belastung, begünstigt in den Gewässern das Pflanzenwachstum. Tagsüber führt die Sauerstoffproduktion der Pflanzen zu einer Sauerstoffübersättigung und nachts zu einer Abnahme der Sauerstoffkonzentration bis hin zum vollständigen Schwund, da Pflanzen, Fische und andere Wassertiere Sauerstoff verbrauchen. Tritt Sauerstoffmangel in Verbindung mit Nährstoffanreicherung auf, wird das ökologische Gleichgewicht eines Gewässers gestört (Eutrophierung).⁶⁶ Für Fische ist eine

⁶¹ <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/18/126/1812692.pdf>

⁶² <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/18/126/1812692.pdf>

⁶³ Stein, H., Näschen, C., Schindler, H., Zumbroich, T. & Hahn, H. J. (2018): Verhindert Kolmation das Erreichen des guten ökologischen Zustands der Fließgewässer? Korrespondenz Wasserwirtschaft 11, 12, Schwerpunktheft Wasserrahmenrichtlinie.

⁶⁴ <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/112/1911297.pdf> und <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/18/126/1812692.pdf>

⁶⁵ www.lawa.de/documents/lawa_auswirkungen_des_klimawandels_auf_die_wasserwirtschaft_1552292350.pdf

⁶⁶ www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/report29.pdf

Sauerstoffkonzentration unter vier Milligramm pro Liter lebensbedrohlich, bei manchen Arten wie Forellen oder Äschen löst bereits eine Temperatur über 23 Grad Celsius Stress aus. Außerdem steigern hohe Temperaturen die Gefahr für einen Parasitenbefall und die Fische können sich nicht mehr ausreichend regenerieren.⁶⁷ Durch chemische Prozesse bei geringer Sauerstoffkonzentration können zuvor in Sedimenten gebundener Phosphor und Stickstoff wieder freigesetzt werden und in die Gewässer gelangen.⁶⁸ Auch durch häufigere Hochwasser, Sturzfluten sowie Bodenerosion werden vermehrt Schadstoffe in die Gewässer gespült.⁶⁹

Zusätzliche unmittelbare menschliche Eingriffe können den Stress, der für die aquatische Biodiversität durch Extremwetterereignisse, erhöhte Temperaturen und Schadstoffeinträge entsteht, noch weiter verschärfen. Dazu zählt beispielsweise das Aufstauen der Fließgewässer. Dies verringert die Strömungsgeschwindigkeit, das Wasser erwärmt sich stärker und die Sauerstoffkonzentration nimmt weiter ab. Wird die Durchgängigkeit von Flüssen unterbrochen, können sich die aquatischen Lebewesen nicht mehr in kühlere Nebengewässer zurückziehen. Wanderfische werden durch Querbauwerke von ihren Laichgebieten abgeschnitten. Wasserentnahmen verschärfen die Situation bei Wassermangel zusätzlich und können zum Trockenfallen ganzer Gewässerabschnitte führen. Überläufe der Kanalisation bei Starkregenereignissen bringen weitere Nähr- und Schadstoffe in die Gewässer, der Sauerstoffgehalt sinkt, die Gewässergüte nimmt ab.⁷⁰ Ein massenhaftes Fischsterben bildet oftmals die Folge. Auch aufgrund der Schifffahrt verringert sich die Anzahl der Fische in den Gewässern erheblich; vor allem Arten, die auf Kies-Laichplätze und flache Uferzonen angewiesen sind, sind davon betroffen.⁷¹ Die Begradigung und der Ausbau von Flüssen sowie Wasserkraftanlagen stellen eine Gefahr für aquatische Lebewesen und deren Lebensräume dar. Sinkende Grundwasserstände in angrenzenden Auengebieten können langfristig zu einem Artenverlust führen und die grundwasserabhängige Vegetation verändern.⁷² Die industrielle Landwirtschaft arbeitet mit großen Mengen an Düngemitteln (zum Beispiel Wirtschaftsdünger wie Gülle oder Mineraldünger) und Pestiziden, die

⁶⁷ www.lfv-weser-ems.de/nachricht/was-die-hitze-fuer-die-fische-in-unseren-gewaessern-bedeutet.html

⁶⁸ <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/18/126/1812692.pdf>

⁶⁹ www.climate-service-center.de/imperia/md/content/csc/report29.pdf

⁷⁰ Schriftliche Fragen und Antworten der Bundesregierung – Drucksache 19/9553
<http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/19/095/1909553.pdf>

⁷¹ <https://www.igb-berlin.de/news/flussfische-vertragen-keinen-starken-schiffsverkehr>

⁷² https://www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlaufBericht2007_14.pdf

teilweise in den Flüssen und Seen oder im Grundwasser landen, da kaum Pufferzonen zu den Ufern existieren. Industriebetriebe leiten schadstoffbelastete Abwässer in die Flüsse ein und Kraftwerke führen das aufgewärmte Kühlwasser in die Flüsse zurück. All diese Einträge von Nitraten, Pestiziden, Schwermetallen, schwer abbaubaren organischen Schadstoffen, Mikroplastik oder Quecksilber und die Zufuhr von Wärme verschlechtern den Zustand der Gewässer und führen zu einem weitreichenden Artensterben.

2.1.2 Grundwasser als Lebensraum

Das Grundwasser stellt den größten und ältesten kontinentalen Lebensraum dar.⁷³ Ein hoher Anteil der dort lebenden Tiere ist selten, endemisch (kommt also nur in einem begrenzten Gebiet vor) oder muss als Reliktfauna gelten. Damit bildet das Grundwasser einen wichtigen Lebensraum für Organismen der Mikro- bis Makrofauna, zum Beispiel Krebstiere, Schnecken, Milben, Würmer und manchmal auch Amphibien und Fische. Schätzungen der Wissenschaft gehen davon aus, dass weltweit bis zu 100.000 im Grundwasser lebende Arten existieren.⁷⁴

Dieser Lebensraum ist bereits gefährdet, seine Vielfalt kaum erforscht.⁷⁵ Grundwasserabsenkungen und Austrocknung bedrohen vor allem kleinere Grundwasserleiter und deren Lebensgemeinschaften. Durch die Nutzung des Grundwassers als angeblich umweltfreundliches Kühlmittel in Klimaanlage und Industrieanlagen wird das Grundwasser zunehmend lokal erwärmt. Flächig wird die klimawandelbedingte Erwärmung auch das Grundwasser in ähnlichem Maße wie die Luft aufheizen. Gleichzeitig steigt die stoffliche Belastung des Grundwassers durch zunehmende Einträge belasteten Oberflächenwassers. Infolge sinkender Grundwasserstände, sowohl aus der Fläche als auch aus Fließgewässern durch verstärkte Infiltration, gelangen zunehmend Schadstoffe wie Dünger, Pestizide aber auch sogenannte, meist kläranlagenbürtige Mikroschadstoffe ins Grundwasser.

⁷³ Hahn, H. J. (2015): Grundwasser – die Tiefsee des Festlandes. In: Diehl, P., Imhoff, A. & Möller, L. (Hrsg.): Wissensgesellschaft Pfalz – 90 Jahre Pfälzische Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, Schriftenreihe 1927–2015, Bd. 116, 119–134, verlag regionalkultur (vr).

⁷⁴ <https://www.ufz.de/index.php?de=36055>

⁷⁵ Jähnig, S. C., et al. (2019): Lebendiges Wasser: Forschungsagenda zur biologischen Vielfalt der Binnen- und Küstengewässer.

Diese Stoffe stehen im Verdacht, einen maßgeblichen Anteil an den verarmten Fließgewässerlebensgemeinschaften zu haben.⁷⁶ Für das Grundwasser sind ähnliche Effekte zu erwarten, wobei noch keine vergleichbaren Untersuchungen vorliegen.

