



## Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zur Klimaanpassung

# Wie kann Katastrophenvorsorge bei trockenheitsbedingten Trinkwasserengpässen und Niedrigwasser kooperativ gestaltet werden?

Autoren: Friederike Rohde, Johannes Rupp, Marc Beckmann

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)

August 2019

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Trockenheit in Deutschland.....	3
2.1	Klimawandel und Trockenheit.....	3
2.2	Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft.....	5
2.3	Auswirkungen auf andere Handlungsfelder der DAS.....	6
3	Auswirkungen von Trockenheit auf kritische Infrastrukturen.....	7
3.1	Wasser: Trinkwasserversorgung.....	7
3.2	Verkehr und Transport: Binnenschifffahrt und Logistik .....	8
3.3	Energie: Elektrizität und Mineralöl.....	8
3.4	Gesundheit: Arzneimittel, Impfstoffe und Labore.....	9
3.5	Bevölkerungsschutz zur Sicherung der Bevölkerung und der Versorgungssysteme .....	9
4	Anpassung an Trockenheit als Extremwetterereignis.....	9
4.1	Herausforderungen bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen .....	10
4.2	Maßnahmen zur Anpassung bei Wasserknappheit.....	11
5	Gemeinsam der Trockenheit begegnen: Die Methode des Planspiels.....	13

5.1	Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen erleichtern .....	13
5.2	Die Gestaltung des Planspiels .....	14
5.3	Lösungsansätze und Handlungsstrategien mit in die Praxis nehmen .....	14
6	Zusammenfassung .....	15
7	Quellenverzeichnis .....	16

## Abkürzungsverzeichnis

<b>BBK</b>	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
<b>BMI</b>	Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat
<b>BMU</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
<b>DAS</b>	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
<b>DKKV</b>	Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge
<b>DWD</b>	Deutscher Wetterdienst
<b>IÖW</b>	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>KLIWA</b>	Klimaveränderung und Wasserwirtschaft
<b>KRITIS</b>	Kritische Infrastrukturen
<b>KomPass</b>	Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung
<b>LAWA</b>	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
<b>UBA</b>	Umweltbundesamt

## 1 Einleitung

Der „Dürresommer“ 2018 hat bei vielen Menschen in Deutschland bleibende Erinnerungen hinterlassen. Entsprechend seiner Einordnung als zweittrockenster und zweitwärmster Sommer seit Beginn der Wetteraufzeichnungen waren die ökonomischen, sozialen und ökologischen Folgen beträchtlich (DWD 2018). Neben Ernteaussfällen, Waldbränden und zahlreichen Lieferengpässen für die Wirtschaft kam es lokal auch teilweise zu Engpässen in der Wasserversorgung (Deutscher Bundestag 2019). Auch das Jahr 2019 scheint über das Jahr betrachtet wieder ein besonders trockenes Jahr zu werden. So waren bereits im Frühjahr die Böden sehr trocken (UBA 2019) und im Juli teilte der Deutsche Wetterdienst (2019) in einer Pressemitteilung mit, dass die Trockenheit zum Teil katastrophale Ausmaße erreicht hat. Zu diesem Zeitpunkt fehlten im Bundesschnitt 31 Prozent zum Niederschlagssoll. In zahlreichen Orten in Deutschland fiel sogar lediglich ein Viertel oder Fünftel des Solls an Niederschlag, womit der Boden im Juli 2019 mindestens so trocken war wie im Jahr davor (Stotz 2019).

Die Klimaforschung geht davon aus, dass durch den Klimawandel die Dauer und Intensität von Trockenheit zunimmt (UBA 2015b). Trockenheitsperioden, die als Extremwetterereignisse auftreten, stellen eine Gefährdung für die Bevölkerung, die Umwelt und die Wirtschaft dar. Die Bevölkerung ist vor allem auch deshalb betroffen, weil starke Trockenheit eine Gefährdung für zahlreiche kritische Infrastrukturen (z. B. öffentliche Trinkwasserversorgung, Energieversorgungssystem, Verkehr und Transport) darstellen kann, welche die Versorgung der Gesellschaft gewährleisten. Um den Folgen von Trockenheit als Extremwetterereignis zu begegnen, sind langfristig ausgerichtete Anpassungsmaßnahmen notwendig, bei denen auch die Katastrophenvorsorge eine relevante Rolle spielt. In der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS ist Katastrophenvorsorge beziehungsweise Bevölkerungsschutz bereits als Querschnittsthema enthalten. Bei der Vernetzung der Akteure, vor allem auf regionaler und kommunaler Ebene, gibt es allerdings noch Verbesserungspotential auch bei konkreten Maßnahmen, die Katastrophenvorsorge und Klimawandelanpassung verbinden. Das Umweltbundesamt (UBA) greift daher mit dem als Planspiel konzipierten Stakeholderdialog am 05. September 2019 das Thema Katastrophenvorsorge bei trockenheitsbedingten Trinkwasserengpässen und Niedrigwasser kooperativ auf und lädt verschiedene relevante Akteursgruppen ein, um zusammenzukommen und über Vorsorge und Anpassung gegenüber den Folgen von Trockenheit zu diskutieren. Ziel ist es die teilnehmenden Akteure zu vernetzen und die Katastrophenvorsorge in einen integrativen Prozess zur Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen mit einzubeziehen. Gemeinsam sollen Problemdefinitionen erarbeitet, Interessenkonflikte simuliert und verschiedene Sichtweisen in Arbeitsgruppen abgewogen werden. Dadurch wird die Entwicklung von kooperativen Maßnahmen, die in der Praxis zur Anwendung kommen können, und die Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure gestärkt und eine bessere Berücksichtigung dieser Thematik in Planungs- und Entscheidungsprozessen gewährleistet.

## 2 Trockenheit in Deutschland

### 2.1 Klimawandel und Trockenheit

Eine Trockenheit bezeichnet den Mangel an Wasser, welcher zum Beispiel durch die Messung der Bodenfeuchte oder die Messung der Niederschlagsmenge festgestellt werden kann. Diese Meßwerte variieren über die Jahre im Rahmen der „natürlichen“ Variabilität des Wetters. Der Klimawandel beeinflusst dabei die langfristig beobachtete Tendenz der Bodenfeuchte oder der Niederschlagsmenge (UBA 2015b). Bei der Annahme eines ausgeprägten Verlaufs des Klimawandels (definiert als „starker Wandel“) schließen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in der Vulnerabilitätsanalyse für Deutschland, dass Trockenperioden (das heißt Perioden mit 10 Tagen ohne Niederschlag) in den Sommermonaten gegen Ende des Jahrhunderts flächendeckend häufiger auftreten werden (UBA 2015b). In weiten Teilen

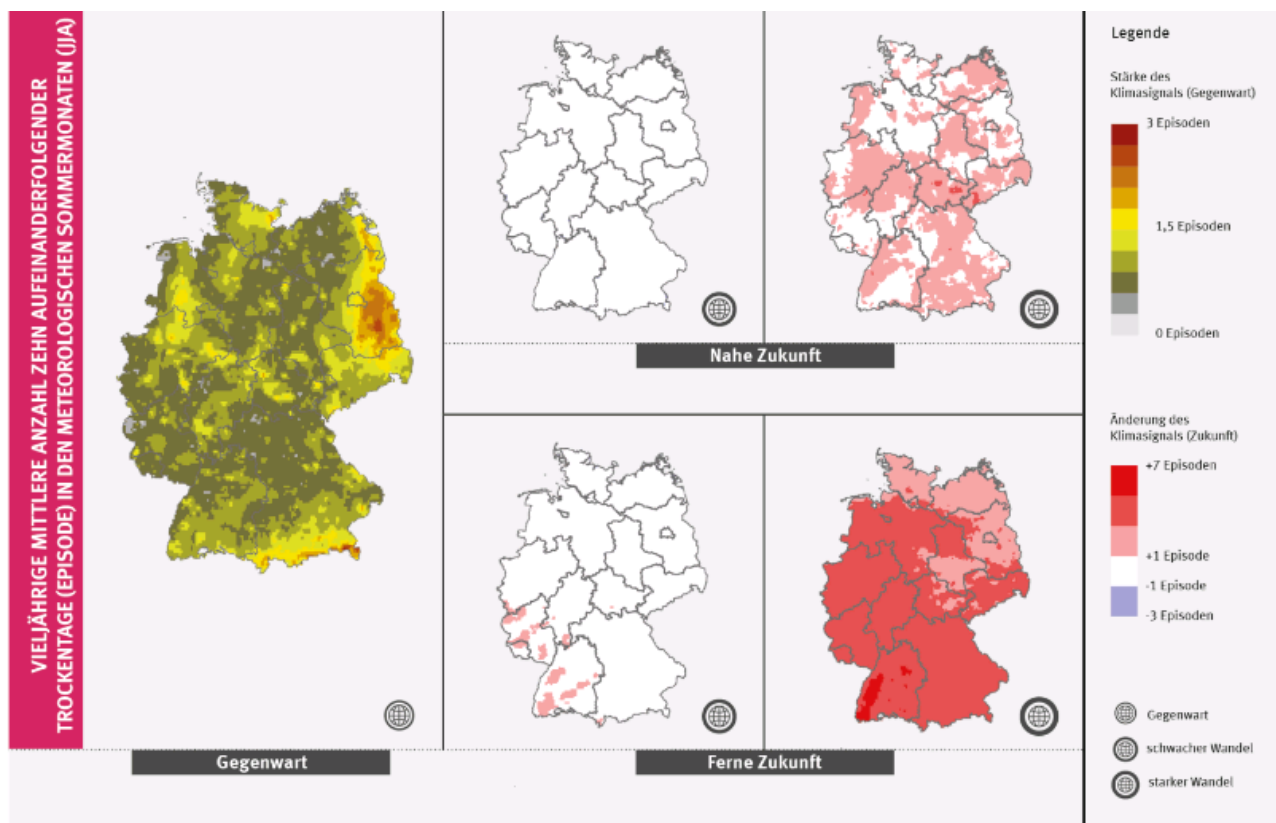


Abbildung 1: Vieljährige mittlere Anzahl an Trockenperioden (Episoden) in den meteorologischen Sommermonaten (Juni, Juli, August) sowie Änderungen über die Projektionszeiträume gegenüber der Gegenwart (Quelle: UBA, 2015b)

Deutschlands ist mit einer Zunahme von zwei bis drei Trockenheitsperioden zu rechnen; regional sind höhere Zunahmen möglich (UBA 2015b und Abbildung 1). Insgesamt sind besonders Regionen mit leichtem, sandigem Boden, das heißt bestimmte Teile Ostdeutschlands und das Rhein-Main Gebiet von zunehmender Trockenheit betroffen.

Wenn ein Niederschlagsausfall beziehungsweise eine Trockenheitsperiode mit zunehmenden Maximaltemperaturen in Form von Hitzeereignissen (siehe Abbildung 2) zusammenfällt, kann die Trockenheit zum Extremwetterereignis werden. Forschungen zeigen, dass jene Extremwetterereignisse heute fünfmal wahrscheinlicher sind als im Jahr 2009, was auf den Einfluss des Klimawandels zurückgeführt werden kann (UBA 2019).

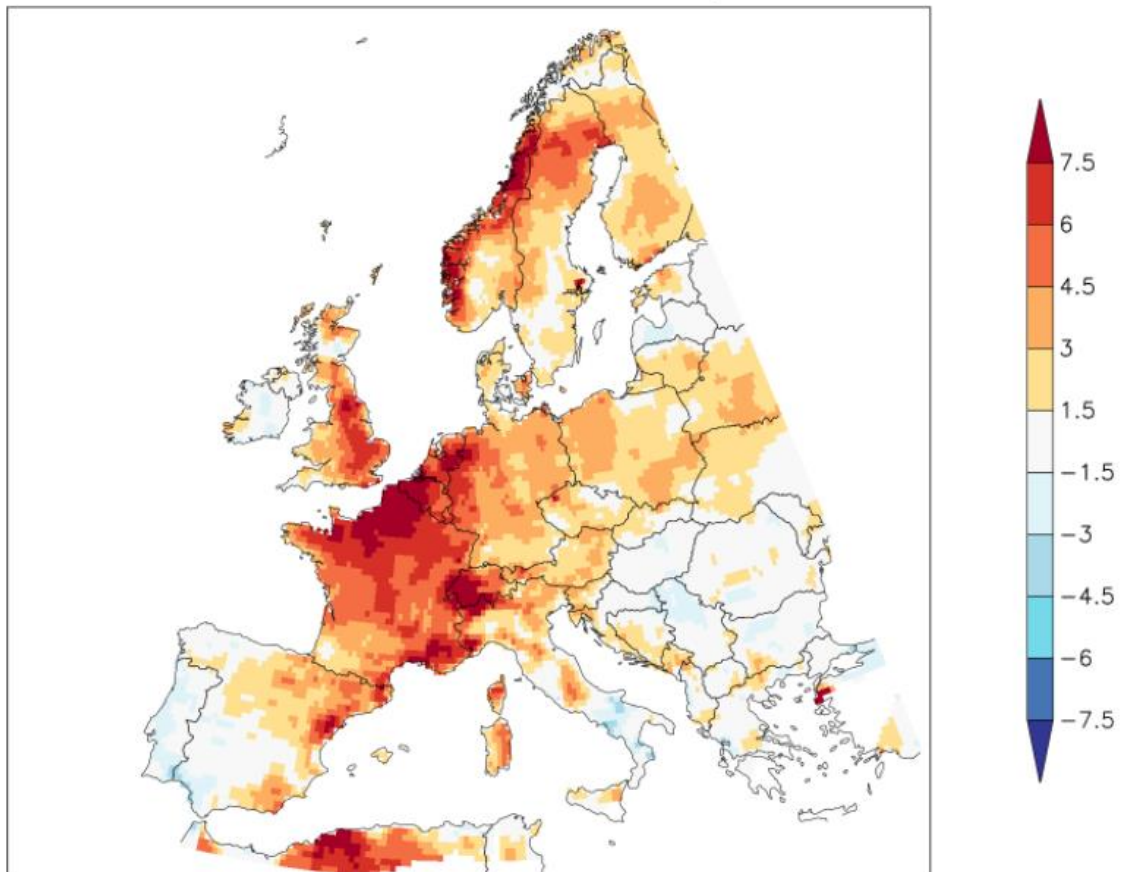


Abbildung 2: Differenz zwischen den bisherigen Maximum Temperaturen im Sommer 2019 und dem mittleren heißesten Tag im Zeitraum 1981-2010 für Europa. (Quelle: Oldenbourg et al. 2019)

## 2.2 Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft

Was die klimawandelbedingte Zunahme von Trockenheitsperioden genau bedeutet, kann an den Veränderungen der Wasserverfügbarkeit beobachtet werden.<sup>1</sup> Diese wird gemessen durch die Ermittlung des mittleren (unterirdischen und oberirdischen) Abflusses, welcher das Ergebnis von Niederschlag minus Verdunstung ist (LAWA 2017). Die Stärke beider Parameter hängt von der regionalen Sensibilität eines Standorts (bezüglich Bodenverhältnissen, Geologie usw.) ab (UBA 2015b). Da der Niederschlagsausfall beziehungsweise die Trockenheit meist mit einer Temperaturzunahme zusammenfällt, führt Trockenheit in den meisten Fällen zu einer Verknappung der Verfügbarkeit von Wasser aus Grund- und Oberflächenwässern (UBA 2015b).

Im Hinblick auf das Grundwasser führt Trockenheit zu einer Reduzierung der Grundwasserneubildung, sofern kein Niederschlag fällt, der im Boden versickert.<sup>2</sup> Zusätzlich können hohe Temperaturen dazu führen, dass der Niederschlag verdunstet, bevor er im Boden versickern kann (UBA 2015b). Insbesondere im Osten Deutschlands ist eine geringere Grundwasserneubildung zu erwarten, da es hier schon jetzt weniger Niederschläge gibt als im Süden und Westen Deutschlands. Diese werden sich in Zukunft noch

<sup>1</sup> In einem Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2018 wird die Trockenheit auch als Dürre klassifiziert, wenn sie einen erheblichen Wassermangel verursacht. Die Folgewirkungen der Trockenheit können dann auch als Folgen einer Dürre beschrieben werden (Deutscher Bundestag, 2018, S. 48).