Die anthropogene Grundwassererwärmung könnte sich zu einer der größten Belastungen für die Grundwasserlebensgemeinschaften entwickeln. Eine 2018 veröffentlichte wissenschaftliche Studie ergab, dass die meisten echten Grundwassertiere wärmeempfindlich beziehungsweise kälteliebend sind.⁷⁷ Im untersuchten Oberrheingraben scheinen die Gemeinschaften bereits bei Temperaturen über 12,4 Grad Celsius zu kippen, sich also nachhaltig zu verändern. Als besonders problematisch gilt dabei die starke Ausweitung der Kühlwassernutzung des Grundwassers.⁷⁸ Ökologisch begründete Leitlinien für die behördliche Genehmigungspraxis existieren bislang nicht.⁷⁹

Auf etwa einem Fünftel der Gesamtfläche Deutschlands befindet sich das Grundwasser gegenwärtig in einem schlechten chemischen Zustand aufgrund zu hoher Nitratwerte. Die Ursache dafür sind hauptsächlich Stickstoffdünger-Überschüsse aus der Intensivlandwirtschaft. Besonders betroffen sind die durchlässigen Sandböden Nordwestdeutschlands. So beträgt der nitratbelastete Flächenanteil in Niedersachsen sogar etwa 60 Prozent und in Schleswig-Holstein 50 Prozent.⁸⁰

2.1.3 Prognosen der Auswirkungen auf die Artenvielfalt

⁷⁶ Berger, E., Haase, P., Oetken, M. & Sundermann, A. (2016): Field data reveal low critical chemical concentrations for river benthic invertebrates. *Science of the Total Environment* 544, 864–873;
Szołtyś, E., Brinke, M., Karaoglan, B. & Schäfer, R. B. (2017): Large Scale Risks from Agricultural Pesticides in Small Streams. *Environ. Sci. Technol.* 2017, 51, 7378–7385.

⁷⁷ Spengler, C. & Hahn, H. J. (2018): Thermostress: Ökologisch begründete, thermische Schwellenwerte und Bewertungsansätze für das Grundwasser. *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 11, 9.

⁷⁸ Griebler, C., Kellermann, C., Stumpp, C., Hegler, F., Kuntz, D. & Walker-Hertkorn, S. (2015): Auswirkungen thermischer Veränderungen infolge der Nutzung oberflächennaher Geothermie auf die Beschaffenheit des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften – Empfehlungen für eine umweltverträgliche Nutzung. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt;

Brielmann, H., Griebler, C., Schmidt, S. I., Michel, R. & Lueders, T. (2009): Effects of thermal energy discharge on shallow groundwater ecosystems. *FEMS Microbiology Ecology*, 68(3), 273–286.

⁷⁹ Spengler, C. & Hahn, H. J. (2018): Thermostress: Ökologisch begründete, thermische Schwellenwerte und Bewertungsansätze für das Grundwasser. *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 11, 9.

⁸⁰ www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2875/bilder/dateien/chemischer_zustand_der_grundwasserkoerper.pdf

Langfristige Trends zeigen auf, dass zu erwarten ist, dass in Deutschland von 20 untersuchten Amphibien-Taxa bei 75 Prozent langfristig ein Rückgang zu erwarten ist. Die Klimakrise stellt dabei einen der Gründe für den Rückgang dar. Bei Süßwasserfischen und Neunaugen ist bei 43 Prozent (der 89 untersuchten Taxa) eine negative Entwicklung zu erwarten. Bei den Köcherfliegen-Taxa liegt der langfristige Trend sogar bei einer Abnahme um 93 Prozent und bei den Blattfußkrebse bei 83 Prozent. Für Zieralgen liegt der langfristige Trend bei einem Rückgang von 52 Prozent. Limnische Kieselalgen (Diatomeen) sind aufgrund ihrer hohen Sensibilität gegenüber Belastungen der Gewässer ein wichtiger Indikator für die Süßwasserqualität. 31 Prozent der untersuchten Kieselalgen-Taxa (655 von 2103 Taxa) sind bestandsgefährdet.⁸¹ Da viele der Wasserorganismen sehr spezifische Ansprüche an aquatische Lebensräume haben, wird eine hohe Gefährdung bis hin zum Aussterben vorhergesagt.⁸² Laut Expert*innen ist bei einem Szenario von sechs aufeinanderfolgenden Dürre Jahren ein geringeres Pflanzenwachstum, ein aufgrund dessen entstehender Nahrungsmangel sowie ein erhöhter Schädlings- und Krankheitsbefall der Flora und Fauna zu erwarten.⁸³

Für die Grundwasserorganismen Mitteleuropas, deren Verbreitung bisher nur ungenügend erforscht ist, wird sich der aktuell vollziehende Wandel sehr nachteilig auswirken. Wo es zur Infiltration von Schadstoffen kommt, dürften viele der empfindlichen Arten zumindest deutlich zurückgehen. Die klimabedingte Erwärmung in der Fläche dürfte über die nächsten Jahrzehnte einen großen Teil der kälteempfindlichen Grundwasserfauna bedrohen und ihre Verbreitung auf relativ wenige, kältere Grundwässer beschränken („kalte Refugien“).⁸⁴

Tritt eine globale Erwärmung im Umfang von zwei Grad Celsius ein, werden sich die Süßwasserökosysteme mit hoher Wahrscheinlichkeit verändern – doch die Konsequenzen für den Menschen sind kaum abzuschätzen. Langfristige negative Effekte bei einzelnen aquatischen Arten sowie den Lebensgemeinschaften der

⁸¹ Kleine Anfrage der Abgeordneten Steffi Lenke, Harald Ebner, Dr. Bettina Hoffmann und weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Aquatische und wasserabhängige Biodiversität – BT Drucksache 19/11414 <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/114/1911414.pdf>

⁸² Kleine Anfrage der Abgeordneten Steffi Lemke, Lisa Badum, Dr. Bettina Hoffmann, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Klimakrise und Biodiversität in Gewässern – BT Drucksache 19/11297 <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/112/1911297.pdf>

⁸³ Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2018 – BT Drucksache 19/9521 <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/095/1909521.pdf>, S. 11

⁸⁴ Spengler, C. & Hahn, H. J. (2018): Thermostress: Ökologisch begründete, thermische Schwellenwerte und Bewertungsansätze für das Grundwasser. Korrespondenz Wasserwirtschaft 11, 9.

Gewässer insgesamt werden die Folge von Temperaturänderungen, veränderten Niederschlägen, Abflüssen, Nährstoffkonzentrationen und anderen Faktoren sein.⁸⁵

Infolge der Klimaänderung ist in den Böden hinsichtlich des Nitrats und anderer Stoffe bis zum Ende des 21. Jahrhunderts mit einer gebietsweise erheblichen Erhöhung des sogenannten Verlagerungsrisikos zu rechnen. In Niedersachsen werden davon besonders die Sandböden der Lüneburger Heide betroffen sein. Höheres Verlagerungsrisiko bedeutet, dass bei gleichbleibender Flächenbewirtschaftung Nährstoffe wie Nitrat in stärkerem Maße als bisher ins Grundwasser eingetragen werden. Die Begründung dafür liegt in einer Kombination von zunehmender Sommertrockenheit, damit einer verringerten Nährstoffaufnahme der Pflanzen, erhöhten Nährstoffüberschüssen im Boden im Herbst sowie verstärkter Sickerwasserbildung in den niederschlagsreicheren Wintermonaten, welche letztendlich zu erhöhten Nitrateinträgen ins Grundwasser führt.