<sup>2</sup> Allerdings ist auch anzumerken, dass sich ausbleibender Niederschlag nur träge über die geringere Grundwasserneubildung auf den Grundwasserstand auswirkt (UBA 2015a).



weiter verringern (LAWA 2017). So ist beispielsweise in Sachsen und in Brandenburg mit einer starken Abnahme der Grundwasserneubildung zu rechnen und besonders für Teile Thüringens und auch einzelne Teile Brandenburgs wird davon ausgegangen, dass die Grundwasserbildung in Zukunft sehr gering sein wird (Möller et al., 2008; Fritz et al., 2014; UBA, 2015). In Gegenden, in denen eine geringe Grundwasserneubildung gleichzeitig mit einer geringen Grundwasserspeicherkapazität zusammenfällt, kann dies zu einer dauerhaften Senkung des Grundwasserspiegels führen. Diese kann auch nicht durch den erhöhten Niederschlag im Winter aufgefangen werden (UBA 2015b). Auch das Bundesumweltministerium geht davon aus, dass in bestimmten Gebieten Deutschlands, etwa Sachsen und Sachsen-Anhalt, die Verfügbarkeit von Grundwasser mittelfristig durch die erhöhte Anzahl von Trockenheitsperioden sinkt (BMU 2013).

Bei Oberflächengewässern führt die Trockenheit aufgrund des geringeren mittleren Abflusses zu ähnlichen Auswirkungen wie bei der Grundwasserneubildung. Durch das Ausbleiben der Niederschläge sinken die Wasserspiegel der Flüsse, Seen und Talsperren. Kombiniert mit stärkerer Verdunstung durch hohe Temperaturen kann dies zu einer Verschärfung von Niedrigwassersituationen führen (UBA 2015a). Dies ist besonders im trockenheitsbelasteten Osten Deutschlands der Fall. Auch die Flüsse Neckar, Mosel und Elbe werden zukünftig aufgrund ihrer Abhängigkeit vom Regenregime besonders von Niedrigwassersituationen im Sommer betroffen sein (UBA 2015b). Für die Elbe zeigen beispielsweise Klimamodellierungen anhaltende Niedrigwasserperioden gegen Ende des Jahrhunderts (LAWA 2017). Dies zeigen die Klimamodelle auch für den Rhein. Hier werden sich die zunächst steigenden Abflüsse aufgrund der Schneeschmelze gegen Ende des Jahrhunderts umdrehen (LAWA 2017).<sup>3</sup> Im Vergleich dazu ist an der Donau schon in der nahen Zukunft mit Niedrigwassersituationen zu rechnen. Oberflächengewässer stehen durch das Abflussregime zudem eng mit dem Grundwasser in Verbindung. Wenn das Niedrigwasser in den Flüssen über mehrere Monate anhält, kann es auch zum weiteren Absinken des Grundwasserspiegels kommen (Bundestag 2018).

Insgesamt lässt sich festhalten, dass in Deutschland in naher Zukunft kein allgemeiner Wasserstress zu erwarten ist. Allerdings erhöht der Klimawandel die Wahrscheinlichkeit von in ihrer Anzahl und Intensität zunehmenden trockenen Sommern. Treten diese hintereinander auf und wechseln sich nicht mit niederschlagsreichen Wintern ab, hat dies erhebliche negative Auswirkungen auf die Wasserverfügbarkeit. Diese Folgen treten nicht in ganz Deutschland in gleicher Weise auf, sondern werden besonders bestimmte Regionen treffen. Viele davon liegen im Osten Deutschlands. Dort werden die Nutzungskonflikte um die Ressource Wasser intensiver und sowohl Wassernutzer wie Wasserversorger müssen sich auf die geringere Wasserverfügbarkeit einstellen, wie das UBA auf seinen Themenseiten zu Trockenheit festhält.<sup>4</sup>

## 2.3 Auswirkungen auf andere Handlungsfelder der DAS

Die Veränderungen im Wasserhaushalt und der Wasserwirtschaft durch das Ausbleiben von Niederschlag und die daraus resultierende Trockenheit markieren häufig den Beginn einer Wirkungskette, die sich auch auf andere Handlungsfelder der DAS erstreckt. So erhöht zum Beispiel das Ausbleiben von Niederschlag die Menge an trockenem und brennbarem Material in Wäldern, was die Wahrscheinlichkeit eines Waldbrandes nach erfolgter Anfangszündung erhöht. Laut UBA könnte der Klimawandel diesbezüglich zu einem fünfzigprozentigen Anstieg der Tage mit erhöhter Waldbrandgefahr führen. Räumliche Schwerpunkte liegen hier im Osten Deutschlands und teilweise auch im Osten Niedersachsens, im Westen Sachsen-Anhalts und in Rheinland-Pfalz. Weitere Folgen durch Trockenheit sind erhöhte Schäden

<sup>3</sup> Hier ist anzumerken, dass dies primär eine Folge des Temperaturanstiegs und nicht zunehmender Trockenheit ist (vgl. LAWA 2017, S. 30 und 31).

<sup>4</sup> Siehe: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/trockenheit-in-deutschland-fragen-antworten>

am Baumbestand durch Schadenorganismen sowie durch Trockenstress (UBA 2015b).

Durch den ausbleibenden Niederschlag nimmt auch der Wassergehalt im Boden ab. Dadurch verändern sich die Bodenfeuchte und die Bodenbedeckung, welche wiederum zu einer größeren Verletzlichkeit des Bodens, insbesondere bei auftretender Winderosion führt. Dies verursacht Folgewirkungen wie Bodenverlust, Staubstürme und Nährstofftransport (UBA 2015b). Ebenso wirkt sich Trockenheit negativ auf viele Biotope und Habitate aus. Besonders wassergebundene Biotope wie Moore, kleinere Fließgewässer, Quellen und kleine Tümpel sind empfindlich, da sie selbst nicht über ausreichend Wasservolumen verfügen, um den Niederschlagsausfall abpuffern zu können. Besonders Biotope und Habitate in den mittel- und ostdeutschen Trockengebieten sind häufig davon beeinträchtigt (UBA 2015b).

Auch für Unternehmen mit besonders hohem Wasserbedarf kann durch Trockenheit verursachte Wasserknappheit zu Einschränkungen in der Produktion führen. Dies gilt im verarbeitenden Gewerbe besonders für die Chemiebranche, die zudem auf eine hohe Wasserqualität angewiesen ist (UBA 2015b). Auch Energieversorger haben einen hohen Kühlwasserbedarf. Außerdem können Lieferengpässe aufgrund von Niedrigwasser zu Senkung der Produktion führen. Räumliche Schwerpunkte sind in naher Zukunft in der Region rund um Karlsruhe am Oberrhein, am Niederrhein sowie in durch die Industrie geprägten Regionen in Niedersachsen und Sachsen-Anhalt, die an der Elbe liegen, zu erwarten (UBA 2015b).

### 3 Auswirkungen von Trockenheit auf kritische Infrastrukturen

Im Gegensatz zur Hitze betreffen die Folgen der Trockenheit die Menschen nicht direkt, sondern eher indirekt über die Wirkungen auf bestimmte Versorgungssysteme, wie z. B. die Trinkwasser-, Energie- oder Gesundheitsversorgung beziehungsweise die Versorgung mit Verkehrsinfrastruktur. Diese Folgen können verringert werden, wenn die Betriebsabläufe von Versorgungssystemen an die veränderten Bedingungen von verstärkt auftretender Trockenheit angepasst werden. Besonders kritisch wird es, wenn länger anhaltende und intensivere Trockenheitsperioden mit Hitzeperioden zusammenfallen. Dies kann zu einem Ausfall eines dieser Versorgungssysteme führen, was wiederum eine fehlende Bereitstellung elementarer Güter wie Wasser, Energie, Transportmöglichkeiten oder gesundheitliche Versorgung für die Bevölkerung und die Wirtschaft bedeutet. Bei grundlegenden Versorgungsinfrastrukturen wird auch von kritischen Infrastrukturen (KRITIS) gesprochen, womit Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen gemeint sind, deren Ausfall oder Beeinträchtigung zu nachhaltig wirkenden Versorgungsengpässen, erheblichen Störungen der öffentlichen Sicherheit oder anderen dramatischen Folgen führen würde (BBK 2019). Dazu gehören auch der Bevölkerungsschutz und die Gewährleistung größtmöglicher Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger im Krisen- sowie Nicht-Krisenfall.

Im Folgenden werden die Auswirkungen der Trockenheit auf die relevanten Versorgungssysteme beziehungsweise kritischen Infrastrukturen erläutert.

#### 3.1 Wasser: Trinkwasserversorgung

Da das Trinkwasser in Deutschland zu 70 Prozent aus Grundwasser- und Quellwasser und zu 30 Prozent aus Oberflächengewässern kommt, bedeutet eine geringere Verfügbarkeit von Wasser aus diesen Bereichen auch eine geringere Verfügbarkeit von Trinkwasser. So ist bei langanhaltender Trockenheit besonders dort mit Engpässen in der Trinkwasserversorgung zu rechnen, wo bestehende Grundwasserspeicher über geringe Volumina verfügen und die Trinkwasserversorgung zum Großteil aus Oberflächengewässern, insbesondere aus Seen und Uferfiltrat. Darüber wird befürchtet, dass die Trinkwasserversorgung in Konkurrenz zu anderen Nutzungen (z. B. der Landwirtschaft) stehen könnte. Eine erhöhte Betroffenheit ist beispielsweise für die Lüneburger Heide und zentrale Bereiche Ostdeutschlands zu erwarten (Deutscher Bundestag 2019). Ebenfalls betroffen von möglichen Trinkwasserengpässen können Teile Süddeutschlands (z. B. süddeutsches Moränenland, Südschwarzwald) sein; dort entnehmen kleine

Wasserversorgungsunternehmen das Trinkwasser häufig nur aus einer Quelle, sogenannte Kluftgrundwasserleiter (Biedermann 2014; UBA 2015b). Eine weitere Ursache für Engpässe in der Versorgung mit Trinkwasser in ländlichen Gebieten ist die zum Teil unzureichende Wasserinfrastruktur, wie zum Beispiel im Fall von zu geringem Wasserdruck in den Leitungen bei sinkender Wasserverfügbarkeit. Dies ist auch der Grund für das Trockenfallen von privaten Brunnen. Dadurch ist die teilweise bestehende Eigenversorgung von Verbraucherinnen und Verbrauchern gefährdet beziehungsweise wiederum die öffentliche Trinkwasserversorgung belastet (Rohn und Mälzer 2010).

Sinkende Grundwasserspiegel und Niedrigwasser gefährden auch die Qualität des Rohwassers für die Trinkwasseraufbereitung. So erfordert die erhöhte Schadstoffkonzentration im Wasser als Folge gesunkener Pegel eine aufwendigere Trinkwasseraufbereitung, vor allem, wenn die Trinkwassergewinnung aus Uferfiltraten besteht (Bundesregierung 2008). Die beschriebenen Auswirkungen auf die Trinkwasserversorgung werden verstärkt durch den gestiegenen Wasserbedarf der Bevölkerung sowie beispielsweise der Landwirtschaft bei langanhaltender Trockenheit. Genaue Aussagen zur zukünftigen Entwicklung der jährlichen Grundwasserneubildung sind jedoch wegen der unsicheren Informationslage zur Niederschlagsentwicklung und der komplexen Wechselwirkungen mit anderen Wirkfaktoren wie Bodenart, Vegetation, Landnutzung und Flächenversiegelung noch mit großen Unsicherheiten behaftet, wie das UBA in seinem Informationsportal zur „Trockenheit in Deutschland“<sup>5</sup> feststellt.

### **3.2 Verkehr und Transport: Binnenschifffahrt und Logistik**

Das Auftreten von Niedrigwasser führt zu Einschränkungen bei der Binnenschifffahrt und hat somit auch Auswirkungen auf die Logistik. Vor allem größere Schiffe müssen im Fall von Niedrigwasser ihren Tiefgang und ihre Transportmenge entsprechend dem gesunkenen Flusspegel reduzieren. Dies verursacht hohe Kosten, denn eine Ausweichmöglichkeit auf die Straße und Schiene ist kaum möglich (Deutscher Bundestag 2019). Die größten Einschränkungen der Binnenschifffahrt waren bisher auf dem Rhein zu beobachten, da hier der meiste Verkehr stattfindet (Verkehrsrundschau 2004). Auch die Elbe, Oder und Donau waren in der Vergangenheit von Niedrigwasser betroffen.

### **3.3 Energie: Elektrizität und Mineralöl**

Niedrigwasser wirkt sich ebenfalls auf die Energieinfrastruktur und die Bereitstellung von Elektrizität und Mineralöl aus. Bei der Erzeugung von Strom sind viele Kern- und Kohlekraftwerksbetreiber zur Deckung ihrer Kühlbedarfe auf Wasser aus den Flüssen angewiesen. Ist dies nur begrenzt vorhanden oder bereits zu stark erwärmt, so sind sie gezwungen ihre Stromproduktion zu drosseln oder zu unterbrechen (UBA 2015b). Auch ergeben sich teilweise Einschränkungen bei der Einspeisung von Kühlwasser von thermischen Kraftwerken. Da sich bei Niedrigwasser die Flüsse schneller erwärmen und aufgrund von Umweltauflagen gewisse Wassertemperaturen nicht überschritten werden dürfen, ist eine Einspeisung nur begrenzt möglich. Dies führt ebenfalls zu einer Drosselung oder Unterbrechung der Stromproduktion. Gleiches gilt für die Stromproduktion aus Wasserkraftwerken. Bei Niedrigwasser können die Turbinen vor allem bei Laufkraftwerken nicht voll ausgelastet werden beziehungsweise müssen die Abflüsse zum Wasserkraftwerk reduziert werden, um genug Wasser im Flussbett zu belassen (LAWA 2017). Eine weitere Auswirkung hat Niedrigwasser auf den Transport von Steinkohle für die Steinkohleverstromung. Dieser erfolgt von den belgischen und niederländischen Seehäfen auf dem Rhein, welcher bei Niedrigwasser nur eingeschränkt befahrbar ist (Deutscher Bundestag 2019). Auch Mineralölerzeugnisse werden häufig von den Raffinerien über die Binnenschifffahrt zu Tanklagern transportiert, von wo aus Tankstellen und private Haushalte beliefert werden. Hier kann es durch Niedrigwasser zu Versorgungsengpässen kommen (Deutscher Bundestag 2019).

---

<sup>5</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/trockenheit-in-deutschland-fragen-antworten>



Falls es aufgrund von Niedrigwasser zu Ausfällen in der Stromversorgung kommt, so hat dies negative Folgewirkungen für fast alle weiteren kritischen Infrastrukturen. Ein Beispiel ist der Ausfall von Wasserpumpen im Wassernetz, wodurch es zu Druckabfällen im Netz und somit zu Beeinträchtigungen der Trinkwasserversorgung kommt. Bei der Wiederherstellung der Stromversorgung kann es wiederum zu Druckstößen kommen, die Rohrbrüche verursachen (BCM-News 2009). Damit wird klar, dass Niedrigwasser zu vielfältigen Folgen für die Energieversorgung führen kann. Dies erfordert eine frühzeitige Anpassung und Koordination der Aktivitäten der verschiedenen betroffenen Akteure.

### **3.4 Gesundheit: Arzneimittel, Impfstoffe und Labore**

Eine eingeschränkte Wasserversorgung hat ebenfalls negative Auswirkungen auf den Gesundheitssektor. So ist auch die Produktion von Medikamenten häufig auf Lieferungen über die Binnenschifffahrt angewiesen und benötigt Kühlwasser für das Aufrechterhalten innerbetrieblicher Prozesse (Bundesregierung, 2008). Darüber hinaus können Labore ohne unabhängige Wasserversorgung in ihrer Arbeit eingeschränkt, Arzneistoffe nicht hergestellt und die Versorgung mit Medikamenten beeinträchtigt werden.

### **3.5 Bevölkerungsschutz zur Sicherung der Bevölkerung und der Versorgungssysteme**

Die oben beschriebenen Auswirkungen von Trockenheit auf die Trinkwasserversorgung, auf Verkehr und Transport sowie die Energie- und Gesundheitsversorgung wirken sich auch auf die Arbeit des Bevölkerungsschutzes aus. Dieser beschäftigt sich unabhängig vom Klimawandel seit jeher mit Naturereignissen und deren Folgen auf die Bevölkerung und die verschiedenen Versorgungssysteme. Die Aufgaben und die Organisation des Bevölkerungsschutzes müssen sich daher nicht grundlegend ändern (UBA 2011). Da Trockenheitsperioden allerdings durch den Klimawandel in ihrer Anzahl und Intensität wahrscheinlich zunehmen werden, gilt es hier für den Bevölkerungsschutz sich verstärkt mit den Folgen und entsprechenden Vorsorgemaßnahmen zu befassen. Ein Beispiel ist das Kümern um alternative Quellen für die Löschwasserentnahme bei Trockenheit zur Sicherung der Einsatzfähigkeit der Hilfskräfte. Gleiches gilt für den Umgang mit den beschriebenen Engpässen bei der Stromversorgung oder Einschränkungen der Verkehrsinfrastruktur. Hier gilt es auch die Auswirkungen der Infrastrukturen untereinander zu berücksichtigen. Ein prominentes Beispiel ist die Unterbrechung der Energieversorgung, die sich wiederum auf die Trinkwasserversorgung und diese sich auf die Gesundheitsversorgung auswirken kann. Um auf derartige Situationen vorbereitet zu sein, gilt es geeignete Maßnahmen (z. B. an Trockenheitsereignisse angepasste Notfallpläne) zu entwickeln, um insbesondere die eigene Handlungsfähigkeit nicht zu gefährden. Aufgrund dieser besonderen Stellung wird der Bevölkerungsschutz wie eingangs bereits erwähnt durch das zuständige Bundesinnenministerium ebenfalls als kritische Infrastruktur eingestuft.