2.2 Die Trinkwasserversorgung

In Deutschland wird Trinkwasser zu etwa zwei Dritteln aus Grundwasser gewonnen.⁸⁶ Aufgrund der sinkenden Grundwasserspiegel wird in manchen Regionen Wasser eingeschränkter verfügbar sein. Auch wenn die Wasserentnahmen in den letzten Jahren durch Einsparungen in der öffentlichen Wasserversorgung, durch Wasserkreislaufführung in der Industrie oder Reduzierung der Kühlwassermenge zurückgegangen sind, wird eine stärkere Nutzung der Grundwasservorräte infolge des Klimawandels erwartet, insbesondere durch die Forderung nach Bewässerung in der Landwirtschaft.⁸⁷ Trinkwasser wird auch aus Talsperren oder Uferfiltrat gewonnen. Sinkende Wasserstände bei langanhaltender Trockenheit stellen ein Problem für die Wasserentnahme dar.⁸⁸ Engpässe können

⁸⁵ Kleine Anfrage der Abgeordneten Steffi Lemke, Lisa Badum, Dr. Bettina Hoffmann, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Klimakrise und Biodiversität in Gewässern – BT Drucksache 19/11297 <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/112/1911297.pdf>

⁸⁶ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser>

⁸⁷ <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/112/1911297.pdf> und www.umweltbundesamt.de/themen/trockenheit-in-deutschland-fragen-antworten

⁸⁸ https://www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlaufBericht2007_14.pdf

dadurch entstehen, dass an heißen Tagen viele Menschen gleichzeitig größere Mengen als normal abzapfen und somit die Trinkwasserversorgung kurzzeitig nicht aufrechterhalten werden kann – ein sensibler Umgang der Bevölkerung hinsichtlich der Verwendung des Wassers ist somit besonders in trockenen Gegenden bei hohen Temperaturen notwendig.

Lokale oder regionale Probleme werden zudem durch klimatische Randbedingungen verursacht.⁸⁹ Im Herbst 2018 wiesen manche Trinkwassertalsperren alarmierend niedrige Wasserstände auf, zum Beispiel im Westharz.⁹⁰ Behörden riefen 2018 vielerorts zum sparsamen Umgang mit Wasser auf, Verbote für die Wasserentnahme zum Bewässern von Gärten wurden erlassen oder auf bestimmte Tageszeiten beschränkt.⁹¹ Im Jahr 2019 traten diese Fälle bereits im Juni ein, beispielsweise im Westmünsterland oder in Lohne bei Vechta.⁹² Das Land Sachsen hatte noch im Februar 2020 mit den Folgen der unterdurchschnittlichen Niederschlagsmengen und durchschnittlich höheren Temperaturen der vorangegangenen zwei Jahre zu kämpfen und berichtete von anhaltenden historisch niedrigen Pegelständen in einigen Talsperren, Flüssen und Grundwässern.⁹³

Überraschen dürfte, dass nach einem Bericht des *World Resources Institute* Deutschland einen „mittleren bis hohen“ Wasserstress aufweist und sich auf Platz 62 von 189 analysierten Staaten befindet. Dabei sind große regionale Unterschiede festzustellen (s. *Abb. 2*).⁹⁴

⁸⁹ www.umweltbundesamt.de/themen/trockenheit-in-deutschland-fragen-antworten

⁹⁰ www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/rapid-reaction/details/news/auswirkungen-der-hitzewelle-auf-waelder-wasserressourcen-und-landwirtschaft/

⁹¹ <https://www.bz-berlin.de/deutschland/was-passiert-wenn-das-wasser-wegbleibt>

⁹² <https://www1.wdr.de/nachrichten/westfalen-lippe/trinkwasser-vreden-stadtlohn-suedlohn-100.html> und www.sueddeutsche.de/news/panorama/wetter---lohne-oldenburg-hitze-sorgt-fuer-knappes-wasser-appell-zur-sparsamkeit-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-190626-99-808696

⁹³ <https://www.medienservice.sachsen.de/medien/news/233914>

⁹⁴ www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-face-extremely-high-water-stress

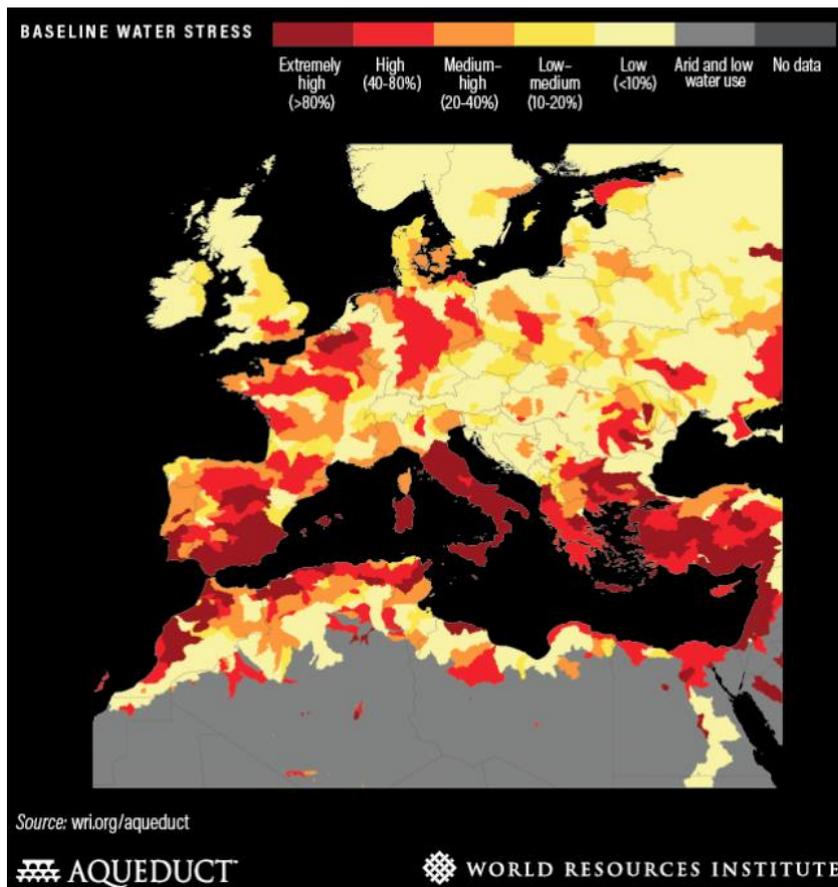


Abbildung 2: Wasserstress in Europa und Nordafrika.⁹⁵

Zudem haben Trinkwasserversorger mit Verunreinigungen des Grundwassers durch Nähr- und Schadstoffe aus der industriellen Landwirtschaft und Abwässern zu kämpfen. Gelangt außerdem verschmutztes Oberflächenwasser ins Grundwasser, was bedingt durch den Klimawandel zunehmen könnte, ist die Qualität des Grundwassers und damit auch des Trinkwassers gefährdet. Hinzu kommen wärmebedingte, negative Veränderungen der Mikrobiologie⁹⁶ und des Chemismus⁹⁷ im Grundwasser, welche die Anforderungen an die Qualitätssicherung erhöhen werden. Seit wenigen Jahrzehnten werden Trinkwasserleitungen wegen des verringerten Frostrisikos zunehmend flacher verlegt. Dadurch kommt es verstärkt zur Erwärmung des Leitungswassers im Sommer. Temperaturen über 20 Grad Celsius sind keine Seltenheit mehr, was das Risiko mikrobieller Belastungen deutlich erhöht.

⁹⁵ www.wri.org/blog/2019/08/17-countries-home-one-quarter-world-population-face-extremely-high-water-stress

⁹⁶ Griebler, C., Kellermann, C., Stumpp, C., Hegler, F., Kuntz, D. & Walker-Hertkorn, S. (2015): Auswirkungen thermischer Veränderungen infolge der Nutzung oberflächennaher Geothermie auf die Beschaffenheit des Grundwassers und seiner Lebensgemeinschaften – Empfehlungen für eine umweltverträgliche Nutzung. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

⁹⁷ Riedel, T. (2019): Temperature-associated changes in groundwater quality. *Journal of Hydrology* 572 (2019), 206–212.