## **4 Anpassung an Trockenheit als Extremwetterereignis**

Um den Auswirkungen von Trockenheit auf kritische Infrastrukturen zu begegnen, ist eine Verknüpfung von Katastrophenvorsorge und Klimawandelanpassung von großer Bedeutung. Aus der Sicht der Klimawandelanpassung geht es dabei vor allem um die Steigerung der Anpassungsfähigkeit, während es beim Katastrophenschutz vor allem um eine Risikoabschätzung und eine häufig kurzfristige Risiko- und Schadensminimierung geht. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels sowie das Risiko- und Katastrophenmanagement von Extremereignissen können allerdings als sich ergänzende Ansätze im Umgang mit Trockenheitsereignissen betrachtet werden (UBA 2015b). Eine Verschränkung dieser Ansätze ist deshalb erwünscht, um die Klimawirkungen zu verringern und die Anpassungsfähigkeit von Menschen und Umwelt zu erhöhen.

Da die Auswirkungen des Klimawandels bereits in der Gegenwart auftreten und auch in der Zukunft eine Veränderung des Klimas nicht vollständig vermeidbar sein wird, ist eine Anpassung an dessen Folgen nötig. Bei vielen dieser Auswirkungen handelt es sich um komplexe Wirkungszusammenhänge und eine Vielzahl von Akteuren ist bei der Umsetzung der Maßnahmen beteiligt. Deshalb bieten sich insbesondere in der Verbesserung der organisatorischen und institutionellen Zusammenarbeit vielfältige Ansatzpunkte. Hier setzt der Stakeholderdialog an, indem er die verschiedenen Akteursgruppen zusammenbringt und Kooperationspotenziale und gemeinsame Maßnahmenentwicklung ins Zentrum stellt. Im folgenden Abschnitt werden zunächst wichtige Herausforderungen für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen bei Trinkwasserknappheit und Niedrigwasser beleuchtet und anschließend mögliche Maßnahmen erläutert.

## 4.1 Herausforderungen bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen

Bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen, die die Verwundbarkeit der Bevölkerung und der Wirtschaft gegenüber Trockenheitsperioden mindern, ist die Zusammenarbeit zwischen Akteuren des Bevölkerungsschutzes und der Klimawandelanpassung eine besondere Herausforderung. Auf staatlicher Ebene sind häufig Bevölkerungsschutz und Klimawandelanpassung in unterschiedlichen Ressorts angesiedelt, die unterschiedliche Ziele verfolgen. So liegt die Resilienz kritischer Infrastrukturen auf Bundesebene im Zuständigkeitsbereich des Innenministeriums; das Umweltministerium hat die Federführung bei der Klimawandelanpassung und wirkt dabei auch auf die Erhöhung der Widerstandfähigkeit von Versorgungssystemen hin. Auf der Länderebene spiegelt sich dies im Verhältnis zwischen Gefahrenabwehr und Umwelt- oder Gesundheitsamt wieder. Durch die Vielzahl der Akteure, die bei diesem Querschnittsthema beteiligt sind, ist eine Kooperation und Abstimmung im Hinblick auf verschiedene Zielsetzungen von großer Bedeutung. Ohne den Einfluss von Akteuren der Klimawandelanpassung kann die Gefahr bestehen, dass eine kurzfristige Katastrophenvorsorge langfristigen Anpassungsmaßnahmen vorgezogen wird. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass bei stark ereignisbezogenen Maßnahmen der politische Wille häufig größer ist als bei langfristigen Maßnahmen, deren Anlaß und Wirkung vergleichsweise wenig konkret ist. Allerdings existieren bereits mögliche Anknüpfungspunkte für eine stärkere Verschränkung von Katastrophenvorsorge und Klimawandelanpassung auf denen zukünftig aufgebaut werden kann. So sind die Bundesländer auf der einen Seite verpflichtet für Katastrophenschutz zu sorgen (DKKV 2017) und auf der anderen Seite haben alle Länder auch eine Anpassungsstrategie an den Klimawandel entwickelt, in der auch Themen, die für die Katastrophenvorsorge relevant sind, adressiert werden. Darauf könnte zukünftig aufgebaut werden.

Neben der Notwendigkeit Akteure aus Katastrophenvorsorge und Klimawandelanpassung zusammenzubringen beziehungsweise die Katastrophenvorsorge langfristiger zu gestalten, besteht eine Herausforderung in der Kooperation zwischen Gefahrenabwehrbehörden und Hilfsorganisationen auf der einen Seite und den überwiegend privaten Betreibern kritischer Infrastrukturen auf der anderen Seite. Das Bewusstsein für Katastrophenvorsorge bei diesen Betreibern sollte erhöht und deren Bereitschaft zur Zusammenarbeit mit Behörden im Bereich Katastrophenschutz gesteigert werden (BBK 2014). Da es keine gesetzliche Grundlage oder Verpflichtung für die Kooperation mit den Behörden gibt, ist man dabei auf eine freiwillige Zusammenarbeit angewiesen. Häufig wissen private Betreiber kritischer Infrastrukturen nicht, welche Behörden genau ihre Ansprechpartner sind und von wem sie welche Unterstützungsleistungen bekommen können. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass die Aufgabenteilung zwischen Gefahrenabwehrbehörden, Katastrophenschutzbehörden und Hilfsorganisationen häufig nicht klar ist. Somit bereitet die Akteursvielfalt in der Katastrophenvorsorge der mit der Koordinierung beauftragten Behörde häufig Probleme. Ein weiteres Problem der leitenden Katastrophenschutzbehörde ist die häufige Unkenntnis, welche Organisationen in der eigenen Region verantwortlich für kritische Infrastrukturen sind. Dafür fehlt häufig auch die Datengrundlage, um die Verwundbarkeit, der für die Bevölkerung und Unternehmen kritischen Infrastrukturen identifizieren zu können.

Eine weitere Herausforderung besteht in der Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen hinsichtlich der Berücksichtigung sektorenübergreifender Kaskadeneffekte. Mit Kaskadeneffekten ist eine Verkettung von bestimmten technischen und organisatorischen Umständen gemeint, die zu einer Verstärkung der Auswirkung eines Infrastrukturausfalls führt. Schließlich haben die trockenheitsbedingten Veränderungen im Wasserhaushalt auch Auswirkungen auf andere Handlungsfelder, wie auch die Störung einer kritischen Infrastruktur ebenfalls Auswirkungen auf andere kritische Infrastrukturen hat. Beispielsweise betrifft eine geringere Wasserverfügbarkeit die Vielzahl der Moore und andere Feuchtgebiete, also den Bereich der biologischen Vielfalt, und ein Stromausfall kann Engpässe in der Trinkwasserversorgung oder Beeinträchtigungen in der Verkehrsinfrastruktur verursachen. Das Bewusstsein dieser Kaskadeneffekte führt zu der Erkenntnis, dass es keine organisatorische Maßnahme gibt, mit der sich die Gesamtheit an Klimawirkungen bewältigen lässt, sondern dass verschiedene Anpassungsmaßnahmen immer in Bezug auf deren Zielrichtungen miteinander abgewogen werden müssen. So muss zum Beispiel abgewogen werden, ob im Fall einer intensiven Trockenheit das Ziel der Niedrigwasseraufhöhung oder das Ziel der Trinkwassersicherheit bei der Entscheidung um die Höhe des Talsperrenabflusses Priorität hat.

## 4.2 Maßnahmen zur Anpassung bei Wasserknappheit

Um die Klimavorsorge gegenüber den Auswirkungen von Trockenheit im Bereich der kritischen Infrastrukturen zu verbessern, sind zum einen Maßnahmen bezüglich der Bewirtschaftung der Wasserinfrastrukturen von Bedeutung als auch Maßnahmen, welche die Zusammenarbeit der betreffenden Akteursgruppen verbessern. Im Folgenden werden einige Ansatzpunkte für Maßnahmen erläutert, die im Hinblick auf die Auswirkungen von Trockenheit auf kritische Infrastrukturen mögliche Ansatzpunkte bieten können.

### *Ausbau von redundanten Wassergewinnungssystemen und Wasserinfrastruktur*

Um die Versorgungssicherheit mit Trinkwasser auch bei ausbleibendem Niederschlag zu gewährleisten, kann eine Verbundbewirtschaftung von Wasserwerken eine schnell umsetzbare und wirtschaftliche Lösung sein. So zum Beispiel legten die Wasserwerke Paderborn eine 3,6 Kilometer lange Verbundleitung von einem Hochbehälter des Unternehmens zu zwei Paderborner Stadtteilen. Mit dieser Maßnahme wird das betriebsgeführte Wasserwerk, von dem die beiden besagten Stadtteile bisher allein versorgt wurden, um 250.000 Kubikmeter Wasser pro Jahr entlastet und die Versorgungssicherheit insgesamt erhöht.

Auch eine Verbundbewirtschaftung von Talsperren kann für die Sicherung der Wasserversorgung während langer Trockenperioden notwendig werden (Deutscher Bundestag 2019). Diese würde eine bessere Begegnung der multifunktionalen Nutzungsansprüche an die Talsperre erlauben. Dazu könnte auch eine angepasste Mengenbewirtschaftung beitragen, die es erlaubt, dass das Wasser mit geringerer Gütequalität in der Talsperre in den Flusslauf abgegeben wird, während das Wasser mit höherer Gütequalität in der Talsperre verbleibt und für die Trinkwasserversorgung benutzt werden kann. Die Harzwasserwerke errichteten dazu das Nordharzverbundsystem, in dem mehrere Talsperren zusammengeführt sind, die unter anderem durch optimiertes Abgabeverhalten zu einer klimawandelgerechten Wasserversorgung beitragen (LAWA 2017).

### *Herstellung möglichst natürlicher Gewässerstrukturen*

Gewässer mit guter in Längsrichtung verlaufender Durchgängigkeit, variablen und aufgeweiteten hydro-morphologischen Strukturen und bewachsenen Uferbereichen ermöglichen, dass sich Flussbereiche nach dem Austrocknen wieder rasch erholen können. Deswegen sollten Gewässer nicht nur im Hinblick hierauf renaturiert, sondern auch so gut wie möglich geschützt werden. Eine Maßnahme zum Gewässerökosystemschutz war die Anbindung eines Abschnitts der Weser an eine 7,4 Hektar große Auenfläche (LAWA 2017). Andere Maßnahmen können der Rückbau von Dämmen und Staustufen sein, so wie es an

der Donau zwischen Neuburg und Ingolstadt vollzogen wurde (LAWA 2017).

#### *Ausbau von Klimavorsorgediensten und Durchführung von Monitoring*

Der Ausbau von Klimavorsorgediensten, die Informationen zu Klimafolgen und regionalen Gegebenheiten umfassen, ist eine notwendige Querschnittsaufgabe in allen Bereichen. So ist zum Beispiel die Kenntnis über die Grundwasserbilanz sowie die Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasserdargebot notwendig, um die öffentliche Wasserversorgung auch in Extremfällen zu gewährleisten. Ein umfassendes Grundwassermonitoring gibt es beispielsweise in Nordrhein-Westfalen, welches sich aus Informationen von 30.000 Meßstationen speist (LAWA 2017). Auch die Kontrollen der Grundwasserstände und Quellschüttungen dienen hierzu. Im operativen Bereich der Wasserversorgungsunternehmen empfiehlt der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) im ganzen System von Trinkwasserressourcen bis zur Netzhydraulik hin zu prüfen, ob genügend Systemreserven (wie Trinkwasserressourcen, Brunnen, funktionstüchtige Leitungsnetze) im Falle eines Extremwetterereignisses vorgehalten werden können.

#### *Maßnahmen zur Grundwasserneubildung und zum Schutz der Grundwasserqualität*

Um der geringeren Grundwasserneubildung durch ausbleibenden Niederschlag entgegenzuwirken, sollten Maßnahmen zur Grundwasserneubildung forciert werden. Dazu gehören zuerst der schonende Umgang mit den Ressourcen Wasser und Boden, wie beispielsweise die Entsiegelung von Gebieten, das Ausweiten von Wasserschutzgebieten und die Renaturierung von Oberflächengewässern.

Um Sauerstoffmangel und Eutrophierung von Gewässern, aber auch toxikologische Wirkungen auf die dort lebenden Organismen zu verhindern, sollten zudem weniger Schad- und Nährstoffe in die Gewässer eingeleitet werden. Eine Maßnahme hierfür könnte die Anlage von Pufferzonen sein.

#### *Langfristig ausgerichtete Notfallvorsorgekonzepte*

Damit im Krisenfall schnell und effizient auf auftretende Schäden und entstehende Engpässe reagiert werden kann, sollten Gefahrenabwehrbehörden in Zusammenarbeit mit Wasserversorgungsunternehmen, Energiekonzernen und weiteren zuständigen Behörden langfristig ausgerichtete Notfallvorsorgekonzepte erarbeiten und umsetzen (Deutscher Bundestag, 2008). Dabei sollten besonders die bestehenden Ressourcen der Ersatz- und Notversorgung im Ereignisfall berücksichtigt werden.

#### *Kooperation zwischen Akteuren der Gefahrenabwehr und Betreibern kritischer Infrastrukturen*

Um Extremwetterereignissen vorausschauend begegnen zu können, ist eine bessere Kooperation zwischen Akteuren der Gefahrenabwehr und Betreibern kritischer Infrastruktur notwendig. Beispielsweise können durch ein von der Katastrophenschutzbehörde initiiertes integriertes Risikomanagement beide Gruppen an einen Tisch gebracht werden und gemeinsam Vorsorgemaßnahmen entwickeln. Die Kooperation kann auch in gemeinsamen Maßnahmenplänen und Gefahrenabwehrplänen münden.

#### *Einrichtung sektorenübergreifender Arbeitsgruppen und Netzwerke*

Um den großen Abstimmungsbedarf zur Resilienz von kritischen Infrastrukturen zu ermöglichen, bedarf es besonders auf Länderebene neuer Strukturen und einer veränderten Arbeitsweise. Die Einrichtung sektorenübergreifender Arbeitsgruppen und Netzwerke kann unter anderem dazu dienen, dass Informationen zum Klimawandel und zu Extremereignissen verstärkt zwischen den Akteuren ausgetauscht werden und damit die Notwendigkeit des langfristigen Charakters auch innerhalb der Katastrophenvorsorge deutlich wird. Darüber hinaus kann eine längerfristige Zusammenarbeit gefördert werden, welche die sektorenübergreifenden Auswirkungen stärker in den Blick nimmt. Auch sollten Gremien und Ressorts,

die sich mit dem Klimawandel und Extremereignissen beschäftigen, stärker verbunden werden. Maßnahmen, die diese Verbindung erfolgreich realisieren, sollten stärker gefördert und kommuniziert werden. In Mecklenburg-Vorpommern wurde beispielsweise eine Interministerielle Arbeitsgruppe „Kritische Infrastrukturen“ eingerichtet. Auch wenn diese Arbeitsgruppen die Abstimmung insgesamt verbessert, sollte darauf geachtet werden, dass es nicht ein leitendes Ministerium gibt und nicht jedes Ministerium ein Veto-Recht besitzt. Ansonsten überwiegt die Tendenz einer „negativen Koordinierung“, bei der Informationen eher gesammelt als geteilt werden und der Abstimmungsprozess nicht über die einzelnen Behördeninteressen hinausgeht (DKKV 2017).

#### *Förderung von Pilotprojekten*

Um die Erfahrungen sowohl bei der Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteursgruppen als auch bei der Umsetzung von geeigneten Maßnahmen zu fördern, ist es sinnvoll Pilotprojekte aufzusetzen und damit einen Raum für das Ausprobieren neuer Lösungen und Vorsorgemaßnahmen zu schaffen.

#### *Flexibilisierung des Ehrenamtes*

Um Bürgerinnen und Bürger stärker in die ehrenamtliche Arbeit der Hilfsorganisationen einzubeziehen, sollten flexiblere Modelle des Engagements geschaffen werden, die weniger formalisiert und stärker auf bestimmte Ereignisse und Aufgaben bezogen sind. Die Schaffung einer Datenbank von Ehrenamtlichen, die im Krisenfall zur Arbeit hinzugezogen werden können, kann die Koordination vereinfachen.