Prognosen

In einer Risikoanalyse befassten sich Expert*innen mit den Auswirkungen eines möglichen sechsjährigen Dürreszenarios in Deutschland. In solch einer anhaltenden Trockenperiode könnte es zu Trinkwasserengpässen und örtlichen Beschränkungen kommen, wie das Bewässern von Gärten oder Befüllen von Swimmingpools. Dies hängt jedoch von der Art der Wassergewinnung, des Wasserbedarfs und der technischen Anlagenstruktur ab. Laut Expert*innen wird deutschlandweit über das ganze Jahr hinweg auch in Zukunft genug Trinkwasser vorhanden sein, es kann jedoch regional zu Engpässen kommen, beispielsweise in Brandenburg, Ostbayern oder im Südschwarzwald. Diese müssten dann durch wasserreichere Regionen ausgeglichen werden. Einen flächendeckenden Wasserstress in Deutschland gibt es bislang nicht.⁹⁸

2.3 Die Binnenschifffahrt

Aufgrund des erwarteten Rückgangs der Abflüsse nehmen langanhaltende und extreme Niedrigwasser an frei fließenden Flüssen zu und die Schifffahrtsbedingungen verschlechtern sich. Wenn die für einen verlässlichen Gütertransport notwendigen Fahrrinntiefen nicht mehr vorliegen, kann weniger Ladung transportiert werden. Dadurch erhöhen sich die Transportkosten, was nur begrenzt mit dem Kleinwasserzuschlag aufgefangen werden kann. Bei extremem Niedrigwasser muss die Schifffahrt sogar ganz eingestellt werden. An der Elbe ist das nahezu jedes Jahr der Fall, bis zu sieben Monate finden keine Transporte statt.⁹⁹ Daher sind seit den 1990er Jahren die Gütermengen um 90 Prozent auf unter 0,2 Millionen Tonnen pro Jahr gesunken – die Elbe ist somit als Wasserstraße unbedeutend.¹⁰⁰ Trotz der fehlenden verkehrlichen Bedeutung und den negativen

⁹⁸ Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2018 – BT Drucksache 19/9521

<http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/095/1909521.pdf>

⁹⁹ <https://www.volksstimme.de/sachsen-anhalt/elbe-240-tage-ohne-binnenschifffahrt> „Elbe 240 Tage ohne Binnenschifffahrt“

¹⁰⁰ Antworten der Bundesregierung und WSA Magdeburg

<http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/18/073/1807398.pdf>,

<https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/113/1911371.pdf>,

<https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/133/1813336.pdf>

Auswirkungen der Vertiefungsmaßnahmen wird allerdings an der Wasserstraße Elbe festgehalten.¹⁰¹

Das Niedrigwasser des Rheins hingegen hat für die Wirtschaft erhebliche Auswirkungen. Im Jahr 2018 fielen aufgrund der niedrigen Wasserstände insbesondere am Rhein Lieferungen aus. Es kam deshalb beispielsweise zu Lieferengpässen und einem Preisanstieg von an Tankstellen erhältlichem Benzin und Diesel. Unternehmen wie BASF und Thyssenkrupp mussten ihre Produktion zeitweise einschränken.¹⁰² Versorgungsengpässe können sich in Zukunft dort noch weiter verstärken, an gestauten Wasserstraßen kann der Schleusenbetrieb nicht garantiert werden. Wichtige Transporte müssen dann auf andere Verkehrsträger verlagert werden.¹⁰³

Auch bei starkem Hochwasser muss die Schifffahrt eingestellt werden.¹⁰⁴ Niedrigwassersituationen stellen jedoch aufgrund ihrer langen Dauer die erheblich größere Einschränkung für die Binnenschifffahrt dar.¹⁰⁵ In der Vergangenheit wurden Güterschiffe zunehmend größer, was mit einem größeren Tiefgang und höheren Anforderungen an die Fahrrinntiefen einherging (s. *Abb. 3*). Ausbau und Vertiefung von frei fließenden Flüssen haben jedoch starke negative Auswirkungen auf die Flüsse und deren Auen – Lebensräume, die schon in der Vergangenheit erheblich verändert wurden und die in Zukunft besonders unter dem Klimawandel zu leiden haben.

¹⁰¹www.gesamtkonzept-elbe.bund.de/Webs/GkElbe/DE/Informationen/Ergebnis/Broschuere.pdf?__blob=publicationFile&v=1, Leitlinien GKE, S. 17ff.

¹⁰² http://doi.bafg.de/BfG/2019/Niedrigwasser_2018.pdf

¹⁰³ https://www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlaufBericht2007_14.pdf

¹⁰⁴ <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/klimawandel-und-anpassung/hochwasser>

¹⁰⁵ KLIWAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland – Abschlussbericht des BMVI, S. 53 www.kliwas.de/KLIWAS/DE/Home/homepage_node.html

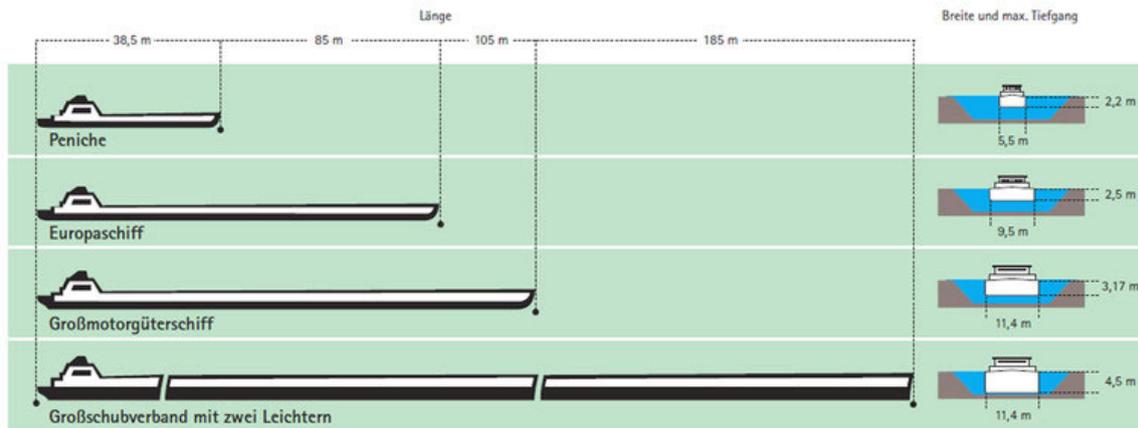


Abbildung 3: Binnenschiffe auf deutschen Flüssen.¹⁰⁶

2.4 Die Bewässerung in der Landwirtschaft

Mit immer häufiger auftretenden Dürren und sinkenden Grundwasserständen steigen die Ernteeinbußen und es kommt somit verstärkt die Frage nach künstlicher Bewässerung in der Landwirtschaft auf. Abnehmende (Früh-)Sommerniederschläge und Niederschläge, die vermehrt als Starkregen fallen und somit schlechter von den Pflanzen aufgenommen und von den Böden gespeichert werden können, beeinträchtigen die Wasserversorgung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen in ihrer Hauptvegetationsperiode.¹⁰⁷

Verstärkt wird das Problem des veränderten Niederschlagsregimes durch Drainagen, welche die Landschaft entwässern. Zudem können aufgrund der verdichteten Böden und des fehlenden Humus die Böden weniger Wasser speichern.¹⁰⁸ Monokulturen mit stark wasserbedürftigen Feldfrüchten tragen zum finanziellen Risiko eines Ernteausfalls bei.