## **5 Gemeinsam der Trockenheit begegnen: Die Methode des Planspiels**

### **5.1 Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen erleichtern**

Aufgrund der beschriebenen Komplexität von Wirkungen von Trockenheit auf einzelne Handlungsfelder der DAS und verschiedene Versorgungssysteme sowie aufgrund der Vielzahl an Akteuren, die von diesen betroffen sind, ist es wichtig zu entwickelnde Anpassungsmaßnahmen ganzheitlich zu betrachten. Ohne zu verstehen, wie einzelne Anpassungsmaßnahmen zusammenwirken, leidet jeweils deren Wirksamkeit. Um Synergien zwischen unterschiedlichen Anpassungsmaßnahmen nutzen zu können, gilt es diese in Abstimmung mit den verschiedenen Akteuren systematisch zusammenzuführen und darüber ein fach- und ressortübergreifendes Handeln zu fördern. Dabei spielen vielfältige Austausch- und Diskussionsformen eine große Rolle. Sie bieten Raum zur Verständigung über Problemwahrnehmungen und Anpassungsbedürfnisse und können dazu beitragen mögliche Konflikte zu verhindern oder zu lösen. Der dem Arbeitspapier zugrundeliegende Stakeholderdialog soll dazu einen Beitrag leisten, indem er den Austausch zwischen den Teilnehmenden aus unterschiedlichen Akteursgruppen fördert und die Möglichkeit zur Entwicklung neuer Handlungsstrategien bietet.

In diesem Stakeholderdialog kommt die partizipative Methode des Planspiels zur Anwendung, deren zentrales Charakteristikum die Simulation von Aushandlungsprozessen zu komplexen und konfliktbehafteten Themenfeldern ist. Wie oben gezeigt wurde, sind die Auswirkungen von Trockenheit sehr vielschichtig und verschiedene Akteursgruppen können in unterschiedlicher Form betroffen sein. Die aus der Bildungsarbeit stammende Methode des Planspiels soll es ermöglichen, unterschiedliche Sichtweisen aufzuzeigen und kooperative Lösungsansätze zur Umsetzung von Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen im Umgang mit Trockenheit zu entwickeln. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen einen Beitrag zur Verbesserung von Planungs- und Entscheidungsprozessen zur Umsetzung derartiger Maßnahmen im Arbeitsalltag der Teilnehmenden leisten, Wissensstände zusammenführen und dabei helfen, Hemmnisse zu überwinden.



## 5.2 Die Gestaltung des Planspiels

Die genaue Ausgestaltung des Planspiels orientiert sich eng an den Herausforderungen bei der Anpassung an die beschriebenen Wirkungen von Trockenheit sowie den Herausforderungen, die im Allgemeinen bei beteiligungsorientierten Verfahren hervortreten. Zu letzterem gehört zum Beispiel der Ausgleich von Status-, Expertise- und Informationsunterschieden bei Stakeholderdialogen.

In der ersten Planspielphase werden die Teilnehmenden in den räumlichen Kontext des Planspiels eingeführt. Detailliert werden geografische, wirtschaftliche und politische Merkmale der Region beschrieben, in der sich die Teilnehmenden nun befinden. Basierend auf einem vorgestellten Szenario und ihrer Rolle im Planspiel identifizieren die Teilnehmenden zunächst in ihrer Akteursrollengruppe die Gefahren von Trockenheit, die besonders sie selbst als Rollengruppe betreffen. Um die verschiedenen Wissensstände zwischen Teilnehmenden zusammenzuführen, beginnt das Planspiel anschließend mit einer Phase der Problemorientierung, in der die unterschiedlichen Problemwahrnehmungen der Akteure gesammelt werden.

In der zweiten Planspielphase werden die Teilnehmenden aufgefordert sich auf bis zu drei langfristigen Anpassungsmaßnahmen, basierend auf den vorher identifizierten Problemen, zu einigen. Dabei sollen die Wechselwirkungen der Maßnahmen untereinander mitgedacht werden. Während der Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen soll es zu Konflikten und Aushandlungsprozessen kommen. Um die Kaskadeneffekte zwischen einzelnen Handlungsfeldern oder Versorgungsbereichen und den dynamischen Lösungsbearbeitungsprozess zu simulieren, werden von der Spielleitung Ereigniskarten eingesetzt. Diese Ereigniskarten bringen zusätzlich die Perspektive von Umweltverbänden, Wirtschaftsunternehmen und der Landesregierung mit ein und versuchen jeweils die Situation zu einem konkreten Konfliktfall zuzuspitzen. Schließlich werden die Teilnehmenden gebeten, die Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen zu konkretisieren.

Anschließend sollen die in der vorherigen Phase priorisierten Anpassungsmaßnahmen auf einer fiktiven Pressekonferenz von jeweils zwei Vertreterinnen und Vertretern der Kleingruppen vorgestellt werden. Dabei sollte vor allem auf die Begründung der Priorisierung sowie die Umsetzung der Maßnahmen eingegangen werden. Zusätzlich können kurze Forderungen an das Land und den Bund artikuliert werden. Die übrigen Teilnehmenden fungieren dabei als „Journalisten“ und können nach der Präsentation der Maßnahmen jeweils Fragen an die Gruppen stellen.

## 5.3 Lösungsansätze und Handlungsstrategien mit in die Praxis nehmen

Durch die Teilnahme am Planspiel soll für die Teilnehmenden die Möglichkeit geschaffen werden, ihre spezifischen Bedürfnisse an Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen einzubringen und mit anderen Akteuren aus der Zivilgesellschaft, Politik und Verwaltung gemeinsam Lösungsansätze zu erarbeiten. Damit können Grundlagen für eine gemeinsame Überwindung von Konflikten gefunden werden. Außerdem kann verhindert werden, dass Anpassungsmaßnahmen auf Grund von institutionellen Unsicherheiten nicht umgesetzt werden. Mit diesem partizipativen Ansatz soll die Kompetenz und Bereitschaft gestärkt werden, in der Realität kooperative Lösungsansätze zur Anpassung an den Klimawandel umzusetzen und in Planungs- und Entscheidungsprozesse einfließen zu lassen.

Die Herausforderungen bei der Anpassung an die Folgen von Trockenheit umfassen die Erhöhung des Bewusstseins für die Notwendigkeit von vorbeugenden Maßnahmen, die Abstimmung verschiedener Behörden untereinander, die Entwicklung gemeinsamer Standards, die Berücksichtigung von sektorenübergreifenden Effekten von Klimawirkungen und Anpassungsmaßnahmen sowie den Einbezug aller relevanten Akteursgruppen im Anpassungsprozess.

Um einigen dieser Herausforderungen zu begegnen, wird das Planspiel als betont offener und integrativer Prozess gestaltet, in dem alle Akteure miteinander ins Gespräch gebracht werden und respektvoll in einer sicheren Atmosphäre zusammenarbeiten können. Während des gesamten Planspiels wird durch die Rollen- und Ereigniskarten Dynamik in das Planspiel hineingebracht, um die nicht intendierten Nebeneffekte von Maßnahmen in der Realität zu simulieren. Zum Schluss wird wieder aus den Rollen herausgetreten und durch die Teilnehmenden das Planspiel reflektiert, um sich gemeinsam nochmal über das Gelernte auszutauschen und dieses zu festigen.

Zusammengefasst dient die Methode des Planspiels dazu, alle relevanten Akteure im Kontext des Gefahrenereignisses Trockenheit und Trinkwasserengpässe/ Niedrigwasser in einen respektvollen, integrativen und dynamischen Prozess zu bringen und gemeinsam Problemwahrnehmungen auszutauschen und effektive Anpassungsmaßnahmen sowie damit verbundene Kooperationspotentiale zu entwickeln.