¹⁰⁶ Mehr Informationen unter www.bund.net/fluesse-gewaesser/schiffahrt/

¹⁰⁷ www.umweltbundesamt.de/lw-r-6-das-indikator#berechnung-wird-lukrativer

¹⁰⁸ www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/uba_hochwasser_barrierefrei_new.pdf

Besonders der Rapsanbau leidet unter den fehlenden Niederschlägen. Auch Zuckerrüben und Kartoffeln sind nur wenig trocken tolerant. Getreide hingegen, besonders Gerste, ist etwas toleranter und Mais sogar relativ hitzebeständig.¹⁰⁹

Noch ist in Deutschland der Anteil an Flächen, die künstlich bewässert werden, relativ gering: Im Jahr 2015 wurden 2,7 Prozent der landwirtschaftlichen Flächen bewässert. Über die Hälfte dieser Flächen liegen in Niedersachsen. Auf circa 22 Prozent der bewässerten Fläche – damit der größte Teil – werden Kartoffeln angebaut, auf jeweils 13 Prozent der Fläche Gemüse und Erdbeeren im Freiland, gefolgt von Körner- und Silomais (gemeinsam 13 Prozent).¹¹⁰

In Deutschland lag 2015 der Anteil der landwirtschaftlichen Wasserentnahme für die Beregnung am Gesamtwasserverbrauch bei 0,25 Prozent. Zu gut 85 Prozent stammt das Beregnungswasser aus Grund- und Quellwasser, zu knapp 15 Prozent aus Oberflächengewässern. Die Folgen der Beregnung können ein Absinken des Grundwasserspiegels und ein veränderter Stoffhaushalt der Böden sein.¹¹¹ Bei zunehmenden Temperaturen verdunstet immer mehr Wasser.

Gerade die Sonderkulturen¹¹² und deren flächige sowie zeitliche Ausweitung mit Hilfe der Beregnung stellen ein Problem für die Menge und die Güte des Grundwassers dar. Sonderkulturen werden in der Regel sehr intensiv – und unter hohem Verbrauch von Wasser, Pestiziden und Dünger – betrieben und müssen deshalb als besonders grundwasserschädlich gelten.

2.5 Die Entwässerung der Landschaft

In Deutschland geht man davon aus, dass 15 Prozent der Landwirtschaftsfläche künstlich entwässert ist.¹¹³ In den norddeutschen Bundesländern liegt der Anteil noch wesentlich höher, so rechnet man für Schleswig-Holstein mit über 60 Prozent.¹¹⁴

¹⁰⁹ www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-funktioniert-landwirtschaft-heute/wie-trockenheit-der-landwirtschaft-schadet

¹¹⁰ www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper_85.pdf

¹¹¹ www.umweltbundesamt.de/lw-r-6-das-indikator#beregnung-wird-lukrativer

¹¹² Sonderkulturen sind besonders arbeits- und kapitalintensive Kulturen, beispielsweise Weinbau, Obstanbau, Hopfenanbau.

¹¹³ www.nul-online.de/Schutz-des-Bodens-Morphologische-Probleme-auf-landwirtschaftlichen-Flaechen.QUIEPTQ4OTlwNzImTUIEPTExMTE.html

¹¹⁴ Tetzlaff, B. et al. (2017): Endbericht zum Forschungsprojekt „Räumlich differenzierte Quantifizierung der Nährstoffeinträge ins Grundwasser und in die Oberflächengewässer Schleswig-Holsteins unter Anwendung der Modellkombination RAUMIS-GROWA-WEKU-MEPhos“. Forschungszentrum Jülich.

Über Drainagen wird das Wasser direkt in die Gewässer geleitet. Der Grundwasserspiegel sinkt, da sich der Wasserabfluss aus der Fläche erhöht. Dadurch sinkt der Wasserrückhalt in der Fläche, das Wasserdargebot nimmt ab. Davon sind auch Flüsse betroffen, die vom Grundwasser gespeist werden. Gleichzeitig steigt das Hochwasserrisiko in den Fließgewässern durch den erhöhten Wasserabfluss.

Über Drainagen werden außerdem Schad- und Nährstoffe in die Gewässer gespült: Circa 22 Prozent des Stickstoffeintrags gelangt auf diesem Wege in Oberflächengewässer, in Mecklenburg-Vorpommern sind es sogar bis zu 50 Prozent. Diese Entwässerung der Landwirtschaft ist in Regionen, die von zunehmender Trockenheit bedroht sind, nicht mehr zeitgemäß. Eine kontrollierte Dränung kann an Standorten mit geringem Gefälle eine sinnvolle Ergänzung darstellen, um Wasser einzusparen und den Nährstoffeintrag in die Gewässer zu reduzieren, wie es die Wasserrahmenrichtlinie fordert.¹¹⁵

In Deutschland sind fünf Prozent der Gesamtfläche Moorböden, wovon 32 Prozent als Acker- und 40 Prozent als Grünland genutzt werden.¹¹⁶ Infolge einer unangepassten Bewirtschaftung und der Bewässerung von Mooren werden große Mengen an CO₂ und anderen Treibhausgasen freigesetzt: In Deutschland sind das 2,5 bis 5 Prozent der CO₂-Äquivalente der jährlichen Gesamtemissionen. Intakte Hochmoore speichern 90 Prozent des Regenwassers und können dadurch zum Beispiel Hochwasserspitzen abpuffern. Auf drainierten Moorwiesen hingegen fließen 70 Prozent des Regenwassers ab.¹¹⁷

2.6 Die Energieversorgung

Bereits während der Niedrigwassersituationen und Hitzewellen in den Sommern 2003 und 2006 war die Verfügbarkeit des Kühlwassers für thermische Kraftwerke eingeschränkt und die Leistungen nahmen ab.¹¹⁸ Dies betraf 2003 zum Beispiel

¹¹⁵ www.knu.info/fileadmin/umweltschutz-normung/151221_bund_umweltschutz_normung_riesbeck_kontrollierte_draenung.pdf, www.hywa-online.de/wirksamkeit-von-gewaesserrandstreifen-auf-nitrateintraege-in-oberflaechengewaesser-gedraenter-tieflandeinzugsgebiete/ und www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4017.pdf

¹¹⁶ www.nul-online.de/Schutz-des-Bodens-Morphologische-Probleme-auf-landwirtschaftlichen-Flaechen.QUIEPTQ4OTlwNzImTUIEPTExMTE.html

¹¹⁷ <https://www.bfn.de/themen/biotop-und-landschaftsschutz/moorschutz/oekosystemleistungen.html>

¹¹⁸ <https://www.bundestag.de/resource/blob/529294/1e7acae6c62ecab1dae985e940e5aea8/wd-8-032-17-pdf-data.pdf>

Kraftwerke an der Isar und am Rhein, im Jahr 2006 Kraftwerke an der Weser und Elbe.¹¹⁹ Bei Niedrigwasser steht eine geringere Wassermenge zur Verfügung und die Wassertemperaturen steigen mit zunehmender Lufttemperatur. Die Kraftwerke benötigen mehr Wasser zu Kühlung, da wärmeres Wasser einen geringeren Kühlungseffekt aufweist. Bei Überschreiten eines bestimmten Schwellenwerts darf das Flusswasser nicht mehr als Kühlwasser genutzt werden, denn das Rückeinleiten von Kühlwasser in Fließgewässer stellt ein Problem für das aquatische Ökosystem dar.¹²⁰ Wassertemperaturen über 28 Grad Celsius führen zu Sauerstoffmangel und schädigen die Gewässerorganismen. Wenn nicht ausreichend Wasser zur Verfügung steht, müssen Kraftwerke heruntergefahren werden.¹²¹ Extreme Hochwasser können ebenfalls Schäden an Kraftwerken anrichten. Und auch Niedrigwasser schränkt die Leistung von Wasserkraftwerken ein, da diese sehr sensibel auf niedrige Abflussmengen reagieren.¹²²