## 6 Zusammenfassung

Langanhaltende Trockenheitsperioden haben bereits heute teilweise gravierende Auswirkungen auf verschiedene Handlungsfelder der DAS und somit auf die Bevölkerung und die Wirtschaft. Gleichzeitig werden sie in Deutschland zukünftig durch den Klimawandel wahrscheinlich häufiger und intensiver auftreten. Das vergangene Jahr 2018, aber auch die vergangenen Monate im Jahr 2019 haben gezeigt, dass die Trockenheit einige Versorgungssysteme, relevant für die Versorgung der Bevölkerung und der Wirtschaft, unter einen signifikanten Druck setzt. Das vorliegende Arbeitspapier zeigt diese Folgen für den Bereich der kritischen Infrastrukturen auf und skizziert darauf aufbauend einen Ansatz zur Anpassung an diese Folgen, der das kurzfristig ausgerichtete Risiko- und Katastrophenmanagement mit der langfristig ausgerichteten Vorsorge der Klimawandelanpassung zusammenführt. Hierin liegt auch ein Potenzial für eine Reihe von Vorsorge- und Anpassungsmaßnahmen zum Umgang mit langanhaltenden Trockenperioden und ihren Auswirkungen auf verschiedene Handlungsfelder und Versorgungssysteme. Die Maßnahmen sollen helfen, um insbesondere den bestehenden Herausforderungen, bedingt durch unterschiedliche Sichtweisen und Interessenlagen, gerecht zu werden. Die Methode des Planspiels leistet dazu während des Stakeholderdialogs ihren Beitrag, um alle von Trockenheit betroffenen Akteure in einem geschützten Raum an einen Tisch zu holen und gemeinsam Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln, die integrativ und reflexiv gestaltet sind. Das Arbeitspapier soll dazu als Vorbereitung für die Teilnehmenden eine Hilfestellung sein.

## 7 Quellenverzeichnis

- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (o.J.). Risikomanagement. Online: <https://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/Risikomanagement/risikomanagementnode.html>, abgerufen am 26.08.2019
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (2014). Kritischer Infrastrukturen. Download: [https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Publ\\_magazin/bmag\\_4\\_14.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Publ_magazin/bmag_4_14.pdf?__blob=publicationFile)
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (2018a). Integriertes Risikomanagement. Download [https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Publ\\_magazin/bsmag\\_3\\_18.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Publ_magazin/bsmag_3_18.pdf?__blob=publicationFile)
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (2018b). Glossar „B“. Download: [https://www.bbk.bund.de/DE/Servicefunktionen/Glossar/Glossar\\_Buchstabe\\_b.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bbk.bund.de/DE/Servicefunktionen/Glossar/Glossar_Buchstabe_b.pdf?__blob=publicationFile)
- BBK (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe) (2019). Kritische Infrastrukturen. Online: [https://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/KritischeInfrastrukturen/kritischeinfrastrukturen\\_node.html](https://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/KritischeInfrastrukturen/kritischeinfrastrukturen_node.html), abgerufen am 26.08.2019
- BMI (Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat) (Hrsg.) (2009): Nationale Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie). Berlin. Download: [https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/kritis.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bevoelkerungsschutz/kritis.pdf?__blob=publicationFile&v=3)
- Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen Download: [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das\\_gesamt\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf), aufgerufen am 10.02.2015
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2013a): Wasserwirtschaft in Deutschland: Teil 1 Grundlagen. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Bonn.
- Deutscher Bundestag (2018): Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2018. Drucksache 19/9521. Download: <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/19/095/1909521.pdf>
- DKKV (Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge) (2017). Synthesis Report on Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation in Germany. Download: [https://www.dkkv.org/fileadmin/user\\_upload/Veroeffentlichungen/ESPRESSO\\_Synthesebericht\\_DKKV\\_Schriftenreihe\\_56.pdf](https://www.dkkv.org/fileadmin/user_upload/Veroeffentlichungen/ESPRESSO_Synthesebericht_DKKV_Schriftenreihe_56.pdf)
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (2018). 2018 wärmster Sommer im Norden und Osten Deutschlands. Download: [https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20180906\\_waermstersommer\\_nordenosten2018.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=7](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20180906_waermstersommer_nordenosten2018.pdf?__blob=publicationFile&v=7)
- Deutscher Wetterdienst (2019, Juli 30). Deutschlandwetter im Juli 2019. Deutscher Wetterdienst. Online: [https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2019/20190730\\_deutschlandwetter\\_juli\\_news.html](https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2019/20190730_deutschlandwetter_juli_news.html), abgerufen am 07.08.2019
- Fitz, S.; Hirschfeld, J. und Mehler, K. (2014): Dialoge zur Klimaanpassung: Grundwasser zwischen Nutzung und Klimawandel. Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zur Klimaanpassung. Download: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/656/dokumente/arbeitspapier\\_dialog\\_grundwasser.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/656/dokumente/arbeitspapier_dialog_grundwasser.pdf).
- KLIWA (Klimaveränderung und Wasserwirtschaft) (2018). Niedrigwasser in Süddeutschland. Analysen, Szenarien und Handlungsempfehlungen. KLIWA-Berichte, 23. Arbeitskreis KLIWA. Download: <https://www.kliwa.de/download/KLIWAHeft23.pdf>

- LAWA (2017). Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft – Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder 2017. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Download: [https://www.umweltministerkonferenz.de/documents/top\\_29\\_wasserwirtschaft\\_bericht\\_1532603521.pdf](https://www.umweltministerkonferenz.de/documents/top_29_wasserwirtschaft_bericht_1532603521.pdf)
- Marx, A. (2019, June 17). Dürremonitor Deutschland. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung. Online: <https://www.ufz.de/index.php?de=37937>, abgerufen am 26.08.2019
- Möller, Klaus; Kade, Nils; Havermeier, Lena; Paproth, Frank; Burgschweiger, Jens; Wittstock, Elke; Günther, Matthias; Naumann, Kark und Broll, Johannes (2008): Wasserversorgungskonzept für Berlin und für das von den BWB versorgte Umland (Entwicklung bis 2040). Berlin. September 2008. Download: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/wasser/download/wvk2040.pdf>, abgerufen am 30.06.2015.
- Oldenbourg, Geert Jan van; Sjoukje Philip, Sarah Kew; Robert Vautard, Olivier Boucher; Otto, Karsten Haustein; Jean-Michel Soubeyroux, Aurélien Ribes, Yoann Robin; Sonia I. Seneviratne, Martha M. Vogel; Peter Stott; Maarten van Aalst (2019). Human contribution to the record-breaking June 2019 heat wave in France, Download: [https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/WWA-Science\\_France\\_heat\\_June\\_2019.pdf](https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/WWA-Science_France_heat_June_2019.pdf)
- Rohn, A. und Mälzer, H.J. (2010): Herausforderungen der Klimawandelauswirkungen für die Trinkwasserversorgung. IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser gGmbH. Dynaklim-Publikation, Heft 3: Mülheim an der Ruhr.
- Stotz, P. (2019, August 6). Rekordsommer in Serie. Spiegel Online. Online: <https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/wetter-daten-rekord-sommer-wie-warm-war-2019-im-vergleich-zu-2018-a-1280048.html>.
- Sutmöller, J., Meesenburg, H., Evers, J., & Wagner, M. (2017). Auswirkungen der Trockenheit 2015 auf den Bodenwasserhaushalt und das Baumwachstum von Waldstandorten in Nordwestdeutschland. Waldböden: Schutz und Nutzung. Beiträge aus der NW-FVA, 17, 83-98.
- UBA (Umweltbundesamt) (2011). Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel, Bevölkerungsschutz. Download: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/publikationen/kompass\\_themenblatt\\_bevoelkerungsschutz\\_2015\\_net.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/publikationen/kompass_themenblatt_bevoelkerungsschutz_2015_net.pdf)
- UBA (Umweltbundesamt) (2015a): Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Dessau Roßlau
- UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg) (2015b): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel.
- UBA (Umweltbundesamt) (2019). Trockenheit in Deutschland – Fragen und Antworten. Online: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/trockenheit-in-deutschland-fragen-antworten>, abgerufen am 26.08.2019
- Verkehrsrundschau (2004). 2003 wurden fünf Prozent weniger Güter per Binnenschiff befördert. Online: <http://www.verkehrsrundschau.de/2003-wurden-fuenf-prozent-weniger-gueter-per-binnenschiff-befoerdert-76655.html>, abgerufen am 26.08.2019.

## Kontakt

### **Veranstalter:**

Umweltbundesamt (UBA)  
KomPass – Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung  
Sebastian Ebert  
Wörlitzer Platz 1  
D-06844 Dessau-Roßlau  
Tel.: +49 (0)340-2103-3122  
Fax: +49 (0)340-2104-3122  
E-Mail: [sebastian.ebert@uba.de](mailto:sebastian.ebert@uba.de)  
[www.anpassung.net](http://www.anpassung.net)



### **Konzeption und Durchführung:**

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) GmbH, gemeinnützig  
Friederike Rohde  
Potsdamer Straße 105  
D-10785 Berlin  
Tel. +49 (0)30-884 594-57  
Fax +49 (0)30-882 543 9  
E-Mail: [friederike.rohde@ioew.de](mailto:friederike.rohde@ioew.de)  
[www.ioew.de](http://www.ioew.de)