Prognose

Laut Expert*innen ist bei einem Szenario von sechs aufeinanderfolgenden Dürrejahre von Stromausfällen, einer Reduzierung der Leistungen der thermischen Kraftwerke bei Niedrigwasserständen und von einem steigenden Stromverbrauch (zum Beispiel durch Nutzung von Klimaanlage) auszugehen.¹²³

2.7 Die Abwassereinleitung

Bei der Wasserentnahme ist die Einhaltung eines Mindestwasserabflusses aus ökologischen wie auch nutzungsbezogenen Gründen entscheidend. Im Falle von Abwassereinleitungen muss die schadstoffbezogene Maximalkonzentration eingehalten werden. Da mit einem zunehmenden Auftreten von Niedrigwasser

¹¹⁹ www.umweltbundesamt.de/ew-i-3-das-indikator#textpart-2 und www.sfv.de/lokal/mails/phj/versorgs.htm

¹²⁰ <https://www.bundestag.de/resource/blob/529294/1e7acae6c62ecab1dae985e940e5aea8/wd-8-032-17-pdf-data.pdf>

¹²¹ <https://www.mpg.de/11178333/klimawandel-wassersysteme>, www.zeit.de/gesellschaft/2018-07/kraftwerke-drosslung-hitze-deutschland, www.bund-rlp.de/service/presse/detail/news/bund-warnt-industrie-und-kraftwerke-treiben-rheinwassertemperatur-weiter-nach-oben-kritisches-temperaturniveau-droht-in-den-naechsten-tagen-erreicht-zu-werden/

¹²² <https://www.bundestag.de/resource/blob/529294/1e7acae6c62ecab1dae985e940e5aea8/wd-8-032-17-pdf-data.pdf>

¹²³ Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2018 – BT Drucksache 19/9521
<http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/19/095/1909521.pdf>

gerechnet wird, ist eine wirkungsvolle Klärung von Abwässern vor dem Einleiten besonders wichtig.¹²⁴ Werden Grenzwerte hinsichtlich der Schadstoffkonzentrationen oder Wassertemperaturen überschritten, muss die Einleitung eingeschränkt werden.¹²⁵ Durch Hochwasser können Schäden an Gebäuden, Fahrzeugen, sowie eine Unterbrechung der Strom- und Wasserversorgung oder auch eine Beeinträchtigung der Versorgung mit Rohstoffen und Vorprodukten entstehen.

2.8 Die Freizeitnutzung und der Tourismus

Infolge des Klimawandels sind sowohl negative als auch positive Auswirkungen für Tourismus und Freizeitnutzung zu erwarten.¹²⁶ Einerseits sind bei extremen Wasserständen die Fahrgastschifffahrt und der Betrieb von Fähren eingeschränkt. Auch Wassersportler*innen können dadurch behindert werden. Bei Überschwemmungen können Schäden an touristischen Einrichtungen entstehen, es kann zu einem Rückgang an Tourist*innen kommen und Einkommenseinbußen können auftreten. Auch Sturmfluten an der Küste haben das Potential, den Tourismus einzuschränken. Andererseits verlängern wärmere Temperaturen und geringere Niederschläge im Sommer die Badesaison und ziehen Tourist*innen an. Bei sinkender Wasserqualität drohen jedoch Badeverbote, beispielsweise aufgrund von Cyanobakterien (sogenannte Blaualgen) und erhöhten Keimzahlen. Mehr Besucher*innen in Naturräumen erhöhen den Nutzungsdruck auf sensible Ökosysteme.¹²⁷ Gesundheitliche Bedenken können bei extremen Hochwassern und Regenfällen nach längerer Trockenheit entstehen, da fäkalbürtige Mikroorganismen in die Gewässer und Trinkwasser-Gewinnungsanlagen gespült werden, was die Keimzahlen ansteigen lässt.¹²⁸

¹²⁴ https://www.kliwa.de/_download/KLIWAHeft23.pdf

¹²⁵ https://www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlaufBericht2007_14.pdf

¹²⁶ www.umweltministerkonferenz.de/umlbeschluesse/umlaufBericht2007_14.pdf

¹²⁷ www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-laenderebene/handlungsfeld-tourismus#undefined

¹²⁸ KLIWAS – Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland – Abschlussbericht des BMVI www.kliwas.de/KLIWAS/DE/Home/homepage_node.html, S. 28

3. Klimatreiber im Gewässerbereich

Klimatreiber sind klimawirksame Treibhausgase wie Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) in der Atmosphäre stellen Klimatreiber dar, welche die Erderwärmung fördern. Derartige Klimatreiber im Gewässerbereich sind zum Beispiel natürliche Emissionen aus Seen und Flüssen.¹²⁹ Aber auch bei der Binnenschifffahrt wird CO₂ ausgestoßen.¹³⁰

Aufgrund steigender Temperaturen und abnehmender Wasserstände tritt immer mehr Methan aus Binnengewässern aus. Methan ist ein 25-mal wirksameres Treibhausgas als Kohlendioxid.¹³¹ Der Ausstoß führt also zu einer Verstärkung des Klimawandels, welcher wiederum mehr Methan aus den Gewässern freisetzt – ein Teufelskreis. Eine Erwärmung von nur einem Grad würde die Methanfreisetzung um sechs bis 20 Prozent steigern.¹³²

Talsperren sowie die Rückstaubereiche von Wehren in gestauten Gewässern können große Mengen an Treibhausgasen freisetzen und erheblich zum Klimawandel beitragen. An tropischen Stauseen wird besonders viel Methan emittiert – in welchem Ausmaß dies allerdings in Deutschland geschieht, ist noch ungewiss.¹³³ Der weltweite weitere Ausbau von Flüssen für die Wasserkraft könnte also zu einer Zunahme der Treibhausgasemissionen führen und die globale Erwärmung weiter begünstigen.¹³⁴

Auch Blaualgen können Methan produzieren.¹³⁵ Nehmen Temperatur, Sonneneinstrahlung und Nährstoffgehalt in den Gewässern zu, begünstigt dies das Wachstum von Blaualgen, was wiederum zu erhöhten Methanemissionen führen kann.¹³⁶

Seen sind zwar einerseits Treibhausgas-Senken, andererseits treiben trockengefallene Seesedimente und auch saisonal trockenfallende Gewässerflächen

¹²⁹ www.igb-berlin.de/news/klimagase-aus-gewaessern

¹³⁰ www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsstandards/binnenschiffe#textpart-1

¹³¹ www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase

¹³² www.igb-berlin.de/news/klimawandel-verstaerkt-methanfreisetzung-aus-gewaessern

¹³³ www.ufz.de/index.php?de=42506

¹³⁴ www.igb-berlin.de/news/klimagase-aus-gewaessern

¹³⁵ www.igb-berlin.de/news/klimagase-aus-gewaessern

¹³⁶ www.uni-heidelberg.de/de/newsroom/cyanobakterien-produzieren-methan

den CO₂-Ausstoß in die Höhe. In den letzten 30 Jahren sind weltweit circa 90.000 Quadratkilometer an Gewässeroberflächen verschwunden. Mit den steigenden Temperaturen wird sich die Zahl der trockenfallenden Binnengewässer weiter erhöhen. Fallen Gewässerbereiche trocken, wird viel organisches Material zersetzt und dadurch übermäßig CO₂ emittiert. Die Emissionen aus Binnengewässern machen knapp ein Drittel der aus natürlichen Quellen freigesetzten Treibhausgase aus.¹³⁷

Auch in städtischen Gewässern (Kanäle, urbane Seen etc.) mit hohen Konzentrationen an Nährstoffen wird Methan freigesetzt – mehr als man bislang dachte. In Berlin fanden Forscher*innen heraus, dass die Emissionsrate der urbanen Gewässer doppelt so hoch wie der weltweite Mittelwert ist. Es ist also zu erwarten, dass mit der fortschreitenden Urbanisierung auch die Emissionen aus aquatischen Systemen zunehmen.¹³⁸

¹³⁷ www.igb-berlin.de/news/klimagase-aus-gewaessern

¹³⁸ www.igb-berlin.de/news/klimagase-aus-gewaessern

4. Forderungen

Zunächst gilt es, die Erderwärmung auf maximal 1,5 Grad Celsius zu begrenzen und den CO₂-Ausstoß verbindlich zu reduzieren. Wie jedoch einschlägige Studien zeigen, werden wir auch bei Einhaltung des 1,5-Grad-Ziels mit schwerwiegenden Auswirkungen rechnen müssen – und spüren sie schon heute.

Wassernutzungskonflikte müssen gerecht und nachhaltig gelöst werden. Dies darf nicht zulasten der Natur gehen. Viele Gewässer sind schon übernutzt und vorgeschädigt, so dass der Klimawandel eine bereits bestehende schlechte Situation weiter verschärft. Deutschland muss endlich seinen Verpflichtungen aus der Wasserrahmenrichtlinie nachkommen. Ein „Weiter so“ darf es nicht geben.

Im Folgenden findet sich eine kurze Aufstellung der wichtigsten Maßnahmen, die auch zur Abschwächung der Auswirkungen des Klimawandels beitragen können. Dabei handelt es sich überwiegend um Punkte, denen sich Deutschland bereits verpflichtet hat. Deutschlands „zögerliche“ Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie ist vor dem Hintergrund des Klimawandels nicht nachvollziehbar. Klimaschutzmaßnahmen müssen nachhaltig sein und dürfen keine neuen ökologischen Probleme verursachen.

Die Wasser- und Gewässerbewirtschaftung hat einzugsgebietsbezogen zu erfolgen. Dafür ist der ordnungsrechtliche Rahmen zu schaffen beziehungsweise anzupassen.

1. Hoch- und Niedrigwasser, Starkregenereignisse

- **Den Flüssen mehr Raum geben** statt sie noch höher einzudeichen: Die Wiedervernetzung des Flusses mit seiner Aue ist nicht nur extrem wichtig für die Stärkung der Biodiversität. Eine naturnahe, lebendige Aue nimmt in Hochwasserperioden Wasser wie ein Schwamm auf und gibt es bei niedrigeren Wasserständen langsam an den Fluss zurück. Dies verbessert die Wasserführung in Perioden mit geringem Wasserdargebot. Auen müssen renaturiert werden, ein Auenförderprogramm für alle Fließgewässer ist notwendig. Dort, wo Flüsse Raum haben, tragen neuentwickelte Auenwälder dazu bei, Wasser bei Hochwasser zurückzuhalten und bei Trockenheit wieder

abzugeben. Zudem speichern Wälder viel Kohlenstoff und wirken kühlend auf ihre Umgebung.

- **Wasser- und Sedimentrückhalt in der Fläche:** Regenwasser muss auch im Siedlungsbereich, wenn möglich, vor Ort versickern und darf nicht direkt abgeleitet werden. So können sich die Grundwasserspeicher wieder auffüllen. Das Gleiche gilt für die Landwirtschaft – wird Regenwasser über Drainagen direkt in die Flüsse geleitet, steht weniger Wasser in der Landschaft für Böden, Pflanzen und die Grundwasserspeicher zu Verfügung.
- **Hochwasserentstehungsgebiete nach § 78d Wasserhaushaltsgesetz:** Eine bundesweite Erfassung von Hochwasserentstehungsgebieten und eine Umsetzungspflicht durch die Bundesländer sind nötig. Derartige Gebiete liegen z.B. in niederschlagsreichen, landwirtschaftlich genutzten Mittelgebirgsregionen. Das Gesetz ermöglicht in ausgewiesenen Hochwasserentstehungsgebieten die Anordnung von Maßnahmen z.B. zur Verbesserung des Versickerungs- und Wasserrückhaltevermögens von Böden.
- **Flächenversiegelung stoppen:** In der Stadt wird das Wasser schnellstmöglich abgeführt, Flächen sind versiegelt und Wasser kann nicht versickern. Die Natur leidet unter zunehmender Trockenheit, Städte erhitzen sich im Zeichen der Klimakrise stärker. „Schwammstädte“ müssen konzipiert werden, welche Wasser wie ein Schwamm bei starkem Regen aufnehmen und dann verzögert wieder abgeben können.

2. Gewässertemperaturen

- **Beschattung:** Bäche und Flüssen gleichen heutzutage vielfach offenen Kanälen. Oftmals fehlen die Auen und damit auch schattenspendender Gehölzbewuchs.
- **Abbau von Querbauwerken:** Das Aufstauen der Flüsse führt zu einem stärkeren Temperaturanstieg, verstärktem Algenwachstum, Eutrophierung, Nährstoffrücklösung aus dem Sediment und Ausstoß von Treibhausgasen. Außerdem können Fische und andere Wasserlebewesen die Hindernisse

oftmals nicht überwinden. Wasserkraft ist keine nachhaltige Form der Energiegewinnung.

- **Verbesserung der Hydromorphologie:** Dynamische Gewässer führen mehr Sauerstoff und sind in der Regel deutlich kühler.
- **Wärmelast in Flüssen verringern:** Viele thermische Kraftwerke leiten erwärmtes Kühlwasser in die Flüsse zurück, welches die Gewässertemperatur zusätzlich erhöht. Diese Vorbelastung muss, besonders bei niedrigen Abflüssen, heruntergefahren werden.

3. Grund- und Trinkwasserschutz

- **Vorsorge- und Verursacherprinzip durchsetzen:** Um langfristig die Gewässerqualität und somit auch die Trinkwasserversorgung zu schützen, muss vorausschauend gehandelt werden. Bei der Schadstoffbelastung, insbesondere bei Mikroschadstoffen, müssen Hersteller* in die Pflicht genommen werden. Schadstoffe dürfen erst gar nicht ins Gewässer gelangen.
- **Gewässergüte verbessern:** Das Grundwasser muss vor Nähr- und Schadstoffen geschützt werden. Durch die Grundwasserabsenkungen nimmt auch der Eintrag kläranlagenbürtiger Schadstoffe in das Grundwasser zu. Das Grundwasser ist der größte aller kontinentalen Lebensräume. Die dort lebenden Organismen sind seit Jahrtausenden an niedrige Stoffkonzentrationen und kühle Temperaturen angepasst. Sie leisten einen wesentlichen Beitrag zur Selbstreinigung dieser Wasserkörper, aus denen in Deutschland zu circa 70 Prozent die Trinkwasserversorgung gewährleistet wird.
- **Wärmeeinträge kontrollieren und vermindern:** Um die Wärmeeinträge zu regeln, bedarf es ökologisch begründeter, regionaler Wärmelastpläne für das Grundwasser und ökologisch begründeter Leitlinien für die geothermische Nutzung speziell aus flachen Grundwasserkörpern. Grundlage dafür sind noch zu formulierende regionale Wärmeschwellenwerte. Wärme, laut Wasserrahmenrichtlinie eine Verschmutzung, muss auch in Hinsicht auf

Grundwasser flächendeckend im Rahmen der Monitoringprogramme erfasst werden.

- **Stärkung der kommunalen Trinkwasserversorgung:** Statt auf Fernwasser zu setzen, soll, wo immer möglich, die Trinkwasserversorgung kommunal gelöst werden. So wird vor Ort das Grundwasser geschützt, da Kommunen beispielsweise die Verschmutzung durch Nitrat besser kontrollieren.
- **Wassernutzungskonflikte gerecht und nachhaltig lösen:** Trinkwasserschutz ist nur Hand in Hand mit Naturschutz möglich, nicht zu dessen Lasten. Wassernutzungskonflikte müssen frühzeitig entschärft werden, indem der Wasserverbrauch besonders in der Industrie und Landwirtschaft reduziert wird. Als Lenkungsinstrument ist daher zum Beispiel ein am Verursacherprinzip orientiertes Wasserentnahmeentgelt nötig wie in der Wasserrahmenrichtlinie der EU vorgesehen – die größten Verbraucher und Verschmutzer wie Industrie, Bergbau und Landwirtschaft dürfen davon nicht ausgenommen werden, wie es aktuell in manchen Bundesländern der Fall ist.

4. Binnenschifffahrt

- **Binnenschifffahrt überprüfen:** Es muss überprüft werden, auf welchen Flüssen die Binnenschifffahrt unter sich ändernden klimatischen Verhältnissen noch sinnvoll ist.
- **Schiffe anpassen:** Schiffe müssen an die natürlichen Vorgaben der Flüsse angepasst werden, nicht umgekehrt. Dazu müssen Schiffe emissionsärmer angetrieben werden und tendenziell weniger Tiefgang aufweisen. Gefahrgut gehört nicht auf die „Wasserstraße“. So viel Transport wie möglich muss von den „Wasserstraßen“ auf die Schiene verlagert werden.

5. Nachhaltiges Wassermanagement in der Landwirtschaft

- **Bodenbearbeitung reduzieren,** um Humusaufbau im Boden zu fördern und die Bodenstruktur zu erhalten oder zu verbessern: Dadurch erhöht sich die Wasserspeicherkapazität des Bodens, er ist beständiger gegen Erosion und

speichert außerdem mehr Kohlenstoff. Gefordert wird eine Ergänzung des § 17 Abs. 2 BBodSchG um einen Punkt, der die Wasseraufnahmefähigkeit und Wasserspeicherkapazität des Bodens konkret benennt. Auch der Anbau von Zwischenfrüchten mit tiefen Wurzeln verbessert die Bodenstruktur und Wasserspeicherfähigkeit. Die Belastung durch schwere landwirtschaftliche Geräte muss reduziert werden, um damit der Bodenverdichtung entgegenzuwirken.

- **Entstehung von Sturzfluten und Bodenerosion entgegenwirken:** Ergänzung von § 17 Abs. 3 BBodSchG um einen zusätzlichen Absatz, der die Anordnung von Maßnahmen erlaubt, welche der Entstehung von Sturzfluten und Bodenerosion entgegenwirken.
- **Anpassung der Bewirtschaftung:** Flächendeckende Ermittlung des verfügbaren Wasserdargebots unter Berücksichtigung der Bewirtschaftungsziele nach der Wasserrahmenrichtlinie und der klimatischen Entwicklungen sowie regelmäßige Prüfung des Anpassungsbedarfs. Verpflichtung zur Beantragung einer Genehmigung aller Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern und aus dem Grundwasser bei den Bewirtschaftungsbehörden, die über eine Bagatellgröße hinausgehen. Überwachung der Entnahmepaxis unter anderem zur Vermeidung illegaler Entnahmen. Verpflichtung aller Bewirtschaftungsbehörden, keine Rechte über das verfügbare Dargebot hinaus zu erteilen. Bundesweite Erhebung eines Entnahmeentgelts auch von der Landwirtschaft.
- **Anpassung der EU-Agrarpolitik an die klimawandelbedingten Herausforderungen:** Verbot wasserverschwendender und Förderung von Entwicklung und Einsatz wassersparender Bewässerungssysteme. Förderung von ökologischen Vorrangflächen zugunsten des Wasserrückhalts in der Fläche, beispielsweise im Rahmen der „erweiterten Konditionalität“ oder der „Eco-Schemes“. Abschaffung aller nicht nachhaltig wirkenden Anreize (Energiepflanzenanbau). Wenn Bewässerung, dann so wassersparend wie möglich, beispielsweise als Tröpfchenbewässerung und in kühlen Nachtstunden. Keine Beregnung von Mais und anderen Getreidekulturen (Ausnahme Saatgutproduktion). Eine Förderung im Rahmen der GAP (Artikel

68 der Strategieplan-Verordnung „Investitionen“) darf für solche Kulturen genauso wenig erfolgen, wie eine entsprechende Genehmigung auf Antrag zur Beregnung oder Bewässerung.

- **Wasserspeicherung in „umweltverträglichen“ Anlagen:** Förderung von naturnah angelegten Regenrückhaltebecken in der Agrarlandschaft. Sie können Starkniederschläge im Sommer speichern und in folgenden Trockenperioden Wasser in die Nutzflächen abgeben. Das gespeicherte Wasser könnte dann auch zur Bewässerung verwendet werden.
- **Grundwasseranreicherung:** Grundwasseranreicherung durch Infiltration von aufbereitetem Flusswasser mit strengen Anforderungen unter Berücksichtigung der hydrobiogeologischen regionalen Verhältnisse.
- **Standortangepasste Kulturen:** Die Fruchtfolgen und Kulturauswahl soll so erfolgen, dass Kulturen mit geringerem Wasserbedarf reduziert und vielseitigere und damit klimaangepasste Fruchtfolgen entwickelt werden. Entsprechende Vorgaben sind im Rahmen der GAP zu formulieren und angepasste Beratungsangebote für die Landwirt*innen anzubieten.
- **Drainagen – wo möglich – zurückbauen.** Anhand der Klimaprognosen mit den Wasser- und Bodenverbänden angepasste Konzepte entwickeln. Sonst verstärkt **kontrollierte Dränung** einsetzen: Durch regulierte Wasserhaltung in der Fläche kann bei langanhaltender Trockenheit ein Entwässern des Bodens verhindert und der Nährstoffeintrag ins Gewässer verringert werden (Maßnahme geeignet für Standorte mit geringem Gefälle und Reliefunebenheiten). Es sollten keine neuen Drainagen genehmigt werden.
- **Bundesweit einheitliche Drainagen-Regelung:** Regelungen müssen verschärft werden, um Wasser in der Landschaft zu halten, besonders in Zeiten des Klimawandels, und um Nährstoffe zurückzuhalten. Drainagen dürfen nicht mehr von einer wasserrechtlichen Erlaubnispflicht freigestellt werden. Nr. 2 in Abs. 1 von § 46 WHG streichen, da nach dieser Regelung die „gewöhnliche Bodenentwässerung landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzter Grundstücke“ erlaubnisfrei ist.

Hintergrund/Ressourcen

BUND-Hintergrundinformationen

<https://www.bund.net/service/presse/pressemitteilungen/detail/news/hitzewelle-und-auswirkungen-der-klimakrise-in-deutschland-interviewpartnerinnen-beim-bund/>

<https://www.bund.net/service/presse/pressemitteilungen/detail/news/klimakrise-wir-haben-es-mit-einem-politikversagen-der-bundesregierung-zu-tun/>

<https://www.bund.net/themen/aktuelles/detail-aktuelles/news/neue-hitzewelle-in-europa-und-weit-und-breit-kein-klimaschutz-in-sicht/>

https://www.bund-nrw.de/fileadmin/nrw/dokumente/Wasser/2019_06_BUND-Position_Wasserwirtschaft_in_Duerrezeiten.pdf

Weitere Ressourcen

Die Website der Bundesanstalt für Gewässerkunde zeigt die aktuellen Wasserstände an den Bundeswasserstraßen:
https://www.bafg.de/DE/06_Info_Service/01_Wasserstaende/wasserstaende_node.html

Der Dürremonitor des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) zeigt die aktuelle Entwicklung der Bodenfeuchte in Deutschland:
<https://www.ufz.de/index.php?de=37937>